

Revisión de normas y procedimientos para el estudio de las inundaciones en Colombia,
comparación con la normativa europea vigente.

Oscar Andrés Santos Zambrano

Trabajo de Grado para Optar el Título de Geólogo

Director

Juan Diego Colegial Gutiérrez

Doctor en Ingeniería Geológica

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físicoquímicas
Escuela de Geología
Bucaramanga
2021

Dedicatoria

A mi abuelo Orlando Santos quien con sus esfuerzos cambio su destino y el de familia.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Objetivos	10
1.1. Objetivo General	10
1.2. Objetivos Específicos	10
2. Cuerpo del trabajo	11
2.1. Materiales y métodos	11
2.1.1. Diseño	11
2.1.2. Estrategia de búsqueda	11
2.1.3. Criterios de inclusión y exclusión	12
2.1.4. Extracción de datos	13
2.1.5. Análisis de datos	13
2.2. Resultados	14
2.2.1. Colombia	14
2.2.2. Normativas Colombianas	15
2.2.3. Gestiones, técnicas y herramientas en Colombia	16
2.2.3.1. Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia (2012).	16
2.2.3.2. Plan nacional de gestión del riesgo de desastres (2015).	23
2.2.3.3. Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación (2017).	26
2.2.3.3.1. Mapa de susceptibilidad de inundación.	27
2.2.3.3.2. Mapa de evento de inundación.	27

2.2.3.3.3. Mapa de amenaza de inundación.	28
2.2.3.3.4. Mapa de zonificación de amenaza por inundación.	29
2.2.3.3.5. Mapa de vulnerabilidad de inundación.	29
2.2.3.3.6. Mapa de riesgo de inundación.	30
2.2.3.3.7. Mapa de emergencia de inundación.....	31
2.2.3.4. Caja de herramientas: Incorporando la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en proyectos de inversión pública (2019).	33
2.2.4. España.....	36
2.2.5. Directivas y normativas en España.....	38
2.2.5.1. Gestión, técnicas y herramientas en España.	38
2.2.6. Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones - guía metodológica para su elaboración (2008).....	39
2.2.7. Guía metodológica para desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas (2011)..	40
2.2.8. Guía para reducción de vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones (2017)..	42
2.2.9. Marco eficaz de gestión del riesgo de catástrofes en España (2021).....	43
2.2.9.1. Instrumentos normativos y de gestión.	44
2.2.10. Orientación técnica sobre la impermeabilización climática de las infraestructuras en el período 2021-2027 (Comisión Europea, 2021)	45
2.3. Análisis y discusión	47
3. Conclusiones	55
Referencias bibliográficas.....	58

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Entidades Colombianas relacionadas a las inundaciones.	14
Tabla 2. Normativas y leyes colombianas.	15
Tabla 3. Conocimiento del riesgo de desastres por fenómeno de origen socio natural.	24
Tabla 4 Intervenciones para la reducción del riesgo de desastres por fenómenos de origen socio-natural.	25
Tabla 5. Preparación en los niveles territoriales para la respuesta a emergencias.	26
Tabla 6. Conocimiento del riesgo de desastres por fenómeno de origen socio natural.	32
Tabla 7. Entidades de España relacionadas con las inundaciones.	37
Tabla 8. Normativas y decretos de España.	38
Tabla 9. Métodos de análisis de la peligrosidad de inundaciones.	40
Tabla 10. Procedimientos y análisis para el sistema nacional de cartografía de zonas de inundabilidad.	41
Tabla 11. Instrumento de planificación y organismos responsables para las inundaciones.	45

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Matriz de recomendación, prioridad y entidad responsable.....	18
Figura 2. Matriz de compromisos en la cual se nombra las inundaciones.....	20
Figura 3. Casos de estudio, Instrumentos de gestión pública y gestión del riesgo adaptado para inundaciones	22
Figura 4. Factores condicionantes por amenaza para proyectos en fase de factibilidad.....	36
Figura 5. Factores condicionantes de amenaza para proyectos en fase de prefactibilidad.	36

Resumen

Título: Revisión de normas y procedimientos para el estudio de las inundaciones en Colombia, comparación con la normativa europea vigente. *

Autor: Oscar Andrés Santos Zambrano. **

Palabras Clave: Normas, procedimientos, inundaciones, Colombia.

Descripción: La revisión de las normativas, lineamientos, leyes y/o decretos y los diferentes instrumentos de gestión, como lo son las guías, manuales y metodologías que usan las entidades encargadas de hacer frente al fenómeno natural de las inundaciones en Colombia, el cual afecta de manera significativa al progreso como nación, resulta ser un procedimiento engorroso, ya que existen varias instituciones estatales o gubernamentales que anteriormente no se encontraban coordinadas entre sí; generando una dificultad en la búsqueda de información actualizada y, por consiguiente, una confusa actuación para dar respuesta y gestionar de manera efectiva las inundaciones producidas, muchas veces, por el fenómeno de La Niña. Sin embargo, después de las catástrofes causadas, se han ido implementando medidas, aunque a paso lento, para reducir esos daños. Por otro lado, mediante este documento de revisión, se busca realizar un análisis mediante la búsqueda de las entidades estatales de España relacionadas con las inundaciones y realizar comparaciones con la normativa, gestión y guías de la comunidad europea, específicamente en el país ibérico, permitiendo observar cómo han evolucionado todas estas leyes tanto en Colombia como en España; y, por consiguiente, tener un punto de partida con lo que hay y hace falta en Colombia, generando más conocimientos de las herramientas e instrumentos para el estudio de las inundaciones; para mitigar su impacto en la sociedad Colombiana.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Juan Diego Colegial Gutiérrez. Doctor en ingeniería geológica.

Abstract

Title: Review of regulations and procedures for the study of floods in Colombia, comparison with current European regulations.*

Author: Oscar Andrés Santos Zambrano.**

Key Words: Regulations, procedures, floods, Colombia.

Description: The review of the regulations, guidelines, laws, decrees and different management instruments, such as the guides, manuals and methodologies used by the entities in charge of dealing with the natural phenomenon of floods in Colombia, which affects its progress as a nation significantly, turns out to be a cumbersome procedure, since there are several state or governmental institutions that previously were not coordinated with each other; generating a setback in searching for updated information and, consequently, a confusing action to respond and effectively manage the floods produced, many times, by La Niña phenomenon. However, after the catastrophes caused, measures have been implemented, albeit at a slow pace, to reduce this damage. On the other hand, through this review document, an analysis was carried out by searching for the Spanish state entities related to floods and making comparisons with the regulations, management and guides of the European community, specifically in the Iberian country, allowing to see how all these laws have evolved both in Colombia and in Spain; and, consequently, get a starting point from all that Colombia has attained and lacks in this matter as well, generating more knowledge of the tools and instruments for the study of floods; to mitigate its impact on Colombian society.

* Undergraduate Project.

** Physical and Chemical Engineering's Faculty. School of Geology. Advisor: Juan Diego Colegial Gutiérrez. Doctor of geological engineering.

Introducción

La privilegiada ubicación geográfica de Colombia, a veces, acarrea hacer frente a diversos fenómenos climáticos que afectan de manera directa o indirecta al desarrollo de la población; como son el caso de las inundaciones que pueden impactar los cultivos, las vías entre ciudades y, en el peor de los casos, cobrar la vida de las personas.

A lo largo de los años, el fenómeno de la Niña sobre Colombia se ha presentado en un régimen de lluvias y niveles de los ríos nunca antes registrados; con lo cual se han presenciado tragedias en distintos departamentos sobre el territorio nacional, llevándonos a cuestionar qué normativas y metodologías se realizan en Colombia para hacer frente a dicha amenaza. Por ello, mediante la búsqueda exhaustiva de normas y procedimientos para el estudio de las inundaciones en Colombia, comparándolas con las del ámbito europeo, específicamente con España, es posible la complementación que favorezca los análisis y el aprendizaje del manejo y el estudio de las inundaciones.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Revisar y comparar las normas y procedimientos para el estudio de las inundaciones en Colombia con la normativa europea vigente.

1.2 Objetivos Específicos

Analizar las normas existentes sobre inundaciones en el territorio colombiano.

Revisar la gestión de los entes estatales relacionados a las inundaciones.

Analizar las herramientas científicas y técnicas para la gestión y control de las inundaciones por parte de la directiva europea.

2. Cuerpo del Trabajo

2.1 Materiales y métodos

2.1.1 Diseño

Se realizó una revisión sistemática para analizar el enfoque de amenaza, el riesgo y la gestión de inundaciones, mediante la búsqueda de documentos como leyes, decretos, directivas, guías metodológicas, planes de desarrollo y manuales para el riesgo de amenazas de las entidades estatales de cada país, relacionadas al manejo de los fenómenos naturales de las inundaciones, así como de estudios y artículos científicos para el estudio de estas.

2.1.2 Estrategia de búsqueda

En primera instancia, se llevó a cabo la búsqueda mediante el uso de las plataformas de *Google Scholar* y *Google* sobre manuales, herramientas y guías metodológicas relacionadas al manejo de las inundaciones, combinando las siguientes palabras: ***“herramientas para mitigar inundaciones Colombia”, “Gestión e instrumentos de inundaciones en Colombia”, “Guías metodológicas de inundaciones, herramientas para evaluar inundaciones en Colombia” “inundaciones en España”, “Gestión de inundaciones España”, “Metodología y procedimientos para el manejo de inundaciones en España”, “Decretos inundaciones España”***. A su vez, se investigaron las entidades estatales en Colombia y España afines a las normativas, lineamientos, leyes o decretos para la gestión de inundaciones. Esta búsqueda se hizo en los idiomas español e inglés (para documentos científicos).

Posteriormente, se realizó una búsqueda de literatura en la base de datos de la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander, las cuales cuentan con motores de búsqueda como

Springer y *ScienceDirect*, mediante la ecuación de búsqueda: sin límite de fecha y, a su vez, incluyendo artículos en inglés como en el idioma español.

Se analizaron, además, las referencias bibliográficas de los documentos seleccionados con el fin de analizar otros estudios potencialmente incluibles para la revisión. Dichos documentos, como guías y libros, se hallaron a través de *Google*.

En el proceso de la búsqueda se usó la plataforma del espacio virtual de asesoría de función pública de la República Colombiana, cuya función es la búsqueda de las leyes y/o decretos a lo largo de la historia de Colombia, y para el caso de España, se usó el motor de búsqueda de *Google*.

2.1.3 Criterios de inclusión y exclusión

En la indagación de la literatura se incluyeron todos los ejemplares provenientes por las distintas entidades estatales de ambos países, así como estudios no gubernamentales y de organizaciones internacionales que desarrollaran temas como la gestión de riesgos, los instrumentos, las guías y manuales para el manejo de las inundaciones. También se incluyeron documentos que departieran sobre el análisis y recomendaciones para mitigar las inundaciones.

Como criterio de inclusión, en cuanto a las leyes, se seleccionaron las que contengan los términos de prevención a inundaciones, riesgos de inundación, amenazas por inundación, e inundación.

El principal criterio para la exclusión se basó en la información que no incluyera o estuviera directamente relacionada a las inundaciones. Por ello, se descartaron otros fenómenos naturales como movimientos de masa, sismos o amenazas relacionadas, como la producción de productos químicos. Por otro lado, se excluyeron artículos de las leyes o decretos que no tuviera temáticas concernientes a los riesgos naturales.

2.1.4 Extracción de datos

Una vez finalizada la búsqueda, se localizaron 232 documentos, aunque se excluyeron 197 que no fueron relevantes a la presente revisión, debido a que no cumplían con los criterios de inclusión y objetivos de la investigación. Finalmente, se seleccionaron 8 libros, 6 guías metodológicas, 8 artículos científicos, 6 manuales y 25 leyes y decretos, en los que aparecía información de suma importancia para llevar a cabo el análisis de las normativas y procedimientos de cada país.

Para proceder con la selección de datos, se revisaron los *abstracts*, los objetivos, los prólogos, y en caso necesario, se realizó la función computacional de Ctrl + F que permite la búsqueda de palabras clave como “inundación” en el mismo documento. Posteriormente, se analizó el texto completo de los documentos resultantes.

2.1.5 Análisis de datos

La información resultante se dividió en dos bloques que, a su vez, están divididos en dos secciones, para realizar un mejor análisis.

La primera sección del primer bloque está dedicado a las entidades colombianas que regulan el control sobre las inundaciones en la nación colombiana mediante sus propios lineamientos, normativas y leyes. La segunda sección de este bloque se basa en las técnicas, herramientas y gestiones en Colombia.

El segundo bloque sigue la misma estructura que el primer apartado, con la diferencia de que en él se encuentran todos los documentos y procedimientos para la gestión de inundaciones que desarrollan las entidades nacionales de España.

2.2 Resultados

2.2.1 Colombia

En la búsqueda se encontraron diversas organizaciones que regulan los fenómenos naturales. En este caso, nuestro interés está limitado a las inundaciones y a las entidades relacionadas al fenómeno natural, que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

Entidades Colombianas relacionadas a las inundaciones.

Nombre	Siglas	Descripción	Portal web
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	<i>IDEAM</i>	Está encargado de producir y suministrar datos e información ambiental, coordinar el sistema de Información Ambiental, en el que se incluyen los sistemas de observación, bases de datos y modelos del medio ambiente y recursos ambientales.	http://www.ideam.gov.co/
Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastres	<i>UNGRD</i>	Dirige la implementación de la gestión del riesgo de desastres, atendiendo las políticas de desarrollo sostenible, y coordina el funcionamiento y el desarrollo continuo del sistema nacional para la prevención y atención de desastres.	http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/
Sistema de Información Ambiental de Colombia	<i>SIAC</i>	Es el conjunto integrado de actores, políticas, procesos, y tecnologías involucradas en la gestión de información ambiental del país, para facilitar la generación de conocimiento, la toma de decisiones, la educación y la participación social para el desarrollo sostenible.	http://www.siac.gov.co/
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	<i>MADS</i>	Orientar, en coordinación con el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, las acciones tendientes a prevenir el riesgo ecológico	https://www.minambiente.gov.co/

Corporaciones Autónomas Regionales	CAR	Son entes corporativos de carácter público, creados por Ley, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica.	https://www.car.gov.co/
---	-----	--	---

2.2.2 Normativas Colombianas

A continuación, se expondrán las leyes relacionadas a la prevención y mitigación de desastres naturales, teniendo en cuenta que, para la nación colombiana, la inundación encaja en dicho término de desastres.

Tabla 2

Normativas y leyes colombianas.

Decreto o Ley	Descripción
Decreto 2811 de 1974	En un radio hasta de 100m sólo se permite el uso de bosque protector, y los retiros obligados de cauces naturales de las corrientes hídricas en una distancia hasta de 30m, medida desde el nivel máximo del flujo a un período de retorno mínimo de 15 años (Decreto 2811, 1974).
Ley 46 de 1988	Por la cual se crea y organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres como inundaciones (Ley 46, 1988).
Ley 9 de 1989: Reforma Urbana	Se define la responsabilidad de las autoridades municipales la obligatoriedad de los municipios y sus oficinas de planeación de tener identificado un mapa de riesgos entre ellos de inundación (Ley 9, 1989).
Decreto 919 de 1989	Se crea el Sistema nacional de prevención y atención de desastres, aclarando sus funciones, responsabilidades y financiación, indica que debe haber un componente de prevención de desastres por inundación en los Planes de Desarrollo y define el rol de las Corporaciones Autónomas Regionales (Fierro, 2012).
Ley 2 de 1991: Modifica la Ley de Reforma Urbana	Agrega la función sobre que los municipios no solo tienen la responsabilidad de levantar la información de las zonas de riesgo sino tenerla actualizada (Ley 2, 1991).
Ley 388 de 1997	Establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, entre otros, la prevención de localización de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo (Ley 388, 1997).
Decreto 93 de 1998	El decreto define objetivos, principios, estrategias de la Política Nacional de Prevención y Atención de Desastres (Decreto 93, 1998).

Decreto 879 de 1998	Se tendrán en cuenta las prioridades del Plan de Desarrollo del municipio o distrito y los determinantes establecidos en normas de superior jerarquía (Decreto 879, 1998).
Consejo Nacional de Política Económica y Social “Conpes” 3146 de 2001	Se define la estrategia para ejecutar el Plan nacional para la Prevención de Desastres (CONPES 3146, 2011).
Decreto 2015 de 2001	Se reglamenta la expedición de licencias de urbanismo y construcción con posterioridad a la declaración de situación de desastre o calamidad pública (Decreto 2015, 2001).
Decreto o Ley	Descripción
Decreto 4002 de 2004	Declaratoria de desastre o calamidad pública y por los resultados de estudios técnicos detallados sobre amenazas, riesgos y vulnerabilidad (Decreto 4002, 2004).
Decreto 4819 de 2010	Se crea el Fondo de Adaptación, entidad adscrita al Ministerio de Hacienda y de Crédito público, con el objetivo de recuperar y reconstruir las zonas afectadas por el fenómeno de La Niña (Decreto 4819, 2010).
Ley 019 de 2012: “Ley Anti-trámites”	Artículo 189: “Incorporación de la gestión del riesgo en la revisión de los planes de ordenamiento territorial: Con el fin de promover medidas para la sostenibilidad ambiental del territorio” (Ley 019, 2012).
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 (Ley 1523, 2012).
Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 “Todos por un Nuevo País”	En el capítulo X denominado Crecimiento Verde, el objetivo es “Lograr un crecimiento resiliente y reducir la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres y al cambio climático” (PND, 2014).
Decreto 1077 2015	Establecen las condiciones y escalas de detalle para incorporar de manera gradual la gestión del riesgo en la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial municipal y distrital o en la expedición de un nuevo plan (Decreto 1077, 2015).

Nota. Modificada de Fierro (2012).

2.2.3 Gestiones, técnicas y herramientas en Colombia

En Colombia se han desarrollado diversas estrategias y metodologías para hacer frente a las inundaciones que perjudican a la población colombiana. A continuación, se presentan los diferentes materiales escritos por las entidades estatales.

2.2.3.1 Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia (2012). El análisis llevado a cabo por el Banco Mundial se materializa como consecuencia del fenómeno de La Niña

2010-2011. En este documento, se encuentran estrategias para reducir el riesgo de inundaciones y deslizamientos, por medio de la planeación, la inversión, el seguimiento y control, y la articulación de los diferentes agentes responsables de la administración de las cuencas hidrográficas.

Mediante la recolección de datos en los periodos de tiempo, cuando hay inundación, demuestran que los deslizamientos y las inundaciones acumulan los mayores porcentajes de pérdidas de vidas y viviendas destruidas.

Se tiene que los fenómenos de origen hidrometeorológico se caracterizan por generar impactos más localizados, pero de alta frecuencia; lo cual, de manera acumulativa en el tiempo, significa pérdidas incluso mayores a las ocasionadas por los eventos geológicos (Campos et al., 2012).

A su vez, hablan sobre factores como la variabilidad climática y el déficit en los procesos de ordenamiento territorial a nivel rural y urbano conduce a que la susceptibilidad a fenómenos, como las inundaciones y avenidas torrenciales, esté aumentando. Se estima que entre el 2000 y el 2007 se perdieron más de 2 millones de hectáreas de bosque en el país; el promedio de la tasa de deforestación supera las 330 mil ha/año, lo que es un factor importante de la degradación de los suelos, el cual genera variaciones en la susceptibilidad a inundaciones y deslizamientos (Corporación OSSO, 2011).

La pérdida estimada de suelos es de 145'132.500 ton/año; sedimentos que, en su gran mayoría, se depositan en los lechos de los ríos, en las áreas de amortiguación natural, o que finalmente van al mar (CEPAL, 2008).

La amenaza por inundación se entiende como la probabilidad de ocurrencia de desbordamientos de ríos, como resultado de lluvias fuertes o continuas, que aumentan el nivel de las aguas, a tal punto que el río se sale del cauce natural en un período determinado, que puede

causar impactos negativos en una población, en el sector agropecuario y la infraestructura (Campos et al., 2009). Adicionalmente, los factores de degradación de cuencas que generan cambios en la susceptibilidad o una probabilidad de ocurrencia de inundaciones y deslizamientos (aumento de la amenaza), el crecimiento demográfico, la concentración urbana y mayores niveles de exposición, sin una disminución importante de los factores de vulnerabilidad, contribuyen también a la ecuación del mayor crecimiento del riesgo.

Por otro lado, se puntualiza el grave problema de los factores causantes de la acumulación y crecimiento de la vulnerabilidad, los cuales se forman debido a las debilidades existentes en los procesos de gestión del suelo, el pobre conocimiento de los fenómenos, la desarticulación en los Planes de Manejo de Cuencas (POMCA) y Planes de Ordenamiento Territorial (POT), las especificaciones técnicas en el diseño y construcción de infraestructura, y los mecanismos de control urbano; los cuales hacen que los nuevos asentamientos humanos se consoliden en zonas no adecuadas y la baja **inversión** para la aplicación de las medidas correctivas (construcción de obras de mitigación, procesos de reasentamiento de zonas de alto riesgo no mitigables).

Figura 1

Matriz de recomendación, prioridad y entidad responsable.

RECOMENDACIÓN	PRIORIDAD Alta (A), Media(M)	RESPONSABLE
Fortalecer la capacidad local para la gestión territorial, con el fin de reducir la generación y acumulación del riesgo de desastres		
Adoptar una estrategia nacional de fortalecimiento municipal de gestión del riesgo que responda a las diferencias que existen en las capacidades.	A	UNGRD, DNP, MVCT, MADS, DANE, las CAR, Colciencias Ideam, SGC, IGAC, gobernaciones
Revisar estructuralmente las limitaciones en capacidades para la evaluación del riesgo, a fin de dar respuesta efectiva a la demanda de conocimiento para los POT y los Planes de Desarrollo.		
• Mejorar los modelos probabilistas de riesgo. • Aumentar la eficacia y eficiencia de los registros sistemáticos de pérdidas y daños, ya que son fundamentales para dimensionar el verdadero impacto de los desastres		
Reducir el riesgo de <u>inundaciones</u> y deslizamientos, por medio de la planeación, la inversión, el seguimiento y control y la articulación de los diferentes agentes responsables de la administración de las cuencas hidrográficas		
Adoptar una normatividad para el control y manejo de inundaciones y deslizamientos, que incluya la definición del riesgo máximo aceptable, estándares técnicos para la evaluación y mitigación del riesgo y una estrategia para la implementación, seguimiento y control.	A	MADS, Comité Permanente creado para el manejo hidráulico de los ríos y cuerpos de agua
Articular políticas/estrategias específicas para la incorporación de variables relacionadas con el riesgo y el cambio climático en la toma de decisiones a nivel sectorial y territorial.	A	Presidencia, DNP, UNGRD, con el apoyo del Comité Nacional de Prevención y Atención de Desastres/GRD

Nota. Tomada de Campos et al. (2012).

La ubicación geográfica se traduce en la exposición a la amenaza de la inundación ya que, en Colombia, la presencia de llanuras bajas y valles aluviales, aunada a las condiciones de precipitación, facilitan la ocurrencia de inundaciones; algunas de manera lenta, que afectan grandes extensiones de terreno, y otras más rápidas, asociadas a lluvias intensas en la parte alta de las cuencas con fuertes pendientes.

Asimismo, se desarrollan las recomendaciones para afrontar el riesgo en Colombia, como se observa en la Figura 1.

Adoptar una normatividad para el control y manejo de inundaciones y deslizamientos, que incluya la **definición** del **riesgo máximo** aceptable, estándares técnicos para la **evaluación** y **mitigación** del riesgo y una estrategia para la **implementación, seguimiento y control**.

El Riesgo de desastres, en la gestión pública, establece un análisis de la institucionalidad de la **gestión del riesgo** en el país como marco conceptual desde la **gestión pública**, soporte

normativo, mecanismos institucionales, estructuras, capacidades, y un análisis del manejo de algunos fenómenos como las inundaciones, desde el enfoque de procesos.

Tal como se puede observar en la Figura 3, se focaliza en resolver asuntos pendientes como las inundaciones, específicamente en la región de la Mojana. Sin embargo, durante la temporada de lluvias, durante el 2021, esta región fue gravemente afectada por las inundaciones, lo cual nos permite analizar que, para el caso de Colombia, el riesgo por inundaciones, las políticas y normas **no** son **suficientes** y no existen **responsables** con roles claros que lo **manejen**. La planificación y manejo del uso del suelo es la medida más efectiva para el manejo de inundaciones; esta estrategia consiste en la definición de actividades compatibles con los tipos o niveles de riesgo por inundación existentes y el establecimiento de zonas de protección ambiental en aquellas zonas de alto riesgo o rondas de los ríos.

Figura 2

Matriz de compromisos en la cual se nombra las inundaciones.

PNPAD DECRETO 93/98	PND "CAMBIO PARA CONSTRUIR LA PAZ" 1998-2002	PND "HACIA UN ESTADO COMUNITARIO" 2002-2006	PND "ESTADO COMUNITARIO: DESARROLLO PARA TODOS" 2006-2010	PND "PROSPERIDAD PARA TODOS" 2010-2014
Conocimiento del riesgo	Consolidación de redes de monitoreo de fenómenos. Sistemas de comunicación para los CLOPAD y CREPAD. Programas de educación formal y no formal. Campañas de información.	Fortalecimiento de la evaluación del riesgo. Diseño e implementación del Sistema Integrado de Información. Expansión y actualización del monitoreo y las redes de alerta.	Avance en el conocimiento, el análisis de amenazas y vulnerabilidades, la evaluación de riesgos y el monitoreo: ampliación y actualización de redes de monitoreo y alerta (sísmica, volcánica e hidrometeorológica). Elaboración de tres mapas nacionales de escenarios de susceptibilidad a amenazas (inundación, deslizamientos e incendios) a escala 1:500.000. Actualización de los mapas nacionales de amenaza sísmica y generación de un nuevo mapa de amenaza volcánica. Integración de las entidades territoriales al Sistema de Integrado de Información. Avance de Invias en el sistema de gestión integral del riesgo de las redes de transporte en Colombia. Incorporación de la GRD en la educación. Fortalecimiento de la investigación básica, acorde con las necesidades territoriales.	Mejoramiento de la investigación en riesgo. Actualización del Sistema Integrado de Información. Implementación del Plan Nacional de Formación y Capacitación en la GRD, y su incorporación en la educación formal y no formal a un sistema de capacitación a funcionarios. Ampliación de las redes de monitoreo y alerta y actualización de mapas a nivel local y regional. Diseño e implementación de instrumentos metodológicos para la zonificación y evaluación de las amenazas, la vulnerabilidad y el riesgo.
Reducción del riesgo	Planificación y uso del suelo, promoción de la identificación de amenazas y evaluación del riesgo. Control de la ocupación de zonas de alto riesgo. Formulación de política de reasentamiento. Incentivos económicos para promover las edificaciones que vayan con la norma colombiana de diseño y construcción sísmo resistente. Mejoramiento de asentamientos precarios y reasentamiento.	Promoción de la planificación territorial y sectorial. Reducción del riesgo ante tsunamis, inundaciones y sismos. Reasentamiento de población en zonas de riesgo: subsidios de relocalización y reforzamiento estructural. Reforzamiento de estructuras vitales como hospitales, según la Ley 400 de 1997 y la Ley 715 de 2001. Prevención de la ocupación y uso de áreas no planificadas.	Avance en las medidas de prevención y mitigación: incorporación de la GRD en los POT, los Planes de Manejo Ambiental y los POMCA; formulación de políticas de manejo de asentamientos precarios y zonas de alto riesgo; formulación de medidas de gestión del riesgo en municipios; propuesta de incorporación de gestión del riesgo en los PD. Esto será fortalecido por las instituciones regionales del SNPAD con la definición de responsabilidades, competencias y posible identificación de recursos para garantizar la información técnica necesaria que facilite la incorporación del conocimiento del riesgo a la planificación y uso del suelo.	Planificación sectorial del riesgo de desastres. Construcción de capacidades y formulación de planes de GRD y planes de emergencia en los municipios. Incorporación de la GRD en los POT, los Planes de Manejo Ambiental y los POMCA. Diseño de criterios para incorporar la GRD en la formulación de proyectos de inversión pública. Adopción e implementación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo por Tsunami y el Plan de Acción para el Volcán Cerro Machín. Implementación de las políticas de manejo del riesgo para el volcán Galeras y el Nevado del Huila. Promoción de una solución a largo plazo frente a los efectos del fenómeno de La Niña.
Desarrollo institucional	Fortalecimiento institucional de los CLOPAD, los CREPAD y los organismos de emergencia.		Fortalecimiento de la gobernabilidad del SNPAD: el SNPAD y la DPAD serán fortalecidos institucional y jurídicamente para que cumplan con autonomía, celeridad y eficiencia sus funciones. Prioridad en la asignación de los proyectos dirigidos a la atención de inundaciones en el Bajo Magdalena y en la región de La Mojana. Promoción para que las entidades del orden nacional institucionalicen el tema en sus estructuras organizacionales y asignen los recursos que garanticen la sostenibilidad de las mismas y el cumplimiento de su misión. Integración del SNPAD con otros sistemas: SINA, SNGyT y los sistemas educativos y del DNP.	Fortalecimiento de políticas: Política Nacional de GRD, manejo de desastres de baja y media intensidad, políticas de manejo de zonas de alto riesgo, mecanismos de reconstrucción.
Socialización de la prevención, capacitación y conciencia del riesgo	Programas de educación para la prevención del riesgo, orientados a comunidades.		Mejoramiento de la información y su divulgación; institucionalización de estrategias de información pública frente a amenazas.	
Nota: La protección financiera no fue incluida en el PNPAD		Estrategias de financiamiento del riesgo.	Aumento de la capacidad financiera tanto frente a la ocurrencia de desastres como frente a su prevención.	Formulación de políticas de protección financiera.

Nota. Tomado de Campos et al. (2012).

Existen también procesos estructurales para reducir el riesgo, como el **control de la erosión, la reforestación** y la realización de **obras de mitigación**, como muros de contención, drenajes, diques, aliviaderos o embalses; la definición de humedales y zonas de pantanos como **zonas de amortiguación de crecientes**, campañas de concientización para el manejo de residuos sólidos, la limpieza de drenajes y sistemas de alerta temprana. Sin embargo, la realización de **diques** ha transferido el problema a otras zonas debido a la **falta** de una **visión integral** de la cuenca.

Las técnicas que se realizan en Colombia son el diseño y la construcción de edificios que eviten, sean resistentes y resilientes a las inundaciones, y de esta forma, den paso a que no existan

mayores alternativas de ocupación de llanuras de inundación; las estrategias de impermeabilización; la localización de las estructuras por encima del nivel al que se estima llegará el agua; la construcción de pequeñas estructuras de contención o alivio que impidan que el agua entre directamente a la edificación.

El Plan de Ordenación y Manejo de una Cuenca Hidrográfica (POMCA), como norma de superior jerarquía y determinante de los POT, es un instrumento fundamental para la prevención y control de la degradación de cuencas y el manejo del riesgo por inundaciones y otras amenazas (Ley 388 de 1997, art. 10), **herramienta** que definitivamente **no** se ha sabido **aprovechar**.

Figura 3

Casos de estudio, Instrumentos de gestión pública y gestión del riesgo adaptado para inundaciones.

Casos de estudio - ciudades	Instrumentos para la gestión pública	Instrumentos para la gestión de riesgo
Región de La Mojana	Políticas y planificación. Diferentes documentos del Estado evidencian la definición de políticas para dar solución a la problemática de La Mojana. Existen numerosos estudios técnicos; no obstante, la información no ha sido incorporada a los POT municipales. Inversión y financiación. Diferentes entidades del gobierno como Invia y las CAR involucradas en la región han realizado inversiones en la zona. Seguimiento y control. El control se diluye en varias entidades. No se tiene conocimiento de ningún proceso existente de seguimiento.	Organización. Debido a los diferentes actores relacionados con la región, la coordinación es una de las debilidades institucionales para la adecuada toma de decisiones en La Mojana. Conocimiento e información. Se cuentan con más de 100 estudios para la región de La Mojana; sin embargo, la mayoría no incluye una evaluación sistémica de la región. Reducción del riesgo. Los esfuerzos en La Mojana se han concentrado principalmente en el control de inundaciones periódicas mediante los diseños sucesivos de un dique marginal al río Cauca, el cual ha sido analizado desde 1960. Existen diferentes estudios y diseños que han resultado en obras pero que aún no han resuelto la problemática de la zona. No hay una definición de las medidas estructurales y no estructurales para la reducción de riesgos. Manejo de desastres. Se realiza en forma local una vez sucedido el problema, por las entidades dueñas de los elementos afectados. La población está desprotegida por un tiempo hasta que los Comités de Emergencia y las instituciones comienzan a actuar. Luego su situación es precaria y extendida en el tiempo.
Cuenca del río Bogotá	Política y planificación. El POMCA incluye información de amenazas y vulnerabilidades de una manera muy general que dificulta a los municipios su inclusión para la toma de decisiones en ordenamiento territorial. Inversión y financiación. Recursos para financiar aspectos de gestión del riesgo se encuentran en la CAR, la EAAB y las entidades del Distrito. Los municipios pueden tener pequeños rubros destinados a la reducción del riesgo. Seguimiento y control. No existen responsabilidades y funciones claras en cuanto al seguimiento y control de las acciones; además, la capacidad de coordinación entre las entidades es mínima.	Organización. Son varias las instituciones públicas que tienen relación con el río Bogotá: CAR, EEB, EAAB, el Distrito de Bogotá y los municipios aledaños al río. Si bien algunas de ellas tienen clara su competencia frente a la prevención y mitigación de riesgos, otras trabajan de manera aislada, trayendo como consecuencia acciones desarticuladas. Conocimiento e información. La gran mayoría de los estudios requeridos para cuantificar el problema de inundaciones, y aún para tomar decisiones y construir obras, existen especialmente en el sector entre el Puente del Común y Alicachín. Reducción del riesgo. Existen obras para el control de inundaciones, como ponedajes y el uso de vías alternas de flujo, entre otros. Se ubican en la zona sistemas de embalses que se utilizan para el control de las avenidas del río Bogotá. No obstante, aún están pendientes obras de mitigación y adopción de normas de urbanización y construcción en las zonas de amenaza y riesgo por inundación, especialmente en los municipios de la Sabana de Bogotá. Manejo de desastres. Se cuenta con un protocolo para el manejo de crecientes del río en casos de emergencia. Sin embargo, la experiencia de los últimos 12 meses indica que el protocolo no es efectivo en la mitigación del riesgo.

Nota. Tomado de Campos et al. (2012).

Asimismo, se relacionan a las **Corporaciones Autónomas Regionales**, como entes encargados de la elaboración de los Planes de Ordenamiento de las Cuencas Hidrográficas, y de promover y ejecutar obras de irrigación, avenamiento, **defensa contra las inundaciones**,

regulación de cauces y corrientes de agua, y de recuperación de tierras que sean necesarias para la defensa, protección y adecuado manejo de las cuencas hidrográficas del territorio de su jurisdicción; juegan un papel fundamental en la planificación y el ordenamiento de ésta misma.

En la Figura 3 se reflejan los Instrumentos de Gestión Pública y Gestión del Riesgo que han desarrollado para ciertos casos de estudio en el territorio colombiano.

Para el Atlántico, en el 2012, el POT ha priorizado adelantar un mapa de amenazas por inundaciones para incorporarlo en él, pero hasta el momento no se ha avanzado en esto. Tampoco se han adoptado los términos de referencia definidos en el POT para la urbanización y construcción en zonas de amenaza baja y media por inundaciones y deslizamientos, y la Oficina de Prevención y Atención de Desastres, encargada de la elaboración de dichos términos, está a la espera de la actualización del mapa de amenazas por remoción en masa por parte del Servicio Geológico Colombiano.

Las administraciones municipales marcan tendencias en materia de la reducción de las condiciones de riesgo. En particular, Bogotá y Medellín son las ciudades que lideran estas acciones, tanto en términos de los programas como de las inversiones ejecutadas. En el caso de Bogotá, se identifica el Programa de reasentamiento de familias localizadas en zonas de alto riesgo no mitigable por deslizamiento o inundación, orientado al traslado de personas de estratos 1 y 2 expuestas a tales condiciones.

2.2.3.2 Plan nacional de gestión del riesgo de desastres (2015). El documento Plan Nacional de Gestión del Riesgo De Desastres (PNGRD) se puede comparar con la directiva del consejo europeo; sin embargo, se desarrollará en la discusión del documento. Por otro lado, el PNGRD mencionado está estructurado en dos componentes: un Componente General, el cual contiene el marco estratégico de la gestión del riesgo, y un Componente Programático, en el que

se incorporan los programas, los proyectos, los objetivos de proyecto, las metas y responsables de la implementación para el **periodo 2015-2025**. Por otro lado, el PNGRD reemplaza al Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres vigente para esa época, el cual fue adoptado mediante el **Decreto 93 de 1998**.

Enuncia los principales mecanismos que orientarán el seguimiento y evaluación del PNGRD como una forma de garantizar la ejecución del mismo y facilitar la interlocución y coordinación entre actores del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) para el logro de los propósitos del Plan en cumplimiento de la política nacional de gestión del riesgo de desastres.

Se enmarcan numerosos objetivos. Entre los relacionados a las inundaciones directamente son:

Mejorar el conocimiento del riesgo de desastres en el territorio nacional. 132 municipios con estudios de análisis del riesgo por inundación lenta y rápida.

Reducir las condiciones existentes de riesgo de desastres. Obras de mitigación frente a amenazas por fenómenos de movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones definidas en los planes departamentales y municipales de gestión del riesgo. También se describen los proyectos para el conocimiento del riesgo de desastres por fenómeno de origen natural, asignando una entidad responsable (ver Tabla 3).

Por otro lado, se plantan proyectos para intervenciones para la reducción del riesgo de desastres por fenómenos de origen natural (ver Tabla 4).

Tabla 3

Conocimiento del riesgo de desastres por fenómeno de origen socio natural.

PROYECTO	OBJETIVO	META	ENTIDAD
----------	----------	------	---------

Identificación de zonas de inundación por ascenso del nivel del mar para las poblaciones costeras.	Mejorar el conocimiento de la amenaza por inundación debido al ascenso del nivel del mar para la toma de decisiones en el ordenamiento del territorio.	Escenarios identificados por amenaza por inundación debido al aumento del nivel del mar con estimación de la población afectada realizados y socializados.	DIMAR
Modelación de cuencas para el conocimiento de la amenaza por sequía e inundación.	Realizar la modelación hidrológica de las cuencas que presentan mayor amenaza por sequía e inundación.	Modelación hidrológica de 6 cuencas realizadas anualmente.	IDEAM
Desarrollo y promoción de metodología de evaluación de la amenaza por inundación y avenidas torrenciales.	Desarrollar metodología de evaluación de la amenaza por inundación para los procesos de ordenamiento territorial y de cuencas.	Guía metodológica para el análisis de la amenaza por inundaciones y avenidas torrenciales publicada y socializada.	IDEAM
Estudios de riesgo por inundaciones y avenidas torrenciales en municipios expuestos a estas amenazas.	Realizar estudios de evaluación de riesgo por inundación lenta y rápida en los municipios previamente priorizados por las autoridades competentes.	Un estudio de evaluación del riesgo por inundación lenta y rápida por cada municipio previamente seleccionado.	Entidades Territoriales UNGRD

Nota. Adaptado de Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (2015).

Tabla 4

Intervenciones para la reducción del riesgo de desastres por fenómenos de origen socio-natural.

PROYECTO	OBJETIVO	META	ENTIDAD
Obras de mitigación frente a amenazas producidas por fenómenos como movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones.	Implementar obras de mitigación frente a amenazas producidas por fenómenos por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones identificadas en los planes departamentales y municipales de gestión del riesgo de desastres.	Obras de mitigación frente a amenazas por fenómenos de movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones definidas en los planes departamentales y municipales de gestión del riesgo de desastres.	ENTIDADES TERRITORIALES

Nota. Adaptado de Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (2015).

Finalmente, los últimos proyectos relacionados a las inundaciones son los relacionados con la preparación en los niveles territoriales para la respuesta de emergencias (ver Tabla 5).

Tabla 5*Preparación en los niveles territoriales para la respuesta a emergencias.*

PROYECTO	OBJETIVO	META	ENTIDAD
Implementación de sistemas de alerta a nivel regional y local.	Mejorar la capacidad y los tiempos de alistamiento y reacción de la comunidad y entidades frente a fenómenos objeto de monitoreo como huracanes, tsunamis, volcánicos, inundaciones, crecientes torrenciales, movimientos en masa, entre otros.	Sistemas de alerta implementados en su componente organizacional para los escenarios de riesgo contundentes a nivel regional y local.	Entidades Territoriales UNGRD

Nota. Adaptado de Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (2015).

2.2.3.3 Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación (2017). Este documento aborda el análisis de las inundaciones con fines de elaboración de mapas de inundación a través de las siguientes temáticas:

- Definición de inundación y tipos de inundaciones.
- Clasificación de mapas de inundación.
- Metodologías y fuentes de **información disponibles** para la elaboración de los mapas de susceptibilidad, evento, amenaza y zonificación de la amenaza por inundación.
- Casos de estudio para mapas de susceptibilidad, de evento, de amenaza y zonificación de amenaza por inundación.

En la Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación (IDEAM, 2017) definen 7 tipos de estos para proveer información de eventos pasados o la extensión probable de inundación y sus impactos; la cual ayuda a servir de referencia a las personas y entidades encargadas de la elaboración, revisión, aprobación, o interpretación de este tipo de cartografía,

para los múltiples campos de aplicación y así orientar las acciones en reglamentación de uso de suelo y gestión territorial.

De tal forma, dependiendo de la información disponible, de la escala de trabajo y del objetivo del mapa, es posible elaborar distintos tipos de mapas de inundación.

2.2.3.3.1 Mapa de susceptibilidad de inundación. Estos mapas son el primer paso para los mapas más detallados. **Indica el tipo de inundación** (lenta o súbita) y los **límites externos** para un evento extremo elaborado por la superposición de áreas potencialmente inundables y los usos del suelo u otros parámetros que **representen daño potencial**. Por tanto, la zona afectada es una superposición de mapas topográficos, imágenes de satélite o mapas de uso del suelo. El principal **objetivo** es para **planeación estratégica**, por ejemplo: programa de inventario de inundaciones, planeación nacional o regional, planificación de emergencias y gestión de riesgos.

2.2.3.3.2 Mapa de evento de inundación. Estos mapas **muestran eventos** de inundaciones observadas con su respectiva extensión de la inundación registrada por diferentes medios. Están basados en **eventos recientes o pasados**, cuya información del evento puede ser obtenida de varios tipos de fuentes, tales como documentos históricos o imágenes de satélite, debidamente interpretadas y verificadas. Dichos mapas incluyen **límites de la inundación, nivel de inundación registrado**, caudales, profundidades y secciones transversales.

Particularmente, se usa para la **validación de modelos hidrológicos e hidráulicos** para mapas de amenaza de inundación, la concientización de los eventos pasados para **concientizar** a la población, ya que al presentarlos junto con los mapas de amenaza (áreas de inundación pronosticadas), se recalca en la amenaza de inundación prevaleciente.

Los esquemas de mitigación de inundaciones pueden haber sido implementados después del evento de inundación, lo cual habrá **reducido** significativamente la **probabilidad** de futuras **inundaciones** en las áreas **inundadas anteriores** (IDEAM, 2017).

2.2.3.3 Mapa de amenaza de inundación. Provee información gráfica de la inundación esperada (profundidades, extensión, velocidad del flujo, etc.) para un evento de probabilidad dada o varias probabilidades.

La información incorporada en un mapa de amenaza de inundación para una probabilidad de ocurrencia dada es:

- Extensión de la inundación (áreas cubiertas por el agua).
- Velocidad del flujo (m/s).
- Profundidad del agua (m).

Otros parámetros de amenaza representados en el mapa tales como:

- Propagación de la inundación (km/h).
- Profundidad * Velocidad (m*m/s), el cual es un indicador del grado de amenaza.

Los mapas de amenaza de inundación proporcionan información básica para desarrollar la **orientación técnica** sobre varios problemas de **manejo de llanuras de inundación** y ayudan a las diferentes partes interesadas, incluyendo los gobiernos locales a **tomar decisiones** en la gestión de inundaciones.

Son importantes para la **evaluación** del **riesgo de inundación**, el desarrollo de **planes de mitigación de inundaciones**, la **preparación** de esquemas de manejo integral del **riesgo de inundación** y, en particular, para la **planificación urbana local**. Los mapas de amenaza de inundación forman la **base** para los **mapas de riesgo de inundación**, mapas de emergencia de inundación y otros mapas relacionados (IDEAM, 2017).

2.2.3.3.4 Mapa de zonificación de amenaza por inundación. Estos mapas pueden considerarse mapas de amenaza de inundación adaptados con fines de planificación. Las zonas **muestran las amenazas existentes**, clasificadas como amenaza baja, media o alta.

Los planificadores se ocupan de **localizar áreas** con una **exposición limitada** a los **peligros para diversos usos**, como los asentamientos humanos, las industrias, la infraestructura y la agricultura.

La planificación del uso de la tierra no influye en los riesgos existentes, pero se pueden inducir cambios en el uso de la tierra. Esto es normalmente muy difícil ya que los derechos existentes deben ser compensados. Sin embargo, es la **medida más efectiva para frenar el actual aumento continuo del riesgo y el potencial de daño**. Los códigos de construcción deben estar vinculados a las zonas de amenaza. El requisito previo es que **la construcción se adapte a la situación de amenaza** (IDEAM, 2017).

2.2.3.3.5 Mapa de vulnerabilidad de inundación. Indica el daño potencial a personas, bienes, infraestructura y actividades económicas expuestas a inundaciones, directa o indirectamente. Se puede presentar en términos cuantitativos o cualitativos a través de indicadores.

La vulnerabilidad a las inundaciones **depende** de las **personas expuestas, los activos** y la **infraestructura**, por un lado, y **la magnitud del peligro** por el otro (lo más relevante son la **profundidad del agua, la velocidad del flujo** y la **duración de la inundación**). Los mapas de vulnerabilidad **pueden contener todos los grupos de información anteriores** o crear cada uno como una capa independiente. Dependiendo de la escala, el contenido puede ser generalizado usando indicadores o **detallado con prioridad a la exposición de grupos particulares de personas** (por ejemplo, ancianos, discapacitados, etc.).

Los mapas de vulnerabilidad **proporcionan la base** para mapas de **riesgo de inundación** que apoyan **las decisiones de gestión de riesgo de inundación** y son la entrada necesaria para la **planificación de emergencia**.

Los mapas de vulnerabilidad son una base para **la planificación** de las **contramedidas**, **pero no conducen directamente a la acción**, muestran las posibles **consecuencias** de un evento de **inundación en la actividad humana**. Por otro lado, para desarrollar mapas de riesgo, la vulnerabilidad de un área en términos monetarios es necesaria para evaluar sus riesgos.

Los parámetros de **vulnerabilidad pueden variar rápidamente con el tiempo**. Por lo tanto, se debe construir una **base de datos** para permitir una **actualización regular**. Esto es de particular importancia para los mapas de vulnerabilidad que sirven de base para la planificación de emergencias.

2.2.3.3.6 Mapa de riesgo de inundación. Los mapas de riesgo de inundación **integran** las **amenazas** potenciales con las **vulnerabilidades de actividades económicas** cuando se exponen a **inundaciones** de un rango de probabilidades. El término "mapa de riesgo de inundación" se utiliza con frecuencia, pero a menudo no en su sentido estricto.

Los mapas de riesgo son una **integración** de mapas de **amenazas** y mapas de **vulnerabilidad**, mostrando el daño medio por unidad de área, a menudo expresado en términos monetarios (pérdida potencial por unidad de área y tiempo). El riesgo es el único parámetro que permite una comparación de los diferentes riesgos y es una necesidad en la evaluación económica.

Aunque la pérdida de vidas se expresa a veces en términos monetarios, el riesgo para las personas se debe mostrar por separado, porque la aceptación difiere considerablemente para los diferentes usuarios del mapa. Los mapas de riesgos, en sentido estricto, son un **instrumento de evaluación**.

La comparación de los riesgos con y sin medidas se utiliza para demostrar la eficacia y la justificación económica, por lo tanto, apoyan el establecimiento de prioridades para las medidas de reducción de riesgos.

- **Gestión de inundaciones.** Al comparar diferentes mapas de riesgo (basados en escenarios con y sin contramedidas), el efecto global de las medidas puede evaluarse, tal como el análisis costo-beneficio.

- **Planificación del uso de la tierra.** Se ocupa del desarrollo futuro y, por lo tanto, necesita mapas de riesgos. En los mapas de riesgo, pueden verse las consecuencias de los errores del pasado.

- **Seguros.** Los mapas de riesgo proporcionan información sobre el valor de los activos expuestos y ayudan a las compañías de seguros a fijar las primas para los contratos individuales.

2.2.3.3.7 Mapa de emergencia de inundación. Se basa en mapas de riesgo, vulnerabilidad y riesgo, dependiendo del propósito. La respuesta a las inundaciones necesita una preparación cuidadosa, ya que el tiempo para responder es un factor limitante. Los planes de **preparación para emergencias** se basan en **varios escenarios** probables que podrían **desarrollarse** durante **las inundaciones**, incluyendo los peores escenarios.

Advertencia: la planificación de emergencia y las operaciones de rescate están estrechamente vinculados. **La previsión y la alerta** son elementos esenciales en la **gestión del riesgo** para evitar la pérdida de vidas. Los **mapas de inundación** pueden definir la **región o las ubicaciones** para las cuales el pronóstico debe ser establecido y **las rutas de la evacuación** y la ubicación de los **refugios** seguros. Los **mapas de emergencia de inundación** se desarrollan **sobre una base de necesidades**. Sin embargo, el mapa de base adecuado y la información adicional son relevantes para una emergencia.

Por último, se detallan las metodologías de los siguientes mapas, lo cual se resume en la siguiente tabla.

Tabla 6

Conocimiento del riesgo de desastres por fenómeno de origen socio natural.

Tipo de mapa	Información básica	Metodología	Producto
Mapa de susceptibilidad	➤ Sistemas morfogénicos. ➤ Geomorfología.	Identificación de unidades susceptibles a procesos de inundación.	Zonas susceptibles de inundación.
Mapa de evento	➤ Sensores remotos: Imágenes ópticas y radar, Aerofotografías. ➤ Información histórica de eventos: Registros estaciones hidrológicas, información documental, encuestas a pobladores y entidades de gestión de riesgo.	Reconstrucción de la extensión de la inundación, dado el evento hidrológico.	Áreas afectadas por inundación.
Mapa de amenaza	➤ Modelo de elevación digital • Hidrotopografía • Cartografía básica • Restitución fotogramétrica • Vuelos Lidar. ➤ Series hidrometeorológicas ➤ Mapas de eventos	➤ Modelación hidrológica. ➤ Modelación hidráulica.	Extensión de la inundación, velocidad del flujo, profundidad de la lámina de agua.
Mapa de zonificación	➤ Mapas de amenazas. ➤ Criterios de zonificación de la amenaza.	Zonificación de la amenaza a partir del criterio adoptado (velocidad y profundidad).	Categorización de la amenaza por cada tramo evaluado.

Nota. Adaptado de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2017).

2.2.3.4 Caja de herramientas: Incorporando la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en proyectos de inversión pública (2019). Este archivo fue desarrollado por el DNP, MinAmbiente, MinHacienda, UNGRD y GIZ, y está compuesto por los siguientes documentos:

- *Orientaciones para formular proyectos.* Documento que contiene las orientaciones para formulación de proyectos de gestión del riesgo y adaptación al cambio climático
- *Metodología para evaluar los riesgos.* Documento que contiene la metodología para la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de desastres, incluidos el riesgo climático y la evaluación costo beneficio, en la formulación y estructuración de proyectos en fase de prefactibilidad (fase II) y fase de factibilidad (fase III).
- *Guía para analizar los riesgos.* Documento que contiene la guía para realizar análisis de riesgos de desastres en proyectos de inversión pública.
- *Instructivo para verificación.* Documento que contiene la matriz que permite hacer una revisión del análisis de riesgos de desastres, que contiene su respectivo instructivo.

Sin embargo, siguiendo la temática de esta investigación, solo se va a tener en cuenta para el análisis la sección correspondiente a la “metodología para evaluar los riesgos”, el cual tiene por objetivo ofrecer una metodología para realizar la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, en el proceso de formulación de proyectos de inversión pública, en relación con eventos amenazantes de inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, vendavales, erosión costera y ascenso en el nivel del mar, incendios forestales y sequías. Así mismo, brinda insumos para seleccionar entre las medidas de intervención identificadas, la que arrojen una mejor relación costo/beneficio, incluida la evaluación de cobeneficios, luego de incorporar en el análisis la variabilidad, los escenarios y los riesgos climáticos.

Además, contiene la metodología para la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de desastres, incluidos el riesgo climático y la evaluación costo-beneficio, en la formulación y estructuración de proyectos en fase de prefactibilidad (fase II) y fase de factibilidad (fase III).

En este documento se propone que la escala mínima de análisis en prefactibilidad debe ser la escala 1:25.000, que permitirá una aproximación a la amenaza, suficiente para decidir qué estudios se deben realizar en esta fase; mientras que, para los proyectos o en fase de factibilidad, recomienda que los estudios se realicen a la escala de diseño del proyecto.

Las metodologías de estudio de las amenazas varían de acuerdo con el desarrollo científico y por ello, algunas pueden llegar a niveles cuantitativos y otras simplemente se apoyan en los registros históricos y en el criterio experto.

Esta metodología recomienda algunos métodos de análisis para los eventos amenazantes priorizados para el análisis. Una vez zonificada y analizada la amenaza, se procede al análisis de los elementos expuestos y enseguida al análisis de la fragilidad y de resiliencia, esto es, el análisis de capacidades. Con lo anterior, se realiza el análisis de la vulnerabilidad, destacando que, al igual que en el caso de la amenaza, el nivel de avance científico permite una mayor o menor precisión; con suficientes y robustas fuentes de información que permiten hacer una buena aproximación a la vulnerabilidad.

Estimadas la amenaza y la vulnerabilidad, se puede realizar la evaluación del riesgo. Esta evaluación está orientada a estimar el nivel de daños o pérdidas y a establecer las medidas de intervención o tratamiento del riesgo. Para lo anterior, la metodología se apoya en parámetros como los factores de seguridad, en los casos en que estén definidos, o factores de aceptabilidad y de tolerancia que pueden estar explícitos o implícitos.

A partir de la evaluación del riesgo, se establecen medidas de intervención, ya sea para la reducción de la amenaza o sus efectos, la reducción de la vulnerabilidad o para la adaptación al cambio climático. Con el fin de seleccionar las medidas más eficientes, estas son evaluadas mediante un análisis costo-beneficio que se propone sea a partir de instrumentos que no requieran la recolección de información primaria.

Las medidas de intervención pueden ser de diferente naturaleza, siguiendo un procedimiento como el que se registra a continuación:

- Análisis de las alternativas para la reducción del riesgo y adaptación al cambio climático.
- Evaluación de alternativas y selección de medidas de intervención o tratamiento.

Las medidas de intervención o tratamiento del riesgo pueden estar orientadas a reducir los efectos de la amenaza, de la vulnerabilidad, o incluso estar dirigidas a la adaptación al cambio climático; estas últimas siempre que su diseño considere eventos extremos por su frecuencia o intensidad o se usen modelos no estacionales para su análisis:

- Medidas de reducción de la amenaza (MRA).
- Medidas para la reducción de la vulnerabilidad (MRV).
- Medidas para la adaptación al cambio climático (MACC).

Por otro lado, el documento desarrolla el análisis de amenaza y vulnerabilidad para proyectos en fase de factibilidad. En la Figura 4 se pueden analizar los factores condicionantes por amenaza para proyectos.

Para la estructuración de proyectos en fase de prefactibilidad, los factores condicionantes de la amenaza hacen referencia a aquellas condiciones intrínsecas que hacen más susceptible el área de estudio a la ocurrencia del evento; es así como los factores condicionantes varían de acuerdo con el evento que se estudia. En la Figura 5 se presentan las variables a considerar y las

metodologías recomendadas para evaluar los factores condicionantes de cada amenaza bajo estudio.

Figura 4

Factores condicionantes por amenaza para proyectos en fase de factibilidad.

Eventos	Variables para considerar	Metodología sugerida*
Inundaciones	1. Relieve (Topografía, batimetría) 2. Análisis hidrológico 3. Análisis hidráulicos 4. Coberturas vegetales 5. Análisis climático del comportamiento de precipitaciones y sus tendencias	1. Relieve: Buenas prácticas de la topografía, ajustado al sistema oficial de datos de Colombia. 2. Hidrológico: Buenas prácticas hidrológicas basada en series históricos de las estaciones del IDEAM – CAR – EAAB. 3. Modelación HEC - RAS Para variabilidad climática se utilizarán modelos no estacionales. 4. Estudio de las coberturas vegetales naturales y antropogénicas en la cuenca según los métodos geoespaciales para analizar si estas pueden incidir en las inundaciones bajando la capacidad regulativa de cuencas hidrográficas. 5. A través de los métodos estadísticos analizar qué tipo de precipitaciones producen las inundaciones en cuencas hidrográficas y sus tendencias para aproximarse a la predicción de las inundaciones futuras bajo el escenario del cambio climático.

Nota. Tomado de Lozano & Caicedo (2019).

Figura 5

Factores condicionantes de amenaza para proyectos en fase de prefactibilidad.

Eventos	Variables para considerar	Metodología sugerida
Inundaciones	1. Régimen hidráulico (Torrencial, planicie, etc.) 2. Geomorfología (llanuras de inundación) 3. Concepto de ronda / Zonas de protección	La contenida en el "Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado" (Organización de los Estados Americanos [OEA], 1993), a escala 1:10.000 y 1:25.000 Actualizada con conceptos modernos

Nota. Tomado de DNP (2020).

2.2.4 España

En el caso de España, se han logrado identificar diferentes entidades relacionadas con las inundaciones y, estas, a su vez, presentan subdirecciones locales como nacionales. En la Tabla 7 se encuentran descritas las más relevantes e importantes.

Tabla 7

Entidades de España relacionadas con las inundaciones.

Nombre	Siglas	Descripción	Portal web
Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2008-2011)	<i>MARM</i>	A este, corresponde la propuesta y ejecución de la política del Gobierno en materia de lucha contra el cambio climático, protección del patrimonio natural, de la biodiversidad y del mar, agua, desarrollo rural, recursos agrícolas, ganaderos y pesqueros, y alimentación.	https://www.mapa.gob.es/es/
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2018-Actualidad)	<i>No aplica</i>	Asume la elaboración de la legislación estatal en materia de aguas y costas, cambio climático, protección de la biodiversidad, medio ambiente, montes, meteorología y climatología, también asume la gestión directa del dominio público hidráulico de las cuencas intercomunitarias, del dominio público marítimo-terrestre.	https://www.miteco.gob.es/es/
Dirección General de Protección Civil y Emergencias	<i>No aplica</i>	Lleva a cabo la elaboración del Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH), con el objetivo de sistematizar y homogeneizar la recopilación de datos sobre inundaciones históricas a nivel nacional, así como de facilitar y asegurar su actualización ante la ocurrencia de nuevos episodios de inundación.	https://www.proteccioncivil.es/
Confederaciones Hidrográficas	<i>No aplica</i>	Desempeñan un importante papel en la planificación hidrológica, gestión de recursos y aprovechamientos, protección del dominio público hidráulico, concesiones de derechos de uso privativo del agua, control de calidad del agua, proyecto y ejecución de nuevas infraestructuras hidráulicas, programas de seguridad de presas, bancos de datos.	https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/funciones-estructura/organismos-publicos/confederaciones-hidrograficas/default.aspx
Instituto Geológico y Minero de España	<i>IGME</i>	Es un organismo Público de Investigación, con carácter de organismo autónomo, adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación. Una de sus líneas de investigación es el estudio de los recursos hídricos subterráneos, de su calidad natural, y de las presiones e impactos a que están sometidos.	http://www.igme.es/

2.2.5 Directivas y normativas en España

Las leyes, directivas y normativas en el país de España también se le conocen como directrices. A continuación, se describen los decretos relevantes para la evaluación y gestión de riesgos de inundación.

Tabla 8

Normativas y decretos de España.

Decreto o Ley	Descripción
Real Decreto 849/1986	Se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que dará, por un lado, respuesta a los requisitos impuestos por la Comisión Europea y, por otro, a las necesidades técnicas de información de organismos públicos, empresas y particulares para realizar una gestión óptima del espacio fluvial.
La Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo	Establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, impone la elaboración de planes de gestión de cuenca fluvial para cada demarcación hidrográfica con objeto de conseguir un buen estado químico y ecológico, y contribuirá a mitigar los efectos de las inundaciones
Directiva 2007/60/ce del parlamento europeo y del consejo	Se plantea la necesidad de detectar aquellas zonas especialmente expuestas a riesgo de inundación sobre las que realizar estudios de peligrosidad y riesgo, así como los planes de gestión correspondientes.
Real Decreto 9/2008	Se modifica el título del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, en el cual el álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias. La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.
Real Decreto 903/2010	Este real decreto tiene como principales objetivos obtener un adecuado conocimiento y evaluación de los riesgos asociados a las inundaciones y lograr una actuación coordinada de todas las administraciones públicas y la sociedad para reducir las consecuencias negativas de las inundaciones.
Decreto 201/2015	Este decreto ha incorporado criterios de vulnerabilidad social y la hora de establecer los niveles de riesgo de inundación, además de mejorar la determinación de la peligrosidad con criterios geomorfológicos.

2.2.5.1 Gestión, técnicas y herramientas en España. Desde inicios de la década de 1980, un reducido grupo de técnicos (Elízaga, Ayala, Durán y Pernía) toma las riendas de la producción

cartográfica en la temática de inundaciones, publicando informes y mapas pioneros en España; ya desde este momento se intenta normalizar estos mapas temáticos, y surgen las primeras tentativas de guías, normativas y leyendas unificadas. La publicación del libro *Geología y prevención de daños por inundaciones* (Durán & Ayala, 1985) y la aparición de series homogéneas de producción cartográfica, como los *Mapas previsores del riesgo de inundaciones en núcleos de población* (Ayala, 1986a).

El detonante definitivo para dar forma a la guía metodológica fue la organización por parte del IGME, gracias a la colaboración con el Consorcio de Compensación de Seguros, de las Jornadas Técnicas sobre Cartografía de Peligrosidad de Inundaciones (INUNMAP, 2006).

2.2.6 Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones - guía metodológica para su elaboración (2008)

El objeto principal de esta guía para la elaboración de mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones, es servir de referencia a las personas interesadas en la realización de estas cartografías, su revisión o visado, o su interpretación para cualquiera de los campos de aplicación a los que se enfoque.

Las Metodologías y procedimientos para el análisis de la peligrosidad de inundaciones se realiza empleando de forma combinada y complementaria una serie de técnicas y procedimientos, que a grandes rasgos pueden agruparse en tres aproximaciones metodológicas: métodos históricos y paleohidrológicos, métodos geológicos y geomorfológicos, y métodos hidrológicos e hidráulicos (Díez-Herrero, 2002). A parte están los métodos mixtos y los de fundamento botánico o ecológico, como los dendrogeomorfológicos (Díez-Herrero et al., 2007) (ver Tabla 9).

Tabla 9*Métodos de análisis de la peligrosidad de inundaciones.*

Métodos	Información
Botánica	➤ Ecología de comunidades y formaciones vegetales. ➤ Dendrogeomorfolología y dendroclimatología. ➤ Liqueuometría.
Históricos	➤ Archivos, bibliotecas y hemerotecas. ➤ Caudales históricos registrados o medidos. ➤ Entrevistas y encuestas. ➤ Grabaciones audiovisuales. ➤ Puntos conflictivos por inundaciones históricas. ➤ Cartografías de eventos históricos de inundación. ➤ Marcas de nivel de inundaciones históricas.
Hidrológicos	➤ Modelación hidrológica ○ Análisis estadístico. ○ Métodos hidrometeorológicos. ○ Estimación de caudales. ○ Propagación de caudales de crecida. ○ Hidrograma de crecida propagado. ➤ Modelación hidráulica ○ Flujo unifásico. ○ Flujo bifásico.
Geomorfológicos	➤ Parámetros morfogenéticos de la cuenca y la red de drenaje. ➤ Microtopografía del cauce (canal, bancos y llanura inundable). ➤ Depósitos de marcas y paleoinundaciones. ➤ Delimitación de áreas geomorfológicamente activas. ➤ Bases de datos georreferenciadas de paleoinundaciones.

Nota. Adaptado de Díez-Herrero et al. (2008).**2.2.7 Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas (2011)**

Es una guía para la elaboración de la cartografía de zonas inundables como un instrumento que facilita la homogeneización de los criterios y la calidad de los resultados entre todas las cuencas de España de los sistemas fluviales y costeros.

Esta guía propone métodos de trabajo (ver Tabla 10) que salvan las diferencias de criterio y técnicas empleadas por distintos grupos, basándose en una aproximación interdisciplinar al trabajo, integrando tanto los datos sobre inundaciones ocurridas en el pasado, como el análisis geomorfológico del entorno fluvial y costero y el desarrollo de modelos hidrológicos e hidráulicos, reforzando las fortalezas de cada método y supliendo o contrarrestando sus debilidades, con el objetivo de ofrecer unos resultados homogéneos en las distintas cuencas y que tengan la máxima fiabilidad.

Tabla 10

Procedimientos y análisis para el sistema nacional de cartografía de zonas de inundabilidad.

Procedimientos y Análisis	Información y metodología
Cartografía y datos básicos de partida	Se desarrollan los aspectos relacionados con la cartografía necesaria para la elaboración de los trabajos posteriores, necesitándose básicamente un modelo digital de alta resolución lo más actual posible, al igual que ortofotos actuales y fotos aéreas antiguas.
Estudios hidrológicos	Se desarrollan los estudios hidrológicos requeridos, que bien podrán obtenerse a partir de los mapas de caudales máximos en régimen natural, desarrollados por el CEDEX y propuestos para el desarrollo del SNCZI, o bien, cuando éstos no sean suficientes para llevar a cabo la modelización hidráulica, bien por existir alteraciones hidrológicas importantes en la cuenca que impidan la consideración de un régimen natural o bien por la necesidad de utilizar una modelización hidráulica en régimen variable que requiera la construcción de un Hidrograma de la avenida que se propagará a lo largo del tramo, mediante estudios hidrológicos complementarios.

Procedimientos y Análisis	Información y metodología
Análisis históricos	Se desarrolla el análisis histórico del tramo considerado, a través de un estudio evolutivo del medio fluvial, comparando la situación actual con, al menos, la disponible en el vuelo americano realizado durante los años 1956/57 y la reconstrucción, cuando sea posible, de series históricas de inundaciones.
Análisis geomorfológicos	Se desarrollan las bases para la realización de los estudios geomorfológicos del tramo tratado, mediante una observación minuciosa, tanto en gabinete como en campo, del cauce y sus márgenes, analizando las evidencias encontradas de inundaciones y la delimitación de las unidades inundables, flujos secundarios.
Análisis geomorfológicos - históricos	Conjuga el análisis histórico con el geomorfológico, para identificar el Dominio Público Hidráulico probable y las distintas zonas inundables.
Estudio hidráulico	Se desarrollan los aspectos relacionados con la modelización hidráulica requerida para la delimitación de las zonas inundables, de la zona de flujo preferente y del cauce en base a la cartografía y la hidrología generadas, empleando modelos hidráulicos unidimensionales o bidimensionales.
Delimitación del dominio público hidráulico probable y de la zona de flujo preferente y zonificación de la inundabilidad	En la última fase, de calibración y delimitación de la inundabilidad, conviene que los equipos que hayan realizado ambos estudios estén perfectamente coordinados, con el fin de optimizar y aprovechar los avances realizados en ambos sentidos.

En muchas ocasiones, será el análisis histórico y geomorfológico el que alimente al estudio hidráulico, pero habrá otras muchas situaciones en las que esto sea al revés, y los resultados obtenidos a partir de la modelización hidráulica sirvan de ayuda al primero; lo cual se intenta reflejar en el último bloque de la guía, en su Capítulo 8.

2.2.8 Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones (2017)

El objetivo de la guía es aumentar la comprensión sobre el comportamiento y las consecuencias de las inundaciones, fomentar el compromiso de la sociedad en la autoprotección

y, con ello, en la reducción del riesgo, mediante la disminución de la vulnerabilidad de personas y bienes y el aumento de la resiliencia de edificios en zonas con riesgo de inundación

Ofrece una herramienta para materializar dicha reducción del riesgo a través de la recomendación de pautas y soluciones que se pueden acometer para minimizar las pérdidas ocasionadas por las inundaciones en las edificaciones. Como objetivos parciales se establecen los siguientes:

1. Identificar y recordar las responsabilidades del propietario, usuario y/o responsable de un edificio, local, vivienda o instalación.

2. Concienciar sobre la necesaria convivencia con las inundaciones y sobre el reto insoslayable de mitigar los efectos de las inundaciones entre todos.

3. Identificar el riesgo de inundación al que se está expuesto y realizar el diagnóstico de la situación actual.

4. Identificar las acciones para protegerse de una inundación y decidir cuál es el método más adecuado.

5. Identificar posibles acciones para recuperarse de una inundación y la importancia de disponer de una póliza de seguro.

6. Conocer los sistemas de indemnizaciones, ayudas económicas, subvenciones y otras medidas de recuperación.

2.2.9 Marco eficaz de gestión del riesgo de catástrofes en España (2021)

La información contenida en este documento ofrece una visión resumida y no exhaustiva del marco organizativo de la gestión del riesgo de catástrofes en España y adaptación al cambio climático en España, reflejando la coherencia y coordinación entre las distintas administraciones involucradas y los instrumentos de planificación y gestión existentes.

2.2.9.1. Instrumentos normativos y de gestión.

- En el marco europeo, el Parlamento aprobó la Directiva 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación. Esta Directiva tuvo su transposición en el ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

- La directriz básica de emergencias ante el riesgo de inundaciones (aprobada por Acuerdo de Consejo de Ministros de 9 de diciembre de 1994 y publicada en el BOE de 14 de febrero de 1995), establece el marco sobre el que se han desarrollado los planes especiales de protección civil de ámbito estatal y autonómico, donde se relaciona expresamente el nivel del riesgo de inundación del territorio con la planificación territorial y los usos del suelo.

- Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de Inundaciones, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 29 de julio de 2011. Actuaciones prioritarias:

- Fortalecer la vinculación de la planificación de protección civil en los planes de ordenación del territorio, uso del suelo y desarrollo urbanístico.

- Promover el uso del Sistema Nacional de Cartografía de zonas inundables, identificando los elementos más vulnerables a efectos de protección civil en dichas áreas.

- Fortalecer los Sistemas de Aviso Hidrológico de los Organismos de Cuenca, desarrollando equipos y herramientas predictivas de fenómenos adversos, especialmente en aquellos casos susceptibles de causar inundaciones.

- Fomentar el desarrollo de nuevas herramientas predictivas de fenómenos meteorológicos extremos, especialmente en aquellos casos susceptibles de causar inundaciones.

La siguiente tabla resume los instrumentos de planificación, los organismos responsables y los órganos de coordinación para cada uno de los riesgos clave. Sin embargo, debido a la temática de este documento, solamente se destaca el riesgo relacionado a las inundaciones.

Tabla 11

Instrumento de planificación y organismos responsables para las inundaciones.

Riesgo clave	Instrumentos de planificación	Organismos responsables	Gobernanza, órganos de coordinación
Precipitaciones extremas e inundaciones	o Directiva 2007/60/CE. o Real Decreto 903/2010. o Planes de gestión del riesgo de inundación. o Plan nacional de predicción y vigilancia de fenómenos meteorológicos adversos (meteoalerta).	o DG aguas demarcaciones hidrográficas MITERD. o AEMET-MITERD. o Protección civil.	o Grupo Español de inundaciones. o Comisión permanente de adversidades climáticas y medioambientales.

Nota. Adaptado de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021a).

2.2.10 Orientación técnica sobre la impermeabilización climática de las infraestructuras en el período 2021-2027 (Comisión Europea, 2021)

Este documento proporciona orientación técnica sobre la protección climática de la infraestructura que cubre el período de 2021-2027.

La prueba climática es un proceso que integra medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en el desarrollo de proyectos de infraestructura. Permite a las instituciones europeas e inversores privados para tomar decisiones informadas sobre proyectos que califiquen como compatibles con el Acuerdo de París. El proceso se divide en dos pilares (mitigación, adaptación) y dos fases (selección, análisis detallado).

El análisis detallado está sujeto al resultado de la fase de selección, lo que ayuda a reducir la carga administrativa.

La infraestructura es un concepto amplio que abarca edificios, infraestructura de red y una variedad de sistemas y activos construidos.

Por ejemplo, el Reglamento *InvestEU* incluye una lista completa de inversiones elegibles en el marco de la política de infraestructura sostenible.

Las orientaciones contenidas en este documento cumplen los siguientes requisitos establecidos en la legislación para varios fondos de la UE, en particular *InvestEU*, *Connecting Europe Facility* (CEF), *European Regional Development Fund* (FEDER), *Cohesion Fund* (FC) y *Just Transition Fund* (JTF):

- Es concordante con el Acuerdo de París y los objetivos climáticos de la UE, lo que significa que es coherente con una vía creíble de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en consonancia con los nuevos objetivos climáticos de la UE para 2030 y la neutralidad climática para 2050. La infraestructura con una vida útil más allá de 2050 también debe tener en cuenta la operación, el mantenimiento y el desmantelamiento final en condiciones de neutralidad climática, que pueden incluir consideraciones de economía circular.
- Sigue el principio "la eficiencia energética primero", que se define en el Artículo 2, Apartado 18, del Reglamento (UE) 2018/1999.
- Sigue el principio "no causar daño significativo", que se deriva del enfoque de la UE sobre finanzas sostenibles y está consagrado en el Reglamento (UE) 2020/852 (Reglamento sobre taxonomía).

Esta guía aborda dos de los objetivos ambientales de la mitigación y adaptación al cambio climático.

La evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos sigue siendo la base para identificar, evaluar e implementar medidas de adaptación al cambio climático.

Es importante documentar de manera específica y creíble las prácticas y los procesos de protección contra el clima; en particular, porque la documentación y verificación de la protección contra el clima forma una parte esencial de la justificación para tomar decisiones de inversión.

Con base en las lecciones aprendidas de los principales proyectos de protección contra el clima durante el período 2014-2020, esta guía integra la protección contra el clima con la gestión del ciclo del proyecto (PCM), las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) y los procesos de evaluación ambiental estratégica (EAE), e incluye recomendaciones para apoyar los procesos nacionales de protección contra el clima en los Estados miembros.

2.3 Análisis y discusión de resultados

Según los resultados obtenidos a lo largo de la búsqueda, se puede analizar que existen aspectos clave para el manejo y estudio de las inundaciones en Colombia, que España ha adelantado a lo largo de los años mediante la incorporación de normativas, y, sobre todo, una implementación temprana de manuales o metodologías por parte de entidades estatales sin haberse manifestado desastres naturales de gran magnitud comparado con las pérdidas económicas y humanas ocurridas en Colombia. Por ello, a continuación, se discutirán los temas relevantes que están relacionados con el propósito de la revisión bibliográfica mediante comparaciones de la información más importante recolectada.

Se puede analizar que el documento desarrollado por el Banco Mundial Colombia nos deja un exhaustivo análisis para reducir el riesgo de inundaciones y deslizamientos, por medio de la planeación, la inversión, el seguimiento y control, y la articulación de los diferentes agentes responsables de la administración de las cuencas hidrográficas. Para ello, el Departamento

Nacional de Planeación solicitó el apoyo a un organismo internacional para llevar a cabo la evaluación integral de las políticas de gestión del riesgo, así como en la formulación de recomendaciones estratégicas a corto y largo plazo, que contribuyan a reducir la afectación de la población y el impacto económico de los desastres.

En él se determina que mientras hay un buen desarrollo de la amenaza sísmica, que actualmente exige estudios de detalle sobre microzonificación sísmica en municipios para la toma de decisiones, no está ocurriendo lo mismo con el conocimiento sobre deslizamientos e inundaciones.

Para el año 2012, el Servicio Geológico Colombiano y el IDEAM habían adelantado investigaciones para obtener los mapas nacionales de amenaza como lo refleja el libro sobre los sistemas morfogénicos del territorio colombiano, en el cual, se describen las estructuras morfogénicas y las relacionan con un tipo de amenaza; no obstante, muy pocas de estas investigaciones y mapas han sido tomados en cuenta como insumos para identificar proyectos específicos de otros niveles de detalle en las regiones o para la planificación de proyectos de infraestructura (Campos et al., 2012).

Por otro lado, deja en evidencia la descoordinación de los planes de manejo de cuencas y los planes de ordenamiento territorial y la pésima inversión para las medidas correctivas para mitigar las inundaciones. Desde el 2012, ya se venía trabajando la adopción de una medida para el control y el manejo de inundaciones ya que, para esa época, las políticas y normas no son suficientes y no existen responsables con roles claros que lo manejen. Existen también medidas para la reducción del riesgo como el control de la erosión, la reforestación, la realización de obras de mitigación (diques, muros de contención, etc.) pero totalmente desarticuladas ya que algunas

veces transfieren el problema a otros sectores debido a la falta de una visión integral que en este caso sería la visión general de la cuenca.

Las Corporaciones Autónomas Regionales son las entidades encargadas de la elaboración de los planes de ordenamiento de las cuencas hidrográficas y ejecutar obras para la defensa contra las inundaciones, que mediante la Ley 388 de 1997 se usa como una herramienta para la prevención y control de la degradación de cuencas y el manejo del riesgo por inundaciones, cuya herramienta no se ha sabido aprovechar debido a la ineficacia de los entes encargados.

Otros inconvenientes existentes son los numerosos estudios técnicos sobre inundaciones en sectores específicos que no se incorporan a los POT municipales y que, a pesar de la inversión y financiación como instrumento público, no se continúa con un proceso de seguimiento a la problemática ya que se diluye en varias entidades.

Una problemática bastante grave es el POMCA en algunas regiones de Colombia, ya que la información sobre amenazas y vulnerabilidades son manejadas de manera general lo cual dificulta a los municipios la inclusión del plan para la toma de decisiones en ordenamiento público.

La organización es fundamental para la adecuada toma de decisiones, pero hay regiones donde existen diferentes actores donde no se trabaja de manera adecuada. A su vez, el conocimiento e información sobre datos de estudios en un sector específico no incluye, la mayoría de veces, una evaluación sistemática a la región dificultando la coherencia del peso de esa información y otras veces no existe una definición de las medidas estructurales y no estructurales para la reducción de riesgos ya que las inundaciones en algunas partes de Colombia son periódicas.

Es importante resaltar que mediante el análisis que realizó el Banco Mundial en el 2012 repercutió en la gestión de las inundaciones, una evidencia de ello es el Decreto 1077 del 2015, en el cual se establecen las condiciones para incorporar de manera gradual la gestión del riesgo en la

revisión de los planes de ordenamiento territorial municipal y distrital, y pone en marcha los estudios básicos de amenaza de inundación, definiendo así los insumos con los cuales se deben trabajar y los productos a realizar con informaciones obtenidas de estudios o informes técnicos.

Otro documento importante es el del “Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2025” ya que el PNGRD reemplaza el Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres vigente adoptado mediante el Decreto 93 de 1998; en ese documento se proponen metas para mejorar el conocimiento del riesgo de desastres, reducir las condiciones existentes de riesgos de desastres y se describen proyectos puntuales asignando al fin una entidad responsable a estos proyectos.

Sin embargo, a pesar de este importante avance, solo fue hasta el 2015 que prácticamente se les asigna a entidades responsables el manejo y la implementación de todas esas normativas que ya existían desde tiempo atrás, tal vez pudiendo haber prevenido los desastres ocurridos anteriormente al 2015. Siguiendo ese orden de ideas, fue hasta el 2017 que se desarrolla la “Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación” creada por el IDEAM, en la cual se aborda el análisis de las inundaciones con el objetivo de elaborar mapas de susceptibilidad de inundación, eventos de inundación, amenaza de inundación, zonificación de amenaza por inundación, vulnerabilidad de inundación, riesgo de inundación y emergencia de inundación. Así mismo, la guía del IDEAM se basa en el documento de *Integrated flood management tools series, Flood Mapping* elaborado por la Organización Mundial Meteorológica en el 2013. Al analizar ese libro, se puede ver que el IDEAM ha traducido prácticamente el documento y realizó algunos propios mapas para desarrollar la metodología que en él se plantea. A su vez, toma información del documento del IGME del 2008 para la zonificación de amenaza por inundación y es hasta el

2017 que se le da un uso institucional al libro de sistemas morfogénicos del territorio colombiano del 2010.

En cuanto a la *Metodología para evaluar riesgos* se puede analizar la increíble coordinación de 4 entidades estatales (DNP, MinAmbiente, MinHacienda, UNGRD) y una internacional (GZI) para desarrollar este importante documento, el cual es un instrumento que facilita y articula el cumplimiento de la normatividad colombiana en lo que se refiere a la incorporación de la gestión del riesgo de desastres y el cambio climático en los proyectos de inversión pública; ya que brinda varias metodologías para evaluar el riesgo de inundación, dividiendo en 3 fases los proyectos a los que se le realiza y aplica un análisis para su evaluación. Sin embargo, es solo hasta el 2019 que se materializa el escrito con todas las descripciones metodológicas existentes y aplicadas en varios países del primer mundo como lo son Alemania, Australia y España.

La metodología involucra un análisis de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo desde su contexto histórico, asimismo los escenarios posibles durante el ciclo de vida del proyecto, lo que permite tener en cuenta la influencia de la variabilidad y el cambio climático en los factores de riesgo.

Por otro lado, en España, desde tiempo atrás, nos lleva demasiada ventaja y se ve reflejado desde la fundación del IGME en el año 1849 bajo el nombre de “Comisión encargada de elaborar la carta geológica de Madrid y general del Reino”, cuyo uno de los temas prioritarios de las actividades del Instituto han sido las inundaciones y su cartografía (Díez & Laín, 1998; Llorente et al., 2006).

Por otra parte, la normatividad en España siempre ha tenido la claridad de que las inundaciones son fenómenos naturales que no pueden evitarse. No obstante, algunas actividades

humanas (como el incremento de los asentamientos humanos y los bienes económicos en las llanuras aluviales y la reducción de la capacidad natural de retención de las aguas por el suelo) y el cambio climático están contribuyendo a aumentar las probabilidades de que ocurran, así como su impacto negativo. Sin embargo, la reducción del riesgo de inundación no es uno de los objetivos principales de la Directiva del año 2000 y tampoco tiene en cuenta los futuros cambios del riesgo de inundación que se derivarán del cambio climático.

En España, las Ciencias de la Tierra tienen un papel imprescindible en el estudio de la génesis y consecuencias de los eventos de avenida e inundación. En esta línea de pensamiento se sitúa la modificación del Real Decreto del Reglamento del dominio público hidráulico (Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, BOE nº14 de 16 de enero de 2008), que pone todos los métodos en igualdad de condiciones en el orden de prelación de las delimitaciones.

La guía metodológica del 2008 realizado por el IGME, es un importante instrumento ya que proporciona la recopilación de procedimientos y técnicas para desarrollar mapas de inundación; de hecho, una metodología que realiza es la revisión de botánica, la cual, el IDEAM, 9 años después, no presenta en su guía del 2017. Sin embargo, en la guía colombiana, a pesar de que no fue realizada por el servicio geológico colombiano, sí desarrollan las demás metodologías planteadas en la guía del IGME como la geomorfología, los eventos históricos, y los modelos hidrológicos. Además, las entidades de España desarrollaron otra guía en el 2011 para el sistema nacional de cartografía de zonas inundables, en la cual exponen la idea de que, tradicionalmente, la definición de zonas inundables ha sido considerada una labor de técnicos especialistas en modelización hidrológico-hidráulica y plantean la necesidad de combinar dichas tareas con el análisis geomorfológico-histórico de cauces y llanuras, en una labor multidisciplinar especialmente importante cuando se trata de definir el Dominio Público Hidráulico o las zonas

inundables de alta probabilidad, en un ejercicio de calibración y soporte mutuo. Dado que la modelización hidráulica se basa en una parte importante del análisis histórico y geomorfológico, en particular de la definición del cauce y de la extensión máxima de las inundaciones ocurridas en el pasado, proponen que es conveniente que el análisis se inicie con cierta antelación respecto de los modelos hidráulicos y en paralelo con la caracterización hidrológica.

La Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones busca ayudar a comprender la causa y efecto de los problemas causados por una inundación en un edificio o instalación y orientar sobre el modo de disminuir los daños. No pretende resolver toda la casuística que se pudiera presentar, pero sí proporcionar un catálogo de posibles soluciones facilitando referencias a otras fuentes de información. Esta guía se ha elaborado como herramienta de orientación especialmente destinada a los propietarios, usuarios o responsables de edificios, o partes de ellos (viviendas, comercios, instalaciones, colegios, hospitales, etc.). No se trata de una guía dirigida específicamente a ingenieros, arquitectos, contratistas de construcción o técnicos con habilidades en estos campos. No es un manual técnico de diseño o construcción.

Si bien, Colombia ha demostrado un importante avance en la materia relacionada a la gestión de desastres en los últimos años, España nos lleva varios años de ventaja en relación a la gestión de desastres por inundación ya que demuestran varias metodologías y una robusta información específica para este fenómeno natural, otro factor a recalcar en el manejo de las inundaciones es el organismo de la comisión europea debido a que tiene bastante peso al momento de realizar los decretos reales y los BoEs para crear esa normatividad excepcional que ha tenido España desde principio de siglo. Además, es de destacar la flexibilidad a la renovación de dichos lineamientos. Esto se ve reflejado en las directrices 2000 y 2007, aunque no se le puede dar todo el crédito a la comisión europea, ya que, en la literatura científica de España, ya se venían

desarrollando desde los 80's varios libros sobre el manejo de inundaciones y artículos científicos por parte de personas ajenas a las entidades estatales para tratar esta temática.

En cuanto a la comparación de las metodologías y procedimientos, impartidos por ambos países, es evidente que comparten bastante similitud ya que las guías metodológicas de Colombia se basan en hacer una recopilación sobre informes y libros internacionales, y, por lo tanto, de esa información recolectada forma parte la Guía del 2008 de España. No obstante, a lo anteriormente expuesto, se encuentran diferencias en el momento de registrar las inundaciones mediante el uso del dron o herramientas aéreas para detallar de mejor manera el fenómeno natural, ya que esta información se usa en la etapa de la metodología denominada “eventos históricos”. Asimismo, otras falencias se pueden destacar como el caso de las entidades estatales siendo un ejemplo la intervención del IGME para desarrollar las guías, mientras en Colombia la participación del servicio geológico colombiano no ha tenido gran relevancia en este campo y por consiguiente las guías metodológicas en Colombia las realiza el IDEAM debido a que los planes de desarrollo nacional en Colombia, directamente, deja a dicho ente como responsable junto al UNGRD y las CAR.

Es importante, también, destacar la última actualización de la información sobre las técnicas y procedimientos que hay en España mediante la recopilación del marco organizativo de la gestión del riesgo de catástrofes en el presente año; asimismo ocurre con las normativas tomando de ejemplo la “orientación técnica sobre la impermeabilización climática de las infraestructuras en el período 2021-2027” realizada por la comisión europea. En otro orden de ideas, en Colombia no existe una actualización en pequeños periodos de tiempo respecto a la normatividad y, por consiguiente, se tienen decretos con gran diferencia de años como el de 1998 hasta el nuevo decreto 1077 del 2015; es decir, más de una década para desarrollar estos lineamientos del manejo de la

gestión del riesgo, aparte de que en nuestra nación tampoco presenta una guía para usuarios que no sean profesionales o ajenos a informes con términos científicos como si ocurre con la “guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones” en España.

3. Conclusiones

A manera de conclusión, es evidente que ambas metodologías son comparables ya que abarcan los mismos temas en cuanto a la mitigación de desastres. Sin embargo, los procedimientos, técnicas y guías que existen en España pueden aportar mayor información al manejo de inundaciones en el territorio de Colombia para mejorar el entendimiento de los procesos y técnicas para la mitigación de las inundaciones. A continuación, se exponen las comparaciones específicas y conclusiones entre los procedimientos y normativas que tienen ambos países.

En España tienen entes internacionales como la comisión europea que desarrolla la normativa directamente para el manejo de las inundaciones, mientras que en Colombia no existe tal entidad internacional para crear esas leyes, lo cual supone una importante desventaja para el mejoramiento del conocimiento sobre normativas y estudios para la mitigación y manejo de las inundaciones.

En España, con la creación del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), ya se le delegaba como entidad responsable al manejo y cartografía de zonas inundables; es decir, desde hace más de un siglo. Por otro lado, en Colombia, hasta 1989, se crea el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, aclarando sus funciones, responsabilidades, y define el rol de las Corporaciones Autónomas Regionales como entes encargados de la elaboración de los Planes de Ordenamiento de las Cuencas Hidrográficas, así como promover y ejecutar obras de irrigación, avenamiento, y defensa contra las inundaciones. Sin embargo, este instrumento no se ha sabido aprovechar pues no se tiene una visión general de la cuenca.

En Colombia, hasta el 2015, el riesgo por inundaciones, las políticas y normas no son suficientes y no existen responsables con roles claros que lo manejen, a pesar de la variedad de leyes existentes. Esto cambia con el Plan de Desastres 2015-2025, en el cual se definen los organismos responsables y, asimismo, mediante el Decreto 1077 del 2015, se establecen las condiciones y escalas de detalle para incorporar de manera gradual la gestión del riesgo en la revisión de los planes de ordenamiento territorial municipal, definiendo los insumos para desarrollar los estudios básicos de la amenaza por inundación; mientras que, en España, la comisión europea ya lo había definido mediante la normativa del año 2000 y 2007.

En España, las ciencias de la tierra juegan un factor fundamental para el análisis de las inundaciones, mientras que, en Colombia, el servicio geológico tiene solamente mayor participación en la actividad sísmica y volcánica. Un ejemplo de ello son las guías metodológicas para la gestión de inundaciones desarrolladas por el Instituto Geológico y Minero de España, mientras en Colombia las desarrolla el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

La mayor parte de las administraciones públicas de los países desarrollados ha optado, desde hace décadas, por concentrar su actuación en las medidas preventivas y, dentro de ellas, en las clásicamente definidas como ‘no estructurales’: ordenación territorial, sistemas de aseguramiento, protección civil y educación en el riesgo; mientras en Colombia, solamente, después de grandes catástrofes, como la del fenómeno de La Niña 2010-2011 y 2014-2015, se desarrolla esa concentración en la medidas preventivas como obras y estudios de mitigación.

La elaboración de guías metodológicas dedicadas a concretar los métodos de reconocimiento, representación, escalas de trabajo, criterios de zonificación, y herramientas informáticas disponibles, constituyen un punto de partida básico en la prevención del riesgo en

ambos países. Sin embargo, España empieza, de manera temprana, el desarrollo de estas guías concretamente, como el libro de Mapas de Peligrosidad por Avenidas e Inundaciones - Guía Metodológica para su Elaboración para el año 2008 y, en Colombia, se desarrolla este tipo de documento hasta el 2017 mediante la guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

España posee años de ventaja en la gestión de las inundaciones debido a sus tempranos lineamientos, leyes y normativas como la Directiva 2007/60/ce del parlamento europeo para la investigación sobre estos riesgos. A su vez, tanto sectores públicos como privados han promovido esta línea investigativa.

A modo general de conclusión, Colombia ha empezado tarde con los lineamientos y metodologías y, sin embargo, va por buen camino mediante las realizaciones y actualizaciones de las normativas y guías de las entidades estatales, como el IDEAM, para mitigar la amenaza analizada a lo largo de este documento.

Referencias Bibliográficas

- Ayala, F. J. (1986a). *Mapa previsor de riesgos por inundaciones en núcleos urbanos de Andalucía y Extremadura*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Ayala, F. J. (1986b). *Estudio geológico para la previsión de riesgos por inundaciones en el País Vasco (Álava y Vizcaya) y Condado de Treviño. E 1/100.000*. Serie Geología Ambiental. IGME.
- Campos, A., Holm-Nielsen, N., Díaz, C., Rubiano, D. M, Costa, C. R., Ramírez, F., & Dickson, E. (Eds.). (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas*. Banco Mundial Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.11762/18426>
- Campos, A., Magrín, G., Camargo, J. C., & Arias, L. M. (Eds.). (2009). *Articulando la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático en el sector agropecuario*. PREDECAN. <https://www.bivica.org/file/view/id/629>
- CAR. (s.f.). *Objetivos y Funciones - Ley 99 de 1993 (Artículo 31)*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. <https://www.car.gov.co/vercontenido/5>
- CEE. (2007). Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 23 de octubre del 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 288, 27-34. DOUE-L-2007-82010.
- CEPAL. (2008). *Agricultura, desarrollo rural, tierra, sequía y desertificación: resultados, tendencias y desafíos para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3611/1/S2008295_es.pdf
- DGPCE (2021). *DGPCE España*. <http://www.proteccioncivil.es/presentacion>

- Díez, A. & Laín, L. (1998). Aportaciones de los estudios realizados por el ITGE a la prevención del riesgo de inundaciones en España. En A. Gómez & F. Salvador (Eds.), *Investigaciones recientes de la Geomorfología española*, 603-612.
- Díez-Herrero, A. (2002). Condicionantes geomorfológicos de las avenidas y cálculo de caudales y calados. En F. J. Ayala-Carcedo & J. Olcina (Coords.), *Riesgos Naturales*, 49, 921-952.
- Díez-Herrero, A., Ballesteros Cánovas, J. A., Bodoque del Pozo, J. M., Fernández Yuste, J. A., Eguíbar Galán, M. Á., Genova Fuster, M. D. M., ... & Stoffel, M. (2007). Mejoras en la estimación de la frecuencia y magnitud de avenidas torrenciales mediante técnicas dendrogeomorfológicas. *Boletín Geológico y Minero*, 4(118), 789-802.
- Díez-Herrero, A., Laín-Huerta, L., & Llorente-Isidro, M. (2008). *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones guía metodológica para su elaboración*. Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
- Durán, J. J., & Ayala, F. J. (1985). *Geología y prevención de daños por inundaciones*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Fierro, K. (2012). *Análisis para la gestión del riesgo de inundaciones en Bogotá: Un enfoque desde la construcción social del riesgo* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional – Pontificia Universidad Javeriana. <http://hdl.handle.net/10554/15414>
- Flórez, A. (Ed.). (2010). *Sistemas morfogénicos de territorio colombiano*. IDEAM. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021769/Sistemas_morf_Territ_Col_Ideam_Contentido.pdf

IDEAM. (2017). *Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación.*

[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023774/GUIA METODOLOGICA MAPAS INUNDACION MARZO 2018.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023774/GUIA_METODOLOGICA_MAPAS_INUNDACION_MARZO_2018.pdf)

IDEAM. (s.f.). *Acerca de la entidad.* <http://www.ideam.gov.co/web/entidad/acerca-entidad>

IGME. (s.f.). *Peligrosidad y riesgo por avenidas e inundaciones.* Instituto Geológico y Minero de España. <http://www.igme.es/actividadesIGME/lineas/RiesGeo/PyR.htm>

INUNMAP. (2006). *Jornadas técnicas sobre cartografía de peligrosidad de inundaciones.* <http://www.inundacion.es>

INVIAS. (2009). *Manual de drenaje para carreteras.* República de Colombia.

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. Artículo 4: Definiciones. 24 de abril de 2012.

Ley 46 de 1988. Por la cual se crea y organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres, se otorga facultades extraordinarias al presidente de la república y se dictan otras disposiciones. 2 de noviembre de 1988.

Llorente, M., Díez-Herrero, A. & Laín, L. (2006). La experiencia del IGME en cartografía de peligrosidad de avenidas torrenciales e inundaciones: de Casiano de Prado a PRIGEO. En A. Díez, L. Laín & M. Llorente (Eds.), *Mapas de peligrosidad de avenidas e inundaciones. Métodos, experiencias y aplicación* (pp. 41-63). Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España.

Lozano, H., & Caicedo, H. (2019). *Caja de herramientas: Incorporando la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en proyectos de inversión pública.* Departamento nacional de planeación. <http://hdl.handle.net/20.500.11762/28236>

MADS. (2021). *Objetivos y Funciones*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/ministerio/objetivos-y-funciones>

Manrique, A., Nájera, A., Escartín, C., Moreno, C., Martínez, E., Espejo, F., ... & González, S.

(Eds.). (2017). *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

<https://porelclima.es/toolbox/1599-guia-para-la-reduccion-de-la-vulnerabilidad-de-los-edificios-frente-a-las-inundaciones>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*.

<http://hdl.handle.net/20.500.11762/22585>

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2011). *Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables*. Gobierno de España.

<http://www.gisandbeers.com/RRSS/Publicaciones/Guia-cartografia-de-zonas-inundables.pdf>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021a). *Marco eficaz de gestión del riesgo de catástrofes en España*. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/marcoeficazriesgosspana_tcm30-524627.pdf

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/marcoeficazriesgosspana_tcm30-524627.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021b). *Inicio*.

<https://www.miteco.gob.es/es/>

Miteco. (s.f.). *Confederaciones Hidrográficas*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/funciones-estructura/organismos-publicos/confederaciones-hidrograficas/default.aspx>

<https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/funciones-estructura/organismos-publicos/confederaciones-hidrograficas/default.aspx>

Nevintec Sistemas, S.L. (s.f.). *Real Decreto 432/2008 de 12 de abril*. MARM.

<https://www.nevintec.com/index.php/mnucasosexito/mnuclientes/315-climarm>

SIAC. (s.f.). *Sistema de Información Ambiental para Colombia*, SIAC.

http://www.siac.gov.co/siac_general

UNGRD. (2015). *Plan nacional de gestión del riesgo de desastres*. Gobierno de Colombia.

UNGRD. (s.f.). *Objetivos y Funciones de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de*

Desastres. <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Objetivos.aspx>

USAID. (2000). *Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para desarrollo*

regional integrado. Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales de Perú.

World Meteorological Organization. (2013). *Integrated flood management tools series. Flood*

Mapping. Zurich. World Meteorological Organization.