



RIESGO SÍSMICO EN COLOMBIA: NORMATIVA Y AVANCES EN EL CONOCIMIENTO

Por: Diana Carolina Herrera
Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Colombia se encuentra ubicada en una zona donde convergen tres placas tectónicas: la placa Nazca, Caribe y Sudamericana. Esta interacción no solo ha dado origen a las montañas, volcanes y demás accidentes geográficos presentes en nuestro país, sino que hacen de Colombia un territorio sísmicamente muy activo. Además de las condiciones de amenaza, gran parte de la población colombiana vive en zonas de amenaza sísmica alta e intermedia¹, lo que sumado a las condiciones de vulnerabilidad física de algunas edificaciones hace que ciertas zonas del país tengan importantes niveles de riesgo sísmico.

Debido a las condiciones anteriormente expuestas, en el país se han presentado algunos eventos sísmicos que han causado grandes impactos a las personas y la infraestructura, pero también han impulsado la definición de normativa enfocada a la gestión del riesgo sísmico en el país. A raíz del sismo de M_w 5.6 ocurrido en Popayán el 31 de marzo de 1983, mediante Decreto 1547 de 1984 se crea el Fondo Nacional de Calamidades (hoy Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – FNGRD). Así mismo, ese mismo año se expidió el Decreto-Ley 1400 de 1984 (hoy Ley 400 de

¹ De acuerdo con los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda DANE 2018 y los niveles de amenaza sísmica establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, aproximadamente el 87% de la población colombiana vive en zonas de amenaza sísmica alta e intermedia.



1997), por el cual se adoptó la primera versión del Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes.

NORMATIVA

Bajo este contexto, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 es el instrumento normativo más importante en materia de gestión del riesgo sísmico en Colombia. En este instrumento (de obligatorio cumplimiento), se establecen los requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones, con el fin primordial de salvaguardar la vida de las personas e indirectamente, proteger el patrimonio de las personas. Así mismo, el país cuenta con otros instrumentos orientados a la gestión del riesgo sísmico, como es el “Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Una estrategia de desarrollo 2015-2025”, una hoja de ruta donde se establecen los proyectos, acciones, responsables y metas establecidas para el desarrollo de acciones para la implementación de los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres. La Tabla 1 presenta los proyectos establecidos en el PNGRD que están relacionados con el conocimiento y la reducción del riesgo sísmico.

Tabla 1. Proyectos del PNGRD relacionados con el conocimiento y la reducción del riesgo sísmico

No.	Proyecto	Objetivo del Proyecto	Meta	Relación con la NSR-10
1.1.1.	Estudios de microzonificación sísmica en ciudades	Mejorar la información sobre efectos sísmicos locales, para el diseño y construcción sismo resistente en ciudades con población mayor a 100,000 habitantes localizadas en amenaza sísmica alta e intermedia	45 ciudades con población mayor a 100.000 habitantes localizada en amenaza alta y media con estudios de microzonificación sísmica elaborado y/o actualizado	El numeral A.2.9. – ESTUDIOS DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA presenta los alcances y requerimientos de los estudios de microzonificación para que puedan ser exigidos en la obtención de licencias de construcción de edificaciones



No.	Proyecto	Objetivo del Proyecto	Meta	Relación con la NSR-10
1.1.2.	Evaluación probabilista del riesgo por sismo en ciudades capitales	Valorar las posibles pérdidas socioeconómicas que puedan ser ocasionadas por sismos en ciudades capitales con amenaza sísmica alta con el fin de tener los insumos para tomar medidas de protección financiera	13 ciudades capitales con evaluación probabilista del riesgo por sismo realizado	Se recomienda que en las evaluaciones probabilistas de riesgo se incluyan los resultados de los estudios de microzonificación sísmica, a fin de considerar los efectos de amplificación debido al comportamiento dinámico de los depósitos de suelo
1.1.3.	Estudio de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones indispensables	Elaborar estudios de vulnerabilidad sísmica en edificaciones indispensables y de atención a la comunidad en las ciudades capitales que se encuentren en amenaza sísmica alta y media	Edificaciones indispensables priorizadas con evaluación de vulnerabilidad sísmica en las ciudades capitales con amenaza sísmica alta y media realizada y socializada	El numeral A.10.5.2. – EDIFICACIONES INDISPENSABLES presenta los aspectos a tener en cuenta en la verificación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones indispensables
3.2.2.	Reforzamiento estructural de las edificaciones indispensables	Realizar el reforzamiento estructural de las edificaciones indispensables que cada sector requiera para su funcionamiento	50% de las edificaciones indispensables reforzadas estructuralmente	El numeral A.10. – EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE EDIFICACIONES OCNSTRUIDAS ANTES E LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSIÓN DEL REGLAMENTO presenta los criterios y procedimientos que se deben seguir para el reforzamiento de edificaciones

Así mismo, es importante indicar que la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS (que hace parte de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes de acuerdo al Artículo 40 de la Ley 400 de 1997), cuenta con diferentes publicaciones técnicas, dentro de las cuales se destacan:

- Norma Colombiana de Diseño de Puentes – CCP-14
- Evaluación e intervención de edificaciones patrimoniales de uno y dos pisos de adobe y tapia pisada – AIS 610-EP-17



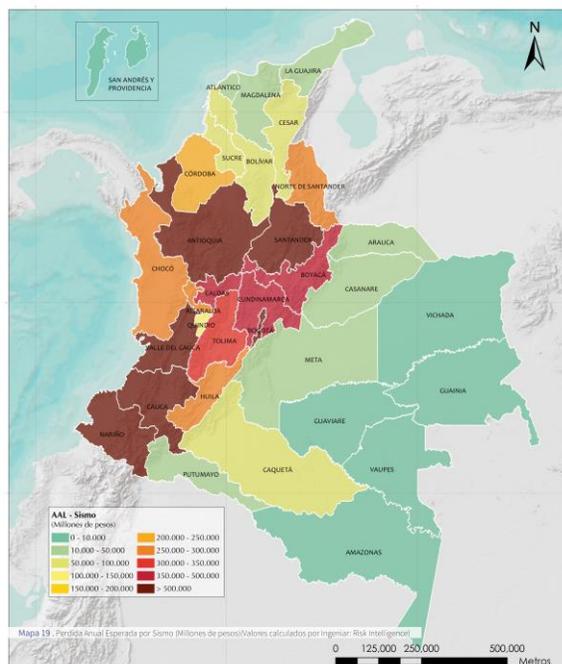
- Recomendaciones para requisitos sísmicos de estructuras diferentes de edificaciones – AIS 180-13
- Requisitos esenciales para edificaciones de concreto reforzado de tamaño y altura limitados – AIS 114-17

AVANCES EN EL CONOCIMIENTO

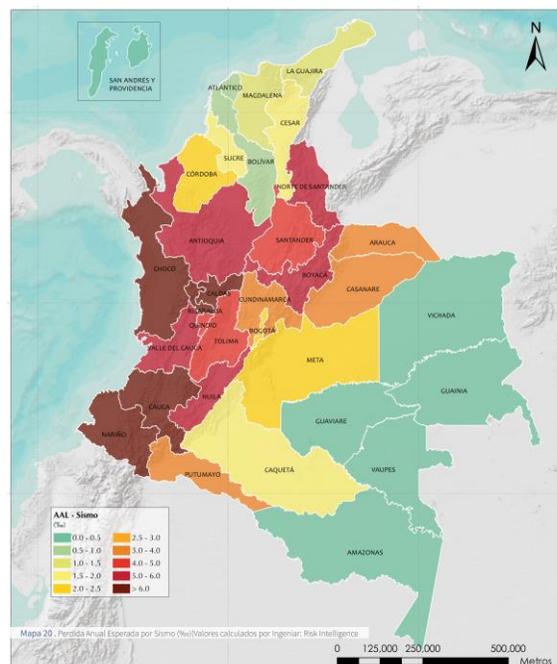
Con respecto al conocimiento del riesgo sísmico, el país tiene importantes avances con relación a estimaciones a nivel nacional y territorial. Desde el nivel nacional, se cuenta con el “Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes”², donde se presentan los resultados de evaluaciones probabilistas de riesgo³ a través de métricas como las pérdidas anuales esperadas para los municipios y departamentos del país. La Figura 1 presenta la pérdida anual esperada y la pérdida anual esperada relativa para los 32 departamentos del país. Las pérdidas económicas se estiman sobre un portafolio de elementos expuestos que incluye edificaciones de uso vivienda, salud, educación, comercio, industria y gobierno.

² Enlace Visor: <https://ungrd.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/dcd959995f3a480aa2b9bf50bc56e78d>

³ En una evaluación probabilista, la amenaza se modela a través de un conjunto de eventos estocásticos colectivamente exhaustivos y mutuamente excluyentes, que representan todos los posibles escenarios que pueden ocurrir. Para el caso de la amenaza sísmica, este conjunto de eventos corresponde a las diferentes combinaciones de epicentro y magnitud de todos los eventos sísmicos que se pueden originar en el país, en concordancia con las fallas activas (y sus características) identificadas en el territorio nacional.



Pérdida Anual Esperada a nivel departamental



Pérdida Anual Esperada relativa a nivel departamental

Figura 1. Resultados de la evaluación probabilista de riesgo sísmico a nivel nacional. Fuente: (UNGRD, 2018)

A partir de lo anterior, se puede observar que los territorios con mayores niveles de pérdida anual esperada son Antioquia, Bogotá, Valle del Cauca, Nariño, Cauca y Santander. Esto ocurre debido a que estos territorios se encuentran en zona de amenaza sísmica alta e intermedia, y concentran un porcentaje importante del valor expuesto del país. Con respecto a la pérdida anual esperada relativa (corresponde a la pérdida anual esperada, representada como una fracción del valor expuesto), los territorios con mayores niveles de riesgo corresponden a Chocó, Cauca, Nariño, Caldas y Risaralda. A partir de esta información, se obtiene una mirada nacional al riesgo sísmico en el país, y se pueden identificar los territorios a priorizar para desarrollar estudios con mayor nivel de detalle.



A nivel territorial, son varios los municipios que cuentan con evaluaciones de riesgo sísmico, los cuales cuentan con información más detallada que permite realizar estimaciones de pérdidas a nivel de manzanas y predios. A continuación, se presenta la información asociada a riesgo sísmico de la ciudad de Bogotá, disponible en el enlace: <https://www.idiger.gov.co/rsismico>.

La Figura 2 presenta la distribución de las pérdidas anuales esperadas, estimadas para más de 900,000 construcciones en la ciudad de Bogotá. Se encuentra que la pérdida anual esperada para la ciudad de Bogotá es del orden de 3.1 billones de pesos, concentrada en la zona nororiental de la ciudad.

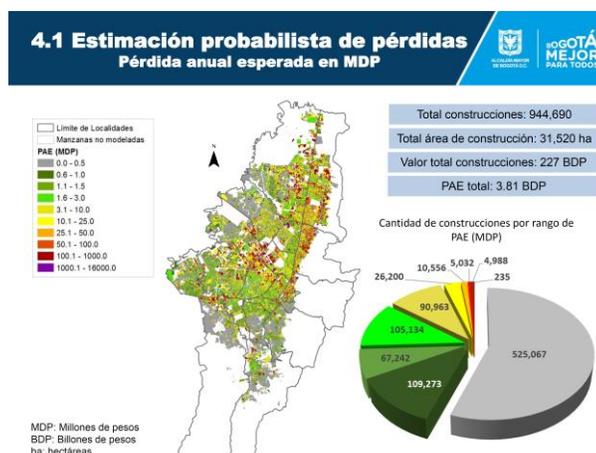


Figura 2. Resultados de evaluaciones probabilistas de riesgo a nivel predio para la ciudad de Bogotá. Fuente: (IDIGER, 2021)

Así mismo, la Figura 3 presenta los resultados para un escenario de daño asociado a un sismo de magnitud 7, cuyo epicentro se ubica a 40 Km de la ciudad de Bogotá. En este caso, se presentan distribuciones espaciales y porcentuales de la cantidad de manzanas que tendrían daños leve, moderado, fuerte y severo, así como la distribución porcentual del valor de pérdida económica esperada. La información de



estos escenarios de daño es de gran utilidad para orientar la respuesta a emergencias, pues permite identificar las zonas de la ciudad donde se concentrarían los daños para el escenario de análisis seleccionado.

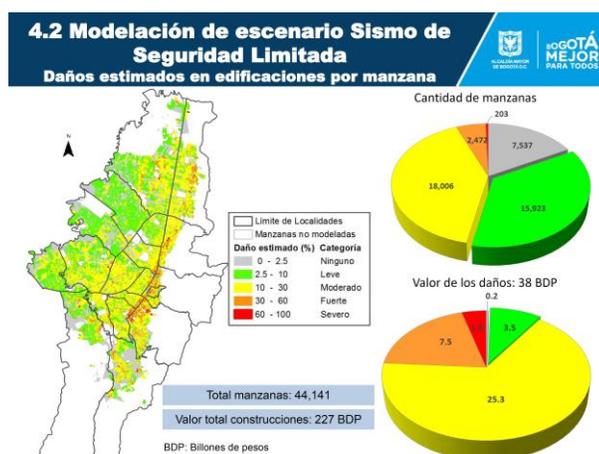


Figura 3. Resultados de evaluaciones deterministas de riesgo para un sismo de magnitud 7 en la falla Frontal de la cordillera Oriental. Fuente: (IDIGER, 2021)

Si bien en el país hay avances significativos en materia de análisis y evaluación del riesgo sísmico, dadas las diferentes fuentes de incertidumbre consideradas en los modelos de estimación de daños y pérdidas, se han identificado líneas de investigación en las que se debe avanzar, dentro de las que se destacan:

- Estimación de funciones de atenuación para Colombia.
- Análisis de eventos detonados por sismo (movimientos en masa, tsunami, eventos Natech).
- Modelos de comportamiento dinámico del suelo.
- Metodología para asignación de tipologías constructivas en la conformación de modelos de exposición.



- Vulnerabilidad física de edificaciones convencionales, edificaciones indispensables y de atención a la comunidad.
- Vulnerabilidad física de infraestructura de líneas vitales (sector agua potable y saneamiento, energía, telecomunicaciones).

En ese sentido, es importante continuar avanzando en el conocimiento del riesgo sísmico, no solo para dar cumplimiento a lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y lo establecido en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, sino para contar con métricas que orienten la toma de decisiones para la reducción del riesgo sísmico y el manejo de desastres.



BIBLIOGRAFÍA

IDIGER. (11 de Junio de 2021). *Escenarios de Riesgo / Riesgo Sísmico*. Obtenido de <https://www.idiger.gov.co/rsismico>

UNGRD. (2018). *Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes*. Bogotá : Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.