



Primer Foro Internacional de Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres





MEMORIAS
de Eventos Técnico-Científicos

Primer Foro Internacional de Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres





© Servicio Geológico Colombiano

Oscar Paredes Zapata
Director general

Marta Lucía Calvache Velasco
Directora de Geoamenazas

Primer Foro Internacional de Redes
Sismológicas, Amenaza Sísmica
y Gestión del Riesgo de Desastres

ISSN digital: 2805-6302

Comité Editorial SGC
Diagonal 53 n.º 34-53
Bogotá D. C., Colombia
Teléfono: 2200200, ext.: 3048
ceditorial@sgc.gov.co

Leonardo Cuéllar
Diseño y diagramación

Édgar Ordóñez
Corrección de estilo

Carolina Hernández
Editora general

Imágenes: archivo SGC
Las figuras o fotografías que no están atribuidas a fuentes externas son del Servicio Geológico Colombiano.

Memorias de eventos técnico-científicos

Agosto de 2021

Citación: Dionicio, V., Mayorga, E., Valcárcel T., J. A., Calvache, M. L., Arcila R., M., Díaz., F., Bolaños, R. E., Aguirre, L. P., Poveda, H. E., Garzón Varón, F., Mercado Díaz, O. A., Mazo, E., Lizarazo Calderón, M. J., Castillo, L. F., Sarabia, A. M., Montejo Espitia, J. S., Barbosa, D. R., Vallejo, A. K, Pedraza García, P., Ordóñez, A. E., ... García, H. (2021). Primer Foro Internacional de Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres. *Memorias de Eventos Técnico-Científicos*, 1.



Grupo de Evaluación y Monitoreo de Actividad Sísmica Servicio Geológico Colombiano

Autores

Viviana Dionicio
ldionicio@sgc.gov.co

Edwin Mayorga
emayorga@sgc.gov.co

Jairo Andrés Valcárcel Torres
jvalcarcel@sgc.gov.co

Marta Lucía Calvache
mcalvache@sgc.gov.co

Mónica Arcila Rivera
marcila@sgc.gov.co

Fernando Díaz
fdiaz@sgc.gov.co

Ruth Emilse Bolaños
rbolanos@sgc.gov.co

Lina Paola Aguirre
lpaguirre@sgc.gov.co

Hugo Esteban Poveda
hpoveda@sgc.gov.co

Fernando Garzón Varón
fgarzon@sgc.gov.co

Omar Alfredo Mercado Díaz
omercado@sgc.gov.co

Elizabeth Mazo
emazo@sgc.gov.co

Miguel Johan Lizarazo Calderón
mlizarazo@sgc.gov.co

Luisa Fernanda Castillo
lcastillo@sgc.gov.co

Ana Milena Sarabia
asarabia@sgc.gov.co

Julián Santiago Montejo Espitia
jmontejo@sgc.gov.co

Diana Rocío Barbosa
dbarbosa@sgc.gov.co

Andrea Katerine Vallejo
avallejo@sgc.gov.co

Patricia Pedraza García
ppedraza@sgc.gov.co

Alba Estella Ordóñez
aordonez@sgc.gov.co

Gustavo Adolfo Redondo
gredondo@sgc.gov.co

Sleyde Paola Quintero
squintero@sgc.gov.co

Helber García
hgarcia@sgc.gov.co

Contenido

- 7 • **Prólogo**
- 11 • **Introducción**



Paneles y temas de discusión del Primer Foro Internacional sobre Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres

- 17 • **Panel 1.** Contexto colombiano frente a la gestión del riesgo sísmico
 - 18 • Introducción
 - 18 • Avances y retos en el conocimiento y la gestión del riesgo sísmico en Colombia
 - 21 • Conclusiones
 - 22 • Otros temas de interés
 - 22 • Referencias
- 23 • **Panel 2.** Terremoto del 16 de abril de 2016 en Pedernales (Ecuador)
 - 23 • Introducción
 - 23 • Condiciones antes del desastre
 - 25 • Condiciones durante la emergencia
 - 26 • Condiciones posteriores al movimiento telúrico
 - 27 • Conclusiones
 - 28 • Otros temas de interés
 - 29 • Referencias
- 30 • **Panel 3.** Terremoto del 25 de enero de 1999 en el Eje Cafetero (Colombia)
 - 31 • Introducción
 - 31 • El conocimiento de la amenaza y del riesgo sísmicos antes y después del terremoto
 - 34 • Conclusiones
 - 35 • Otros temas de interés
- 36 • **Panel 4.** Terremotos del 2017 en Chiapas y Puebla (México): avances en la gestión del riesgo sísmico
 - 36 • Introducción
 - 38 • Conclusiones
 - 39 • Referencias
- 40 • **Panel 5.** Experiencia en la zona de frontera de Guatemala por el sismo de 2017 en Chiapas (México)
 - 40 • Introducción
 - 41 • Las consecuencias que en Guatemala dejó el sismo de Chiapas del 7 de septiembre de 2017
 - 42 • Conclusiones

- 43 • **Panel 6.** Experiencias de gestión del riesgo sísmico en el Caribe
Experiences of seismic risk management in the Caribbean
 - 43 • Introduction
 - 44 • Seismic risk management in the Caribbean
 - 45 • Conclusions
 - 45 • References
- 46 • **Panel 7.** Rol estratégico de la cooperación entre Academia y autoridades científicas en la evaluación del riesgo urbano
 - 47 • Introducción
 - 47 • Ejemplos de cooperación entre la Academia y autoridades científicas en la evaluación del riesgo urbano
 - 50 • Conclusiones



Conferencias del Primer Foro Internacional sobre Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres

- 53 • **Conferencia 1.** Retos de las evaluaciones de amenaza sísmica: una perspectiva geológica
- 54 • **Conferencia 2.** Sucesos previos y posteriores al terremoto del 27 de febrero de 2010 en la región del Maule (Chile), y lecciones aprendidas
- 56 • **Conferencia 3.** Retos en la predicción de la intensidad del movimiento sísmico
- 57 • **Conferencia 4.** Enfoque de la gestión del riesgo sísmico
- 60 • **Conferencia 5.** Modelación del riesgo sísmico en asentamientos informales. Perfiles de seis países de América Latina y el Caribe
- 62 • **Conferencia 6.** Aplicación del conocimiento del riesgo sísmico en el marco de los instrumentos de preparación para el manejo de desastres en el valle de Aburrá (Antioquia, Colombia)
- 65 • **Conferencia 7.** Principios de la cooperación Sur-Sur y triangular, y su compromiso con la reducción de riesgo de desastres



Principales conclusiones del Primer Foro Internacional sobre Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres

- 70 • **Anexo 1.** Portafolio LAC de oferta y demanda de conocimiento en gestión del riesgo sísmico
 - 70 • Portafolio de redes sismológicas
 - 71 • Portafolio para amenaza sísmica
 - 72 • Portafolio de gestión del riesgo sísmico
- 74 • **Anexo 2.** Plan Regional de CSS de Colombia en Gestión Integral del Riesgo Sísmico para los países de Latinoamérica y el Caribe, 2018-2022



Prólogo

América Latina y el Caribe son regiones donde la juventud de sus cordilleras se manifiesta en la actividad sísmica, la ocurrencia de erupciones volcánicas, la presencia de montañas con pendientes fuertes, todas estas características propias de nuestros territorios. México, Haití, Ecuador y Chile, para mencionar solamente países de la región que han afrontado los más impactantes sismos en la última década, han sufrido las graves consecuencias de la actividad sísmica. La pérdida de vidas humanas y medios de vida, el colapso de edificaciones e infraestructura, la disminución o pérdida de la calidad de vida y el retraso en el desarrollo de una región o un país son algunas de las consecuencias más graves de la actividad sísmica.

La realización en América Latina y el Caribe del Primer Foro Internacional de Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo constituyó una oportunidad para reunir a instituciones que, desde el punto de vista de las ciencias de la Tierra, tienen responsabilidad en el manejo de la información relativa a los sismos, tanto en lo que respecta a su detección y caracterización como al análisis y evaluación de la amenaza que implican. Además, desde el punto de vista de la ingeniería, pueden darle sentido a la información a partir del análisis de la respuesta del suelo, para proponer diseños de construcciones sismorresistentes, al tiempo que, desde el punto de vista del urbanismo, los tomadores de decisiones podrán incorporar el conocimiento de riesgo sísmico en medidas de ordenamiento territorial, planeación sostenible del territorio y, en algunas ocasiones, en atención y recuperación de comunidades que se han visto afectadas por la ocurrencia de un sismo.

El Foro permitió compartir experiencias y análisis de los sismos desde diferentes perspectivas, para llegar a conclusiones y acordar un plan que guíe las acciones institucionales, con miras a mejorar la seguridad de las comunidades de nuestra región. Igualmente, los conferencistas presentaron puntos de vista y análisis de temas relacionados con riesgo sísmico y aportaron ideas para preparar adecuadamente a las autoridades, instituciones y comunidad en temas derivados de la actividad sísmica.

Desde la perspectiva de las redes sismológicas responsables de la detección y caracterización de los procesos que originan los sismos, en el Foro se destacó la

necesidad de dotar de la instrumentación necesaria a las redes sismológicas, acelerográficas y estaciones de GNSS, de fortalecer las capacidades técnicas y operativas de las instituciones que monitorean e investigan los procesos que originan este tipo de amenazas, e integrar ese conocimiento en la evaluación de la amenaza sísmica y en los sistemas de gestión del riesgo de los diversos países.

Por las limitaciones de recursos, tanto humanos como presupuestales, en algunas ocasiones resulta difícil disponer de personal calificado las veinticuatro horas del día durante los siete días de la semana. Esta situación pone en peligro el manejo de la información de forma correcta y oportuna. En Colombia, la constante gestión del Servicio Geológico Colombiano (SGC) ha permitido disponer de los recursos humanos y tecnológicos necesarios, algo que se refleja en el fortalecimiento del monitoreo de la actividad sísmica. En México, los organismos de monitoreo de amenazas forman parte del Sistema de Alerta Temprana, lo que permite advertir a la población de manera oportuna si existen riesgos. En Chile, a raíz del sismo del Maule, se implementó el Servicio Sismológico Nacional y se determinó coordinar las acciones de los sistemas de monitoreo sísmico, volcánico y de tsunamis. En el Caribe, los países cuentan con redes locales, y agencias de cooperación internacional apoyan el monitoreo sismológico regional. Por su parte, las estaciones sismológicas del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) se utilizan para comunicar información de alerta en caso de tsunamis.

El análisis y evaluación de la amenaza sísmica han dejado en claro que es necesario fortalecer las capacidades técnicas para caracterizar escenarios de amenaza sísmica; además, se recomienda que la producción de este tipo de información se realice según políticas de datos abiertos, de tal forma que la comunidad científica regional y global, desde un enfoque multidisciplinario, pueda contribuir al conocimiento de la amenaza sísmica en Latinoamérica y el Caribe. Durante las discusiones y en las conferencias del Foro se identificaron desafíos, como el de mejorar la cantidad y calidad de datos geológicos, así como garantizar su correcta interpretación para evaluar acertadamente las amenazas. Se reconocieron los esfuerzos realizados en el Caribe para compartir y mejorar la información sobre amenaza sísmica en la región, pero se hizo hincapié en que los programas y proyectos relacionados con la reducción del riesgo sísmico se deben pro-

mover con mayor fuerza, para lo cual debe buscarse el apoyo de diversas entidades; también se resaltó la importancia de los estudios de microzonificación sísmica, que apoyan los procesos de reconstrucción, al tiempo que se insistió en la necesidad de complementar dichos estudios y articularlos con los instrumentos de planificación territorial. En la actualidad se necesitan datos para analizar con detalle la amenaza sísmica que enfrentan muchas ciudades de América Latina y el Caribe, así como posibles escenarios de daño y pérdidas debidos a la actividad telúrica.

En el intercambio de experiencias que tuvo lugar durante el Foro se identificó la necesidad de fomentar el diálogo entre expertos de diferentes disciplinas para evaluar la amenaza y el riesgo sísmicos e incorporar esa información en el diseño y construcción de edificaciones sismorresistentes. La gestión integral del riesgo de desastres, los esfuerzos para identificar riesgos y la respuesta a emergencias deben estar alineados con las inversiones que los países y la región hagan en programas de gestión de riesgos. En muchos países se ha considerado relevante identificar la exposición y vulnerabilidad de la población y la infraestructura a diferentes peligros naturales. En particular, se reconoció una falta de actualización e implementación de los códigos de construcción. Algunos países del Caribe, como los integrantes de la Organización de Estados del Caribe Oriental (OECO), han adoptado códigos de construcción internacionales, pero han surgido problemas y limitaciones a la hora de incorporar estimaciones y medidas contra de peligros sísmicos de otras latitudes. En este sentido, se deben promover estudios nacionales y regionales con el fin de obtener un ajuste óptimo de los requisitos que cada país debe cumplir para enfrentar eventos sísmicos. Por ejemplo, en Guatemala, el Colegio de Ingenieros y la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica han apoyado el fortalecimiento de normas de construcción sismorresistente en el país; sin embargo, a pesar de los avances logrados en la formulación de esas normas, es necesario que la legislación legalice la obligatoriedad de los requisitos de diseño y construcción sismorresistente. Entre los temas en los que más urge avanzar se encuentra la vigilancia y el control de construcciones, para lo cual deben implementarse procesos de regularización y cumplimiento de las normas. Un ejemplo de temas de análisis especiales es la experiencia de Ecuador en el sismo de Pedernales, donde la

aceleración pico en superficie de ruptura del sismo fue menor que la aceleración contemplada en los requisitos de diseño sismorresistente establecidos en la Norma Ecuatoriana de Construcción 2011 (NEC 2011) para la costa del país. Así pues, las fallas observadas en las edificaciones deben ser analizadas a la luz de la normativa existente y de su cumplimiento.

Los expertos que participaron en el Foro subrayaron la necesidad de implementar y fortalecer la gestión integral del riesgo derivado de desastres. Los esfuerzos desplegados en la identificación, respuesta y reducción del riesgo sísmico deben estar alineados con las políticas de ordenamiento territorial y desarrollo sostenible de los países y regiones. En cuanto a la capacidad de respuesta, se resaltó la importancia de los esquemas de organización interinstitucional, de sistemas de comunicación redundantes, de herramientas, procedimientos, personal y equipos necesarios para una oportuna evaluación de daños y necesidades. Se sostuvo que Chile debe priorizar acciones para crear un nuevo sistema nacional de gestión del riesgo de desastres. Haití, por su parte, debe promover una estrategia que tenga en cuenta los diferentes aspectos que les dan identidad a los barrios y a sus habitantes; la llamada *perspectiva de barrio* aporta soluciones por zonas, al tiempo que promueve el cumplimiento de leyes, pues se trabaja en el marco de la normativa de cada país, y es lo más incluyente posible con las autoridades. En el proyecto Prepare, la información puede ser presentada a las autoridades, la población, grupos de emergencia y los diferentes actores involucrados.

Los participantes en el Foro reconocieron que la comunicación es de vital importancia, pues posibilita compartir el conocimiento y aportar a la percepción del riesgo, con lo que se incrementa la conciencia ciudadana sobre el fenómeno sísmico. En las experiencias compartidas durante la ocurrencia de sismos hay situaciones comunes relacionadas con que, después del terremoto, la población necesita información sobre lo ocurrido, sobre lo que podría pasar y sobre las actividades de recuperación. En las experiencias analizadas, la situación posterior al movimiento sísmico se ha agravado, entre otras razones, por la difu-

sión, en las redes sociales, de información confusa, contradictoria, y en algunos casos falsa, y la poca capacidad para aclarar esa información de manera oficial. Con el fin de crear conciencia y comunicar las estimaciones de amenazas y riesgos, profesionales con habilidades en comunicación y experiencia en evaluación de amenazas se han involucrado en estrategias de difusión orientadas a promover una mejor comprensión de las amenazas naturales y los riesgos de desastres. Se resaltó la importancia de que las instituciones y universidades, además de generar conocimiento, establezcan puentes de comunicación con los entes privados y la sociedad civil.

En la experiencia que compartió Costa Rica se ha involucrado a la población en el proceso científico con un enfoque de “ciencia ciudadana”. Por medio de herramientas gráficas, como emoticones, se expresa la intensidad sentida por cada uno de los ciudadanos que reportan el sismo. En Colombia, la Universidad del Quindío ha trabajado en la apropiación social del conocimiento sobre la gestión del riesgo con la creación de una cátedra multidisciplinaria, contribuyendo así a que más de 1.800 profesionales de diferentes áreas tengan una formación apropiada relacionada con la toma de decisiones relativas al riesgo de desastre. En el proyecto Prepare, de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (Usaid), uno de los retos consiste en informar con un lenguaje apropiado y fácilmente comprensible para todos los actores. El programa parte de un trabajo colaborativo desde el inicio, pues exige la cooperación y el diálogo constante entre los diferentes actores. Esta estrategia permite generar un engranaje entre la parte técnica y la comunidad general, lo que facilita la comunicación, ya que todos se sienten partícipes.

Finalmente, se preparó un portafolio de oferta y demanda de conocimiento en gestión del riesgo sísmico enfocado en América Latina y el Caribe, y Colombia propuso un plan regional de cooperación Sur-Sur centrado en la gestión integral del riesgo sísmico en los países de Latinoamérica y el Caribe, que operaría entre 2018 y 2022.

Marta Lucía Calvache Velasco
Directora de Geoamenazas
Servicio Geológico Colombiano



Introducción

Primer Foro Internacional de Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres

Considerando la experiencia en el monitoreo de la actividad sísmica, la investigación sobre fuentes sismogénicas, deformación de la corteza terrestre, magnitudes y amenaza sísmica, la elaboración de mapas de riesgo sísmico, la atención de desastres por la ocurrencia de eventos sísmicos de gran magnitud durante las últimas décadas, la gestión del conocimiento geocientífico y su interacción para la elaboración de normas de sismo-resistencia para construcciones, así como planes de contingencia, Colombia asumió el reto de compartir un escenario donde se expusieran las experiencias propias y de otros países del continente en el manejo de estos temas, en procura de establecer un mecanismo de acción conjunta en torno al riesgo sísmico.

Así, la Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC Colombia), el Servicio Geológico Colombiano (SGC), la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y la Gobernación del Quindío, con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, por intermedio de la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero (USAID-OFDA), atendiendo la demanda de los países de la región para impulsar la cooperación técnica y científica en torno al fortalecimiento de la toma de decisiones ante la posible ocurrencia de eventos sísmicos con poder destructivo, unieron esfuerzos para organizar el Primer Foro Internacional de Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres, que se llevó a cabo del 1 al 4 de octubre de 2018 en Armenia (Quindío, Colombia). Este evento contó con dos componentes: el Foro, que se desarrolló del 1 al 3 de octubre, y un encuentro privado, celebrado el 4 de octubre, entre delegados de las redes de monitoreo, grupos de expertos en amenaza sísmica y entidades de gestión del riesgo provenientes de veinticuatro países de la región.

En el marco de este importante evento, Colombia presentó de manera especial los avances en el proceso de recuperación postterremoto de la zona del eje cafetero, con motivo de la conmemoración de los veinte años de la ocurrencia del devastador sismo del 25 de enero de 1999.

Propósito

El Foro tuvo como objetivo favorecer la articulación de las instancias de coordinación de los temas de amenaza sísmica, redes sismológicas y gestión del riesgo de desastres en América Latina y el Caribe, mediante un ejercicio de intercambio de conocimiento para el fortalecimiento de capacidades y toma de decisiones estratégicas ante situaciones de crisis.

Alcance y resultado alcanzado

El Foro se delimitó como un encuentro regional para fortalecer la relación entre las redes sismológicas, los generadores de mapas de amenaza sísmica y las autoridades de gestión del riesgo de desastres de los países de América Latina y el Caribe. Como resultado, se construyó el Plan Regional de Cooperación Sur-Sur en Gestión Integral de Riesgo Sísmico para Latinoamérica y el Caribe, 2018-2021, que ya se está implementando.

Colombia, Knowledge Hub

La cooperación internacional constituye, para Colombia, una herramienta de política exterior que le permite, además de profundizar sus relaciones internacionales, afianzar su proceso de desarrollo social y económico, mediante el intercambio de experiencias, la obtención de contribuciones técnicas, tecnológicas y financieras de otros países y de organismos

multilaterales, antes no gubernamentales y la sociedad civil, al tiempo que posibilita que el país pueda brindarles apoyo a estos.

Entendiendo la gestión del riesgo de desastres por actividad sísmica como un proceso de desarrollo social que se fortalece a partir de la gobernanza, el conocimiento, la participación y la innovación, se organizó el Foro para profundizar el relacionamiento técnico y científico entre los países de la región y coadyuvar a la superación de desafíos comunes en lo referente a la gestión integral del riesgo sísmico, como parte de la implementación del Marco de Sendai 2015-2030.

Para ello se puso a disposición de los países de la región un escenario de intercambio de conocimiento con los aprendizajes y resultados preliminares obtenidos por Colombia por medio del Servicio Geológico Colombiano (SGC), con más de cien años de experiencia, entidad reconocida por sus avances en investigación y generación de conocimiento geocientífico, y el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), con treinta años de trayectoria en materia de formulación de políticas públicas, establecimiento de metodologías para la evaluación, el manejo y reducción del riesgo, así como en el diseño de herramientas e instrumentos técnicos y metodológicos que han servido de referente a sistemas homólogos de países de Latinoamérica y el Caribe, por lo cual se ha hecho acreedor a múltiples reconocimientos.



Entidades nacionales anfitrionas

El Foro fue realizado en concordancia con los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2025, las prioridades nacionales de política exterior y la Hoja de Ruta de Cooperación Internacional de APC-Colombia 2015-2018. Así, la coordinación general estuvo a cargo de la



Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia, bajo la dirección técnica y científica del Servicio Geológico Colombiano, en estrecha articulación con la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, la Gobernación del Quindío, la Cancillería y el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, por intermedio de la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero.

www.apccolombia.gov.co

La Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia, entidad adscrita a la Presidencia de la República, es la encargada de gestionar, orientar y coordinar técnicamente la cooperación internacional pública, privada, técnica y financiera no reembolsable que recibe y otorga el país, y ejecuta, administra y apoya la canalización y ejecución de recursos, programas y proyectos de cooperación internacional, atendiendo los objetivos de política exterior y el Plan Nacional de Desarrollo.

Rol: coordinador general y metodológico del Foro.



www.sgc.gov.co

El **Servicio Geológico Colombiano**, entidad adscrita al Ministerio de Minas y Energía de Colombia, tiene por objeto realizar la investigación científica básica y aplicada del potencial de recursos del subsuelo; adelantar el seguimiento y monitoreo de amenazas de origen geológico; administrar la información del subsuelo; garantizar la gestión segura de los materiales nucleares y radiactivos en el país; coordinar proyectos de investigación nuclear, con las limitaciones del artículo 81 de la Constitución Política, y el manejo y la utilización del reactor nuclear de la Nación.

Rol: encauzamiento técnico y científico del Foro.



www.cancilleria.gov.co

El Ministerio de Relaciones Exteriores, encabezado por el canciller de la República, y con la dirección del presidente, es el organismo encargado de formular, planear, coordinar, ejecutar y evaluar la política exterior de Colombia, las relaciones internacionales y administrar el servicio exterior de la República.

Rol: relacionamiento diplomático con países invitados.



www.gestiondelriesgo.gov.co

La **Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres** es una entidad adscrita a la Presidencia de la República, coordinadora del Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres en el país y punto focal de la Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres ante las Naciones Unidas.

Rol: coordinador técnico del Foro.



Gobernación del Quindío

www.quindio.gov.co

La **Unidad Departamental para la Gestión del Riesgo del Quindío (Udergerd)** es una instancia de coordinación, asesoría, planeación y seguimiento que tiene como fin garantizar la efectividad y articulación de los procesos de la gestión del riesgo en el departamento de Quindío.

Rol: anfitrión local del Foro.



<https://www.usaid.gov/who-we-are/organization/bureaus/bureau-democracy-conflict-and-humanitarian-assistance/office-us>

La **Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional**, en coordinación con gobiernos anfitriones, agencias de gestión de desastres y la comunidad internacional y local, apoya actividades de reducción del riesgo de desastres que ayudan a mitigar el riesgo, preparar a las comunidades vulnerables a responder ante desastres y reducir el impacto social y económico de las emergencias.

Rol: socio de cooperación triangular para el Foro y el Plan Regional 2018-2021.

Equipo organizador

Ivonne Andrea Ramos Héndez
Estrategia de CSS de Colombia con el Caribe
Dirección de Oferta de Cooperación Internacional
Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia
ivonneramos@apccolombia.gov.co

Adriana Margarita Martínez Maestre
Asesora
Coordinación de cooperación Sur-Sur y triangular
Dirección de Cooperación Internacional
Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE)
adriana.martinezm@cancilleria.gov.co

Viviana Dionicio
Coordinadora del Grupo de Evaluación y Monitoreo de Actividad Sísmica
Servicio Geológico Colombiano
ldionicio@sgc.gov.co

Edwin Mayorga
Grupo de Evaluación y Monitoreo de Actividad Sísmica
Servicio Geológico Colombiano
emayorga@sgc.gov.co

Héctor Pérez
Asesor de la Subdirección para el Conocimiento del Riesgo
Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres
hector.perez@gestiondelriesgo.gov.co

Faber Mosquera
Director
Unidad Departamental de Gestión del Riesgo
Gobernación del Quindío
faber.mosquera@gmail.com

Jacqueline Montoya Alvis
Gerente subregional para países andinos
Programa Regional de Asistencia para Desastres
Office of U.S. Foreign Disaster Assistance
jmontoya@ofda.gov

Paneles y temas de
discusión del Primer
Foro Internacional sobre
Redes Sismológicas,
Amenaza Sísmica y
Gestión del Riesgo de
Desastre





Panel 1.

Contexto colombiano frente a la gestión del riesgo sísmico

panelistas

Marta Lucía Calvache
Geóloga, Ph.D.

Directora técnica de
Geoamenazas
Servicio Geológico Colombiano

María Grisela Benítez Ospina
Ingeniera civil

Subdirectora de Reducción del
Riesgo
Unidad Nacional para la Gestión
del Riesgo de Desastres

Mónica Arcila
Geóloga, M. Sc.

Especialista en amenaza sísmica
Servicio Geológico Colombiano

Hugo Monsalve
Ingeniero civil

Profesor, investigador de la
Facultad de Ingeniería y el
Observatorio Sismológico de la
Universidad del Quindío

Faber Mosquera
Ingeniero civil

Director de la Unidad
Departamental para la Gestión
del Riesgo de Desastres de la
Gobernación del Quindío

moderadores

Jairo Valcárcel
Ingeniero Civil. PhD.

Grupo de Amenaza Sísmica
Servicio Geológico Colombiano

Víctor Huérfano
Físico, Ph.D.

Director de la Red Sismológica
Puerto Rico

RESUMEN

La ocurrencia de eventos sísmicos, con efectos catastróficos en el territorio colombiano, condujo a que en el país se pensara qué debía hacerse para entender estos fenómenos y hacer frente a sus consecuencias. En este sentido, entre otras actividades se ha fomentado la creación de redes de monitoreo, la elaboración de modelos de amenaza cada vez más completos, el estudio de las características de las construcciones, la estimación de efectos y consecuencias de los sismos, la realización de simulacros y la formulación de normas de sismo-resistencia. Así, la evaluación y la gestión del riesgo han avanzado mediante la participación de un equipo multidisciplinario.

Este proceso ha permitido entender que la ocurrencia de desastres por actividad sísmica es también consecuencia de la construcción de obras civiles sin sujeción a normas de sismo-resistencia. Así, es relevante reflexionar sobre el desarrollo de estos códigos y realizar un trabajo constante para su actualización, divulgación y socialización. Es urgente un control sobre la construcción de asentamientos informales, así como de proyectos que se propongan a favor de los medios de subsistencia y, en general, de la calidad de vida de los grupos más vulnerables.

Además de la producción de conocimiento, es preciso realizar esfuerzos para garantizar su difusión, socialización, entendimiento y apropiación por las comunidades, de tal manera que se fomenten prácticas que, como la construcción segura de las viviendas, favorezcan la seguridad de las personas. Reconociendo que las comunidades constituyen la base del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, el trabajo conjunto con la población hace posible la ejecución de actividades para disminuir el riesgo sísmico.

Introducción

A lo largo de este panel se desea identificar en Colombia logros y retos sobre la gestión del riesgo sísmico. El propósito es explorar las experiencias y opiniones de los panelistas sobre los procesos de conocimiento, la prevención y reducción del riesgo sísmico, el manejo de emergencias y desastres, así como la capacidad de las diversas instituciones para gestionar el riesgo.

Para cada uno de estos procesos se consideran interrogantes mediante los cuales se busca identificar aspectos que puedan mejorarse, para así enfocar esfuerzos en el conocimiento, divulgación y gestión del riesgo sísmico, de tal manera que resulte favorecida la seguridad de la población y fortalecida la infraestructura ante el peligro sísmico.

Dado que el panel convoca a una comunidad de expertos que contribuye a la gestión del riesgo sísmico en países de Latinoamérica y el Caribe, se considera que los interrogantes, reflexiones y conclusiones a las cuales se llegue pueden ser útiles para desarrollar una evaluación interna de los entes encargados de generar conocimiento y gestionar el riesgo sísmico en los demás países de la región.

Avances y retos en el conocimiento y la gestión del riesgo sísmico en Colombia

Los temas de interés y los interrogantes planteados en el panel se relacionan con el estado del conocimiento, la prevención y la reducción del riesgo sísmico en Colombia. En estos temas se enmarca el diálogo con los panelistas, con el ánimo de lograr un diagnóstico sobre el estado del conocimiento y la gestión del riesgo sísmico en Colombia.

Evolución del conocimiento del riesgo sísmico en el país

En la memoria de las personas por lo regular se encuentran recuerdos de sismos fuertes, tsunamis, erupciones volcánicas y otros fenómenos que han causado grandes daños a poblaciones, con la consecuente pérdida de vidas humanas. Entre estos eventos se encuentran el tsunami de 1979 que afectó la población de Tumaco, la erupción del volcán Nevado del Ruiz, en 1985, el sismo de Popayán de 1983 y el sismo que sacudió el eje cafetero en 1999. Estos

desastres obligaron al país a pensar en qué se debería hacer para entender y enfrentar estos eventos, con el propósito de reducir el riesgo de desastres.

Después del sismo de Popayán se creó la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC), se formularon normas o códigos de sismorresistencia y se empezaron a realizar simulacros para enseñar a la población qué hacer ante la ocurrencia de un sismo. Desde entonces se ha estado avanzando en el aprendizaje del riesgo sísmico con la adquisición de datos sobre el interior y la dinámica de la Tierra, los sismos y las características de las construcciones.

Durante este proceso se ha comprendido que los desastres sísmicos no tienen como única causa el fenómeno natural: en los desastres cumplen un importante papel las obras civiles construidas sin sujeción a normas de sismorresistencia. Así pues, es necesario adelantar un trabajo multidisciplinar, en el que participan equipos de profesionales, para conocer mejor los sismos, para entender la respuesta de las construcciones y proponer requisitos para su diseño sísmico.

Aunque en Colombia se ha avanzado en la adquisición de datos y la generación de conocimiento sobre la amenaza y el riesgo sísmico, falta mucho por hacer. Entre los retos vigentes se encuentran los siguientes:

- Proceder adecuadamente cuando se presentan movimientos sísmicos catastróficos.
- Alcanzar una verdadera coordinación entre las entidades dedicadas a evaluar el riesgo sísmico y aquellas encargadas de producir las normas de sismorresistencia y gestionar el riesgo.
- Conocer en forma detallada cuáles son los efectos de los sismos sobre los suelos, las edificaciones y las poblaciones.
- Transmitir a la población en general la información y el conocimiento sobre la amenaza sísmica y la gestión del riesgo sísmico.
- Lograr que las poblaciones o comunidades vulnerables comprendan en qué consiste la gestión del riesgo sísmico.

Principales necesidades respecto a la generación y socialización del conocimiento sobre el riesgo sísmico

Colombia se encuentra en una zona donde la convergencia de tres placas tectónicas (Suramérica, Nazca y

Caribe) da lugar a la generación de sismos de características variadas. Esta complejidad tectónica es la responsable de que en el territorio colombiano se presenten sismos superficiales y profundos, por subducción, fallas y actividad volcánica, con efectos y consecuencias diferentes. Es un reto, y a la vez una nueva oportunidad para las instituciones del país encargadas de generar conocimiento y de gestionar el riesgo, avanzar en el entendimiento de la actividad y la amenaza sísmica.

Gracias a la adquisición de registros durante veinticinco años de operación, la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) y la Red Nacional de Acelerógrafos de Colombia (RNAC) han podido generar modelos bastante avanzados de amenaza sísmica. Estos modelos permiten estimar la intensidad de los movimientos a la que pueden estar expuestas la población y la infraestructura. Estos valores sirven de insumo para estimar potenciales daños, así como para definir condiciones de diseño de las construcciones con el objeto de que estas sean capaces de resistir sismos.

En colaboración con otros países de la región andina, el Servicio Geológico Colombiano participó en el proyecto South America Risk Assessment (SARA), en el cual se promovió el intercambio de información, así como la armonización de las evaluaciones de amenaza en países de la región. Estos esfuerzos han permitido formar capacidades técnicas en el país e impulsar un análisis crítico de los componentes del modelo de amenaza sísmica nacional.

Además de los esfuerzos dirigidos a tener un mejor conocimiento de las fuentes y la actividad sísmica, se necesita pasar de la evaluación de la amenaza al diálogo con los tomadores de decisiones, así como trabajar en conjunto con los encargados de desarrollar las normas de construcción sismorresistente.

Avances en el conocimiento de los sismos y sus secuelas tras el terremoto ocurrido en el eje cafetero en 1999

El conocimiento actual de los sismos permite que se reinterpreten eventos pasados y que se realicen reflexiones y discusiones sobre los enfoques y conceptos utilizados para la evaluación del peligro sísmico. Por ejemplo, el sismo del eje cafetero enseñó que, aunque esta región se encuentra bajo la influen-

cia de la zona de subducción, a la cual se asocia la generación de sismos profundos, puede verse igualmente afectada por sismos poco profundos, asociados a la corteza terrestre, con poder destructivo y posibles efectos catastróficos sobre la población. Esta experiencia señaló también la necesidad de estudiar los efectos de sitio y revisar las normas de construcción sismorresistente. En cuanto a la estimación de los movimientos sísmicos de diseño (elementos y características que definen la estructura antisísmica de un edificio), conviene evaluar y discutir los periodos de exposición y la vida útil de las construcciones, así como los periodos de retorno de sismos.

Coordinación entre responsables locales, centros de investigación e instituciones públicas para la evaluación y comunicación del riesgo sísmico

La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres coordina actualmente las áreas que hacen parte del sistema de gestión del riesgo: generación de conocimiento, reducción y manejo del riesgo. Cada área está representada por entidades descentralizadas.

Sobre el conocimiento del riesgo, es necesario reconocer que además de la producción de conocimiento, se requiere realizar grandes esfuerzos para su difusión, socialización y entendimiento; los avances en la evaluación del riesgo deben pasar por un proceso de apropiación de la comunidad. Se necesita que las comunidades más vulnerables comprendan el riesgo en el que viven; para esto, es necesario que los esfuerzos invertidos en conocimiento también incluyan aspectos de comunicación y socialización, para comunicar el riesgo en términos claros a la sociedad y enseñar los posibles usos de los estudios de riesgo. La base del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres es la comunidad. La meta es comunicar los riesgos y crear conciencia en los sectores más vulnerables.

En particular, en el departamento de Quindío se han realizado inversiones cuantiosas en el área de conocimiento del riesgo. Estos esfuerzos han permitido la elaboración de estudios básicos para el ordenamiento del territorio, así como trabajos enfocados en la microzonificación sísmica de Armenia, la capital departamental. Estas iniciativas han contado con la participación de profesionales e investigadores de la Universidad del Quindío. Así, mediante alianzas

estratégicas con las universidades es posible lograr avances en la generación de conocimiento y en el fortalecimiento de capacidad técnica para el análisis del riesgo, mientras los entes de gestión de riesgo avanzan en la inclusión del riesgo en el ordenamiento del territorio.

En paralelo, en el departamento de Quindío también se ha promocionado el desarrollo de planes escolares de gestión del riesgo, así como iniciativas para identificar las vulnerabilidades en las instituciones educativas. A la vez, se ha promovido el desarrollo de planes comunitarios de gestión del riesgo y la formación de líderes comunitarios.

Sobre la formación de la comunidad, hace falta trabajar en programas de concientización y de gestión del riesgo. Los esfuerzos realizados hasta el momento están enfocados en que la población evacúe su vivienda o sitio de trabajo en caso de sismo. Estas actividades deben complementarse con otros tipos de actividades de respuesta a emergencias y de prácticas que favorezcan la seguridad de las personas, tales como la construcción segura de sus inmuebles.

Sobre la prevención y reducción del riesgo sísmico

Sobre las bases del conocimiento del riesgo, los procesos de prevención y reducción tienen como finalidad reducir la vulnerabilidad y los daños y pérdidas potenciales. Por un lado, la prevención puede hacerse efectiva mediante el desarrollo e implementación de códigos de construcción sismorresistente, tendientes a favorecer la seguridad de nueva infraestructura, con lo cual se reducirán riesgos futuros. Por otro lado, los programas de reforzamiento, tanto de la infraestructura pública como privada, tienen como objetivo reducir la vulnerabilidad y el riesgo existente. A continuación se presentan interrogantes dirigidos a los panelistas sobre los avances y retos en prevención y reducción del riesgo sísmico en Colombia.

Avances en el desarrollo de códigos de construcción y reforzamiento de edificios

En los años setenta, en Colombia se adoptaban requerimientos de la American Concrete Institution (ACI) para aplicarlos en los diseños estructurales. Luego se usó el Uniform Building Code (UBC), al tiempo que se aplicaba el método de carga última. Al estu-

diar los daños ocurridos durante el sismo de 1999 se identificaron vacíos en la aplicación de las normas de construcción en nuevos edificios. Por esto, se resalta la necesidad de ejercer control sobre la construcción de nuevos edificios y hacer énfasis en el rol de las curadurías urbanas. Asimismo, es necesario revisar los requisitos establecidos en los códigos de diseño. Tales requisitos establecen valores mínimos para los diseños, que pueden no ser siempre suficientes.

Las normas de construcción sismorresistente son el resultado de las experiencias adquiridas con los sismos. A partir de estos avances, los problemas que se deben resolver están relacionados con la falta de control de la aplicación de dichas normas. Hay déficit de personal técnico que participe en tal labor, y es notoria la ausencia de sanciones para quienes no construyen bien o no cumplen las normas. Se requiere revisar las normas y reflexionar sobre asuntos como los efectos de sitio, la vida útil y la vulnerabilidad de las construcciones.

Otro problema que requiere atención es el de las construcciones informales, que no cumplen con normas de sismorresistencia. La construcción informal es un problema común en la región de América Latina y el Caribe. Por ejemplo, en Puerto Rico, la vivienda informal representa el 40% del total (Comisión Asesora para un Puerto Rico Resiliente, 2018). Es claro que la población de escasos recursos económicos tiene en general limitaciones para obtener el asesoramiento de ingenieros que les permita construir adecuadamente sus viviendas.

Para los entes encargados de la gestión del riesgo es de vital importancia trabajar con énfasis en los sectores socialmente deprimidos, donde la población no cuenta con el conocimiento ni con los recursos económicos para construir aplicando los códigos de sismorresistencia. En este sentido, es imperativo que las autoridades evalúen la vulnerabilidad de las construcciones en las zonas deprimidas y trabajen en la reducción de la vulnerabilidad social. Se considera necesario promover un balance entre las características urbanísticas y arquitectónicas, y la seguridad de las construcciones de las poblaciones vulnerables.

Al respecto, se considera de fundamental importancia que los Estados de la región generen conocimiento, actualicen los códigos de sismorresistencia y trabajen especialmente con las comunidades vulnerables, con el propósito de que estas se apropien de ese conocimiento y entiendan la importancia de

construir en forma segura. Así, con concientización y acompañamiento técnico, las comunidades socialmente vulnerables pueden llegar a aplicar mejores prácticas constructivas.

Con estas mismas premisas, se considera que con los programas de mejoramiento de vivienda y de construcción de viviendas de interés social que se desarrollan en Colombia es posible contribuir a la seguridad sísmica de la población vulnerable. La construcción con criterios de sismorresistencia debe ser de amplia aplicación.

Además, el Estado, por medio de sus organismos de gestión del riesgo, debe trabajar para que la población en general tenga conocimiento de las normas de sismorresistencia y su aplicación, y que la seguridad estructural de sus construcciones prime sobre características como los acabados y los lujos.

En cuanto a los controles que el Estado debe ejercer para que se apliquen efectivamente los códigos de sismorresistencia, es importante destacar que las curadurías urbanas deben jugar un papel muy importante en lo referente a la verificación de los diseños y el control durante la construcción de nuevas edificaciones.

Igualmente, es importante resaltar la capacitación de personal en construcciones sismorresistentes, mediante los programas de formación técnica para la construcción de viviendas de uno y dos pisos impar-

tidos por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), así como las guías y manuales que la Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS) ha producido al respecto.

Conclusiones

Después de la ocurrencia del sismo de Popayán en 1983 y la erupción del volcán Nevado del Ruiz, en Colombia se ha avanzado en la elaboración de normas y códigos de sismorresistencia, adquisición de datos sobre actividad sísmica, evaluación de amenaza y riesgo sísmicos y la realización de simulacros de evacuación ante la ocurrencia de un sismo. El principal objetivo del panel fue identificar avances, retos y dificultades en el conocimiento y gestión del riesgo sísmico en Colombia. En particular, se abordaron aspectos relacionados con el proceso por el que el país, durante los últimos años, ha pasado en lo relativo a la evaluación de la amenaza y el riesgo sísmicos, y el diseño y construcción de edificios sismorresistentes.

En cuanto al conocimiento del riesgo, se recaló la necesidad de un diálogo multidisciplinario, que cuente con la participación de diversos actores (tales como la Academia e instituciones técnicas), con el fin de avanzar en la comprensión del comportamiento de los suelos y las edificaciones ante la ocurrencia de sismos, así como en la evaluación de los daños potenciales. De esta manera es posible esta-



blecer las bases para las actividades de prevención y reducción.

De forma paralela a la generación de conocimiento, se identificó la necesidad de realizar esfuerzos para difundir y comunicar las evaluaciones de amenaza y riesgo sísmico, de tal manera que la comunidad entienda tales estudios, sea consciente de que vive en riesgo, se apropie de dicho conocimiento y ejecute actividades a favor de su seguridad.

En cuanto a la prevención del riesgo, se estimó de interés la revisión y constante actualización de los códigos de diseño sismorresistente. El entendimiento y aprendizaje a partir de los daños observados en sismos ocurridos son fuentes de conocimiento para la actualización de los requerimientos de diseño. Tales avances en las normas de diseño requieren de adecuadas alternativas de difusión y socialización dirigidas tanto a los profesionales como a los actores que participen en el diseño y construcción de edificaciones.

Con el fin de velar por el cumplimiento de los reglamentos de construcción vigentes, es urgente implementar y hacer efectivos mecanismos de revisión y control sobre las nuevas construcciones. En este sentido, es relevante la promoción de programas que ejerzan control sobre la construcción informal y que favorezcan a comunidades vulnerables, así como la promoción de viviendas seguras entre personas que, debido a la precariedad de sus condiciones socioeconómicas, no están en condiciones de construir ateniéndose a los estándares de seguridad existentes.

Otros temas de interés

A continuación se presenta un listado de preguntas y comentarios que surgieron en el panel y que pueden alimentar el diálogo sobre la gestión del riesgo sísmico en Colombia.

- Según el Ministerio de Vivienda de Colombia, la ley de vivienda segura estará destinada a garantizar la calidad de las construcciones. ¿Cómo se está garantizando la aplicación y el funcionamiento de esta ley?
- ¿Por qué hay tanta separación entre ingenieros y profesionales de ciencias de la tierra? ¿Cómo se pueden establecer estrategias para lograr un trabajo multidisciplinario?
- Para los casos correspondientes se debe promover la solicitud del certificado técnico de ocupación, expedido por el supervisor técnico independiente, quien certifica que la edificación cumple con las normas, lo cual garantiza que las nuevas construcciones pueden ocuparse de manera segura. Se recomienda establecer estrategias de comunicación y control sobre esta práctica, de tal manera que la población tenga conocimiento y exija su cumplimiento.
- ¿Qué ejemplos específicos hay de socialización del conocimiento técnico entre la comunidad? ¿Cómo ha servido este conocimiento para disminuir la vulnerabilidad?
- ¿En los equipos de trabajo de gestión del riesgo hay profesionales con experiencia en sociología, antropología, economía o áreas afines?
- ¿Cuál ha sido el nivel de compromiso de las autoridades locales en la gestión de riesgos? ¿Cómo se ha logrado tal compromiso?
- ¿Qué estrategia se ha utilizado para comunicar el conocimiento sobre las características de los suelos, la actividad sísmica y el diseño sismorresistente de los edificios? ¿Cuál ha sido la participación de las firmas constructoras, ingenieros, diseñadores y profesionales responsables de la planificación territorial?
- ¿Cómo se ha transmitido el conocimiento sobre riesgo sísmico a las culturas indígenas y cómo se puede trabajar la prevención del riesgo con estos actores?
- ¿Cuáles han sido las estrategias usadas para identificar los riesgos, reducir los existentes y minimizar el surgimiento de nuevos?
- ¿En el país se promueven sistemas de alerta sísmica entre las poblaciones que sufren mayor riesgo?
- ¿Cuál es el estado de los estudios de microzonificación y escenarios de riesgo en las principales ciudades del país?

Referencia

Comisión Asesora para un Puerto Rico Resiliente (2018). Vivienda. Primera Reunión de Grupos de Trabajo (resumen). Tomado de <http://resilientpuertorico.org/itinerario/vivienda/> (último acceso: 1/9/2019)



Panel 2.

Terremoto del 16 de abril de 2016 en Pedernales (Ecuador)

panelistas

Alexandra Alvarado
Geóloga, Ph. D.

Directora del Instituto Geofísico
Escuela Politécnica Nacional de
Ecuador (IG-EPN).

Hugo Yepes
Ingeniero geólogo, Ph. D.

Experto en amenaza sísmica
Integrante y exdirector del
Instituto Geofísico de la Escuela
Politécnica del Ecuador

**Luis Virgilio Benavides
Hilgert**
Ingeniero Ambiental

Director de Monitoreo de
Eventos Adversos
Secretaría de Gestión de
Riesgos, Ecuador

moderadores

Jaime Eraso
Ingeniero civil, M. Cs.

Especialista en reducción del
riesgo de desastres
Miyamoto, USAID/OFDA

Patricia Pedraza
Sismóloga, M. Cs.

Servicio Geológico Colombiano

RESUMEN

El 16 de abril de 2016 ocurrió un sismo de magnitud de momento (M_w) 7,8 en la costa central de Ecuador, que produjo serios daños en varios municipios y que demandó significativos esfuerzos y recursos para dar respuesta a la emergencia. Con el fin de promover conciencia sobre estos sismos en la comunidad de América Latina y el Caribe, así como para fortalecer actividades de conocimiento y prevención de riesgos, en este panel se presentan experiencias y aprendizajes sobre el monitoreo del peligro sísmico, los procedimientos y medios de información a la comunidad, así como las principales necesidades relacionadas con el conocimiento del riesgo y metodologías para la evaluación de daños y de análisis de necesidades.

Introducción

El sábado 16 de abril de 2016, un sismo de magnitud 7,8 M_w ocurrió a lo largo de la costa central de Ecuador. Este evento produjo intensidades de movimiento considerables, y constituye el más alto valor de aceleración pico registrado en Pedernales, de 1,407 g (EERI, 2016; Singaicho, Laurendeau, Viracucha y Ruiz, 2016). Este evento causó daños en las provincias de Esmeraldas y Manabí, específicamente en municipios como Muisne, Pedernales, Canoa, Bahía de Caráquez, Portoviejo y Manta. Se estima en 688 el número de personas fallecidas (La República, 2016), y según informes de la Secretaría de Gestión del Riesgo, cerca de 6.274 personas resultaron heridas y alrededor de 28.775 necesitaron albergues (EERI, 2016).

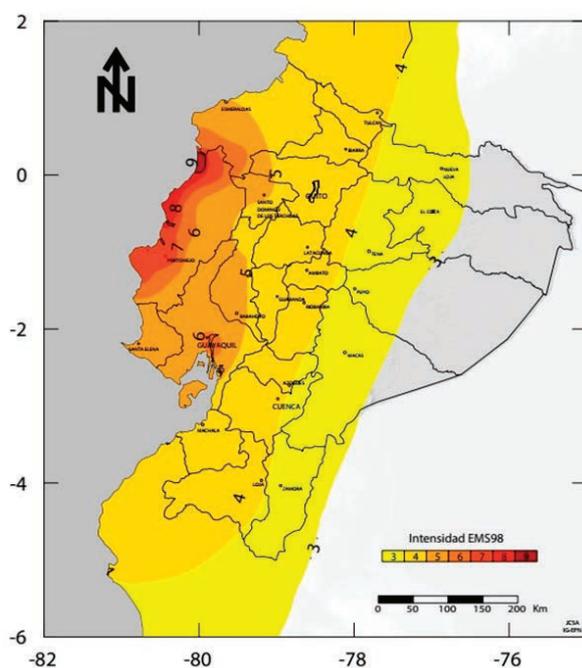


Figura 1. Mapa de intensidades del sismo del 16 de abril de 2016. Actualización del mapa presentado en el informe especial n.º 12

Fuente: <http://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1316-informe-sismico-especial-n-12-2016>

Con el fin de concientizar a la comunidad de América Latina y el Caribe y promover prácticas que permitan anticiparse y responder satisfactoriamente a sismos semejantes, en este panel, expertos en el conocimiento del peligro sísmico y profesionales responsables de la gestión del riesgo compartieron experiencias respecto a la operación de las redes de monitoreo, la evaluación de la amenaza sísmica, las actividades de respuesta a la emergencia y los procesos de recuperación y reconstrucción luego del sismo de Pedernales, a partir de una visión crítica, comparando condiciones antes y después del movimiento telúrico.

Condiciones antes del desastre Desempeño de la Red de Monitoreo Sísmico

Mediante iniciativas promovidas por la Secretaría de Ciencias del Ecuador ha sido posible configurar redes de monitoreo sismológicas y geodésicas en tiempo real, así como una red de acelerógrafos operada mediante descarga de datos. A la vez, en el marco de un proyecto de cooperación japonesa, se implementó una metodología más rápida para el cálculo

de magnitudes, al igual que la instalación de equipos de movimiento fuerte (*strong motion*). Asimismo, para la fecha del sismo de Pedernales se encontraba bastante avanzado un protocolo de comunicación de las instituciones científicas, con difusión directa a la población. Sobre dicho protocolo se reconocían limitaciones y problemas de comunicación con la comunidad, en caso de que colapsaran las redes telefónicas.

Tal protocolo de comunicación entre instituciones contaba con un sistema de emisión de mensajes automáticos en una ventana de tres minutos; luego se realizaría una localización manual, en un contexto de adecuada comunicación entre la Secretaría y el Instituto Oceanográfico de la Armada (Inocar). En cuanto a la preparación para enfrentar emergencias, antes del sismo se realizó un simulacro y se verificaron las comunicaciones y los tiempos de respuesta.

Avances en el conocimiento geocientífico previos al evento

El objetivo fundamental del estudio de la amenaza y el riesgo sísmicos es la reducción de posibles pérdidas. Para este propósito se desea estudiar y entender la propagación de las ondas, la respuesta de los suelos y el comportamiento de las estructuras.

Sin duda, para contribuir a la respuesta a emergencias ocasionadas por sismos, y para realizar actividades de reducción de riesgos, debe existir un conocimiento previo. En particular, de las zonas afectadas se contaba con datos sobre el peligro y el ambiente construido, pero no se habían articulado para calcular el riesgo sísmico. Algunas de las ciudades afectadas corresponden a centros históricos que ya habían sido afectadas por el sismo de 1942, cuyos procesos de construcción, ocupación y densificación han evolucionado según diversos factores socioeconómicos.

En las mencionadas ciudades, la zona urbana estaba claramente definida y se contaba con información de los predios e información catastral. Respecto al ambiente construido, se observa una variedad de construcciones, de tal forma que en una misma cuadra es posible encontrar edificios de once pisos de hormigón armado, edificios de pórticos estructurales y estructuras de caña con ladrillo vertical.

En cuanto a las condiciones locales de amenaza, en ciudades como Portoviejo hay zonas de suelos blandos, depósitos del río Puerto Viejo, depósitos del mar y depósitos del Holoceno. Así, se tiene un cono-

cimiento sobre condiciones geológicas que debe ser profundizado y articulado para entender cabalmente la amenaza y el riesgo sísmicos.

Antes del terremoto se habían promovido actividades de conocimiento y gestión del riesgo sísmico en la costa de Ecuador. Se conocía que la zona era de amenaza alta, se había realizado un trabajo con la cooperación japonesa y se tenían los protocolos para una respuesta rápida. Entre las limitaciones de las actividades de gestión previas al terremoto se encuentra la falta de conciencia y preocupación en general sobre la amenaza y el riesgo sísmicos, la falta de recursos, así como la falta de planes y lineamientos claros de gestión, lo cual propició que el Gobierno ejecutara de forma heterogénea la gestión del riesgo sísmico en la costa. En particular, en Pedernales y Manta había un plan de contingencia, se contaba con una unidad de monitoreo y dos unidades de comunicación directa, y existían iniciativas de gestión, pero no aplicadas efectivamente.

Condiciones durante la emergencia **Actividades del monitoreo, procesamiento y diseminación de la información de las réplicas luego del principal movimiento sísmico**

En términos generales, el flujo de información respecto al monitoreo de las réplicas fue demorado. Durante la emergencia fue posible comunicarse con Quito, pero no con Guayaquil. No hubo comunicación por redes oficiales. El sistema automático que envía información del sismo por Facebook y Twitter funcionó, pero no el sistema de SMS (sigla de Short Message Service).

Antes del sismo principal se había presentado uno premonitorio de magnitud 5,4 M_w , que fue sentido en Pedernales. En respuesta, se generó un boletín del sismo premonitorio y luego un boletín del principal. Este hecho generó conflicto y confusión. Además, se saturó una estación sismológica, se presentaron problemas con el monitoreo, el protocolo no se aplicó, se cayó el tablero de visualización del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador y no hubo comunicación con esta entidad. Por otro lado, los mensajes de texto, el servidor de correo y la comunicación mediante WhatsApp fallaron, ya que dependían del servicio de internet. Los servicios de telefonía también fallaron.

Sobre la emisión de boletines, se presentó un problema entre el sismo premonitorio, el principal y las réplicas. Hubo confusión en Inocar, ya que se recibieron varios boletines con diferentes valores de magnitud. En este sentido, se identificó la falta de capacitación del personal de Inocar, así como fallas en la explicación del contenido de los boletines. Era necesario aclarar que podían emitirse boletines de réplicas, así como informar y orientar a los usuarios de esos boletines sobre la consulta de la fecha y hora del evento sísmico.

Sobre los efectos del movimiento telúrico, inicialmente se contó con informes de Portoviejo y Pedernales (a distancias de alrededor de 3 km), sobre colapsos en la zona y de construcciones del sector hotelero. No se tenía información completa de lo que sucedía en la zona afectada y si había personas entre los escombros. Las réplicas se localizaron hacia el sur de Manta, y en esos sectores la comunidad demandó mayor información; en general, la población se encontraba asustada. Respecto a la posibilidad de un tsunami, no se contó con información oportuna. Se presentaron problemas internos donde falló el servidor de correo. No obstante, las señales sismológicas siempre llegaron.

En cuanto a protocolos de información, en el momento del sismo, el presidente Correa se encontraba en Europa, razón por la cual el vicepresidente estaba a cargo, y las Fuerzas Armadas asumieron la vigilancia. Después del terremoto la población necesitaba información sobre lo ocurrido, sobre lo que podía pasar y sobre las actividades de recuperación. La situación posterior al movimiento se agravó por la difusión de información falsa en las redes sociales. Para dar solución a este inconveniente, los encargados del conocimiento y la gestión del riesgo sísmico planearon y diseñaron una serie de actividades de comunicación con la población.

Apoyo de redes internacionales para el monitoreo postsismo

Colombia envió a Manta un avión de la Fuerza Aérea Colombiana, así como equipos para la instalación de una red portátil de acelerógrafos. Por su parte, el Gobierno francés, por medio del Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS), colaboró con estaciones.

Después del sismo se realizó el mantenimiento a estaciones fijas, ya que algunas sufrieron daños y algunos acelerómetros no transmitían en tiempo real. Se identificaron problemas de suelo en la zona costera que genera amplificaciones, así como efectos de sitio.

Manejo de alojamientos temporales y principales limitaciones

Administrativamente, el Sistema de Gestión de Riesgos respondió de una manera compleja. En particular, para la respuesta al terremoto, el presidente Correa, cuando retornó al país, distribuyó responsabilidades y encargó a cada ministerio cantones afectados.

Para atender a la población afectada se construyeron albergues. No obstante, se encontraron diferencias, según cuál fuera el ministerio responsable de la zona afectada. En particular es destacable la seguridad de los albergues construidos por la entidad encargada de la administración carcelaria.

Condiciones posteriores al movimiento telúrico

Actividades para fortalecer y mejorar la respuesta y comunicación ante la ocurrencia de sismos

En lo relativo al monitoreo luego del terremoto, tanto Inocar como el IG-EPN realizan un modelamiento semiautomático que tarda entre cinco y siete minutos. Actualmente se cuenta con protocolos mejor documentados. Respecto al personal dedicado al monitoreo sísmico, ahora el IG-EPN cuenta con tres turnos diarios. En cuanto a la comunicación, se realizaron cambios en la estructura de la Secretaría y actualmente se realiza mediante radio y llamadas.

En lo concerniente a la comunicación y el uso de información técnica de la población, se ha promovido la implementación de sistemas de alerta temprana y de sirenas. Se han buscado soluciones para garantizar su funcionamiento continuo mediante transmisiones por internet y vía satelital. A la vez, se ha solicitado a las entidades gubernamentales y al público en general que eviten fuentes de información alternas. En este sentido, la Secretaría de Gestión de Riesgos se rige solamente por la información del IG-EPN.

Procedimiento para evaluar daños luego del sismo: principales limitaciones y enseñanzas

En el proceso de evaluación de daños hubo muy buena voluntad. No obstante, en la fecha del movimiento telúrico no se contó con una organización adecuada. Entre las principales dificultades se encuentra la falta de una ficha metodológica para recolectar datos y evaluar daños después de un sismo. Por esta razón, fue necesario verificar y unificar las evaluaciones realizadas utilizando diferentes formatos y metodologías.

Así, el análisis de daños implicó un trabajo minucioso de revisión que duró alrededor de siete meses, en el cual se tuvieron que superar vacíos de información predial y catastral. Desafortunadamente, en la actualidad no se tiene acceso al análisis depurado de los daños, no existe un repositorio público y no se sabe dónde se encuentra la información en formato físico.

Las fallas en la organización de insumos para evaluar daños y comunicar los resultados conducen a la toma de decisiones inconsistentes e inoportunas, que pueden amenazar la seguridad de la población. Por ejemplo, después de unos meses se identificaron edificios que debían demolerse; no obstante, en campo se encontraron avisos en los que esos inmuebles se clasificaban como habitables.

En términos generales, el Sistema de Gestión de Riesgo no respondió adecuadamente en lo que respecta al proceso de evaluación de daños. Se presentaron retrasos en la respuesta y ayuda a la comunidad afectada (la atención se realizó cinco días después del desastre) y no existió una adecuada coordinación entre las instituciones; el secretario de Gestión de Riesgo, un militar que había sido nombrado tres meses antes, no tomó decisiones por desconocimiento y porque esperaba que se le diera una orden para actuar.

Comentarios sobre la construcción en Ecuador y los daños ocurridos durante el sismo

En el terremoto se presentó una concentración de energía de entre 2 y 3 Hz, razón por la cual se observaron efectos graves en edificios de más de cinco pisos, cuyos periodos de vibración podrían ser cercanos a los del temblor, y por lo tanto pudieron haber entrado en resonancia.



Sobre el comportamiento de los edificios, se desconocía su grado de vulnerabilidad ante un sismo de magnitud 7,8. Los daños observados en Portoviejo han sido de utilidad para estudiar la vulnerabilidad de las construcciones afectadas.

La aceleración pico en superficie de la última ruptura equivalió al 40% de la aceleración de la gravedad (g). Se identificaron condiciones de directividad, dado que la ruptura se propagó de norte a sur, enfocando la energía en el sur. En cuanto a los requisitos de diseño sismorresistente, en la Norma Ecuatoriana de Construcción 2011 (NEC 2011) se establecen movimientos de diseño superiores al 50% de g para la costa del país. De esta manera, conviene estudiar las fallas observadas en los edificios construidos luego de 2011 a la luz de los criterios de sismorresistencia de dicha norma.

En Ecuador, en 2001 se iniciaron avances significativos en el diseño sismorresistente. Luego del terremoto de Pedernales, edificios construidos entre 1990 y el 2000 resultaron afectados, así como construcciones posteriores al 2001. Entre estos edificios se encuentran instalaciones de educación, salud y de policía, en cuyo diseño se han debido ejercer controles y que no han debido sufrir daños considerables que alteren su normal funcionamiento. Así pues, debe procurarse que los proyectos de infraestructura

financiados por el Estado cumplan las normas vigentes de sismorresistencia, según principios que estén a favor de la seguridad de la población, de la protección de los recursos públicos, y que se ejerzan controles contra la corrupción.

La informalidad en la construcción es una de las principales causas de los daños. La evaluación de los daños ocurridos en Pedernales puso de presente que estos no necesariamente están concentrados en los sectores de población de menores recursos económicos. Así pues, las deficiencias en las prácticas constructivas no están determinadas por limitaciones presupuestales, sino por falta de conciencia y control en las actividades de diseño y construcción según criterios de sismorresistencia.

Antes del terremoto no se contaba con estudios de microzonificación sísmica. Después de la catástrofe de Pedernales se ha promocionado el desarrollo de estos estudios; no obstante, hacen falta esfuerzos para comprender y comunicar cómo usar efectivamente esta información para lograr construcciones más seguras.

Conclusiones

Los daños observados y la respuesta ante el sismo de Pedernales obligan a reflexionar sobre las activida-

des relacionadas con el conocimiento del riesgo y los preparativos para responder adecuadamente a estos fenómenos de la naturaleza, así como sobre su uso efectivo para reducir riesgos y favorecer la resiliencia de las comunidades.

En el país y en la zona afectada se habían realizado simulacros, para los cuales se habían identificado adecuadas prácticas de respuesta. No obstante, durante el desastre ocurrió una serie de imprevistos y fallas que sobrepasaron la capacidad del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos. En particular, las fallas en la comunicación y en los procesos de evaluación de daños limitaron la capacidad de respuesta.

Respecto al monitoreo de la actividad sísmica, el terremoto de Pedernales hizo visible la importancia del desarrollo e implementación de protocolos de respuesta y comunicación aplicables en situaciones de emergencia.

A pesar de los esfuerzos realizados en el análisis de la amenaza sísmica y en el desarrollo de códigos de construcción sismorresistente, el movimiento telúrico de Pedernales generó cuantiosos daños. Así, cabe resaltar la necesidad de programas de conocimiento y concientización, así como de reducción de la vulnerabilidad y de preparación ante posibles escenarios de daños.

Otros temas de interés

A continuación se presenta un listado de preguntas y comentarios que surgieron en el panel y que pueden alimentar el diálogo sobre las experiencias derivadas del sismo de Pedernales de 2016.

¿Qué actividades se están llevando a cabo para prepararse para sucesos semejantes?

¿Cómo se puede resolver el problema de colapso de los sistemas de comunicación?

¿Qué experiencia se ha tenido sobre la utilización de sistemas de voz (radios) para la comunicación con tomadores de decisiones y multiplicadores de información?

¿Existieron problemas para calcular la magnitud del desastre en boletines preliminares?

A raíz de este sismo, ¿se están desarrollando sistemas de alerta temprana por movimientos telúricos?

¿Se puede establecer una relación entre el sismo de Pedernales de 2016 y otros que han ocurrido

en la zona afectada, tales como el terremoto de 1942? ¿Cómo se pueden caracterizar las fuentes que generan este tipo de fenómenos geológicos?

¿Cuáles fueron las herramientas y los recursos humanos necesarios para la evaluación de daños en edificios? ¿A partir de qué momento se inició este proceso? ¿Cuáles fueron los medios de comunicación y de gestión de la información? ¿Cómo fue el proceso de reconocimiento y evaluación de edificios afectados?

¿Cómo funciona en Ecuador el concepto de *riesgo público*, especialmente referido a la necesidad de demoler de manera controlada estructuras afectadas, cuya habitabilidad no se considera segura luego de un sismo?

¿Ha sido comparada la distribución porcentual de los daños de las poblaciones afectadas por el sismo de Pedernales con los daños ocurridos en otros lugares de América Latina por terremotos?

¿Al día de hoy, cómo va el proceso de recuperación? ¿Qué aspectos de la reconstrucción merecen una revisión y discusión?

La Norma Ecuatoriana de la Construcción establece aceleraciones de diseño de estructuras, En la costa pacífica pueden ser superiores al 50% de la gravedad. No obstante, los daños observados en Portoviejo y Manta reflejan una alta vulnerabilidad. Así, ¿luego del sismo se han seguido las especificaciones de la NEC en los procesos de construcción y reconstrucción? ¿Existen actividades tendientes a la microzonificación sísmica de las ciudades afectadas?

Algo especialmente grave que impide el aprendizaje y la mejora de los criterios de diseño y construcción es que, si no se realiza un seguimiento y control a las edificaciones según normas de construcción sismorresistente, no se tienen evidencias sobre qué tan acertadas son tales normas. En este sentido, se recomienda llevar a cabo análisis de la confiabilidad de las normas de construcción sismorresistente.

¿Qué actividades se han llevado a cabo para mejorar la resiliencia de los edificios ante sismos?

La heterogeneidad de las construcciones plantea una incógnita sobre el comportamiento de cada construcción respecto a sus colindantes. ¿Se ha pensado en modelar el comportamiento estructural de sistemas compuestos por varias edificaciones? ¿Cómo se podría orientar tal modelación?

Referencias

- La República (10/6/2016). Correa dice que subió a 668 la cifra de muertos por terremoto en Ecuador. Disponible en <https://www.larepublica.ec/blog/sociedad/2016/06/10/correa-dice-que-subio-a-668-la-cifra-de-muertos-por-terremoto-en-ecuador/>
- EERI (2016). M7.8 Muisne, Ecuador Earthquake on April 16, 2016. En EERI Earthquake Reconnaissance Team Report. EERI Learning From Earthquakes Program. Disponible en http://learningfromearthquakes.org/2016-04-16-muisne-ecuador/images/2016_04_16_Muisne_Ecuador/pdfs/EERI-Ecuador-2016-Recon-Report-Reduced.pdf
- Singaucho, J. C., Laurendeau, A., Viracucha, C., Ruiz, M. (2016). *Informe Sísmico Especial* (18). Observaciones del sismo del 16 de abril de 2016, de magnitud M_w 7.8. Intensidades y aceleraciones. Quito: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional.



Terremoto del 25 de enero de 1999 en el eje cafetero (Colombia)

Panel 3.

RESUMEN

El sismo del eje Cafetero, de magnitud 6,1 M_w , ocurrido el 25 de enero de 1999, causó múltiples daños graves en viviendas, en la población, en los medios de producción y en instalaciones como centros educativos y de salud. Con el fin de tener una visión crítica sobre la gestión del riesgo sísmico antes y después de este sismo, en este panel se discutieron aspectos relacionados con la percepción y conciencia de la población y del Estado ante el peligro sísmico, así como la capacidad para entender el fenómeno, para responder ante situaciones de desastre y para prevenir y reducir posibles pérdidas. De este panel se resaltan los beneficios de la operación y mejoras de la Red Nacional de Acelerógrafos de Colombia, que permitieron que este sismo fuera caracterizado oportuna y precisamente. Además, se resalta la importancia de los estudios de microzonificación sísmica que apoyaron los procesos de reconstrucción, así como los esfuerzos necesarios para complementar dichos estudios y articularlos con los instrumentos de planificación territorial. En particular, sobre el ordenamiento se resaltan los problemas que ha tenido que enfrentar la ciudad respecto al desarrollo de construcciones y asentamientos informales, así como la necesidad de establecer mecanismos de control que limiten el crecimiento en estas condiciones. En cuanto a la capacidad de respuesta, se resalta la importancia de los esquemas de organización interinstitucional, de sistemas de comunicación redundantes, de herramientas, procedimientos, personal y equipos necesarios para una oportuna evaluación de daños y necesidades. Asimismo, se señala la importancia de estrategias de información y capacitación de la comunidad, que formen una memoria histórica sobre este desastre, que fortalezcan la conciencia de la población respecto al riesgo sísmico y que promuevan la participación activa en las actividades de prevención y reducción del riesgo.

panelistas

Faber Mosquera
Ingeniero civil, Ph. D.

Director de la Unidad Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres, Gobernación del Quindío

Julián Escallón
Ingeniero civil

Subdirector de Geofísica (1999) Servicio Geológico Colombiano

Armando Espinosa
Geólogo, Ph. D.

Profesor de la Facultad de Ingeniería y el Observatorio Sismológico, Universidad del Quindío

Hugo Monsalve
Ingeniero civil, M. Sc.

Profesor, investigador, Facultad de Ingeniería y Observatorio Sismológico de la Universidad del Quindío

José Ignacio Rojas
Lic. Tecnología y Educación, M. Sc.

Secretario Secretaría de Planeación

moderadores

Juan Pablo Sarmiento
Médico, Ph. D.

Co-Director Extreme Events Institute Florida International University

Mónica Arcila
Geóloga, Ph. D.

Coordinadora del Grupo de Amenaza Sísmica Servicio Geológico Colombiano

Introducción

El 25 de enero de 1999 ocurrió un sismo de magnitud 6,1 M_w , a 15 km de profundidad, cerca de la ciudad de Armenia (capital del departamento de Quindío, Colombia), que afectó a 28 municipios de la zona del eje cafetero. Según el informe preparado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal 1999), cerca de 1.185 personas fallecieron y 8.523 resultaron heridas. En cuanto a las viviendas, de 79.446 reportadas con daños, 22% tuvieron pérdida total, 23% resultaron inhabitables y 54% tuvieron daños parciales. En cuanto a edificios de especial interés, de 521 planteles educativos, 27% quedaron inservibles, 56% necesitaron reparaciones profundas y solo 16% no presentaron daños. Las averías afectaron a cerca de 143.000 alumnos. En cuanto a las instalaciones de salud, de 61 hospitales existentes en la región afectada, ocho sufrieron daños que los hicieron irreparables, lo que implicó su total reconstrucción; los restantes tuvieron daños leves.

En las zonas afectadas, la extensión y gravedad de los daños demandaron recursos humanos y económicos significativos para lograr la reconstrucción. Luego de casi veinte años del sismo, en este panel se procuró conocer lecciones del proceso de recuperación, así como los cambios que este sismo produjo en la gestión del riesgo de la ciudad, el departamento y el país.

El conocimiento de la amenaza y del riesgo sísmicos antes y después del terremoto

Respecto al monitoreo de la amenaza sísmica, en 1998 habían ocurrido varios recortes presupuestales que afectaron a la Red Sismológica Nacional. Unos meses antes del desastre, la mitad de las estaciones sismológicas se encontraban fuera de funcionamiento. Afortunadamente, gracias a gestiones realizadas con el Fondo de Calamidades se agenciaron recursos que permitieron operar la Red en un mayor porcentaje, de tal forma que fue posible caracterizar y localizar el sismo de Armenia adecuadamente, a pesar de que algunas estaciones se saturaron debido a la magnitud y cercanía del evento.

Una de las principales actividades desarrolladas por Ingeominas (actual Servicio Geológico Colombiano) luego de la catástrofe, por aproximadamente seis meses, fue desplegar una red portátil para

registrar réplicas. Para ello se contó con la cooperación de otras entidades del orden nacional. Gracias a ello se obtuvo información valiosa para comprender el fenómeno geológico.

Hasta la fecha, la constante gestión del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y los incrementos en el presupuesto de esta entidad han permitido un aumento del número y la calidad de las estaciones de la Red Sismológica Nacional, lo cual redundó en un mejoramiento del Sistema de Monitoreo de la Amenaza Sísmica. Como complemento, el uso de nuevas tecnologías ha catapultado la diseminación de la información recopilada.

En cuanto a estudios detallados de efectos en el sitio y de daños esperados, antes del terremoto, en Armenia se habían desarrollado estudios geológicos detallados, zonificaciones geotécnicas y estudios de vulnerabilidad basados en escenarios históricos, en los que las sedes de varias instituciones se habían identificado como susceptibles de sufrir daños, entre ellas, la Universidad y el Hospital del departamento. También se habían generado modelos de amenaza sísmica en los que se estimaban valores de aceleración del basamento rocoso durante ciertos periodos de retorno. Sin embargo, tras el temblor, al observar su intensidad y consecuencias, se determinó continuar los estudios para actualizar y mejorar tales modelos, así como para comprender los efectos sísmicos locales.

Ahora, dos décadas después de los sucesos, se tiene mayor claridad sobre la relación directa entre las unidades geológicas y los efectos del sismo. También se han dedicado esfuerzos a obtener conocimiento del comportamiento de los edificios durante movimientos telúricos. Para ampliar el uso de ese conocimiento se requiere socializarlo con los constructores, con el objeto de que sea tenido en cuenta en los proyectos de edificación.

Importancia de la inclusión del riesgo sísmico en el ordenamiento territorial

En Armenia, ciudad de topografía ondulada y compleja, existen múltiples cuencas hidrográficas. Estas condiciones han exigido a las autoridades locales velar por una adecuada planificación y uso del terreno, ya que se han reconocido diferentes amenazas socio-naturales. Al respecto, en la Ley 388 de 1997 se definieron, entre otros asuntos, los determinan-

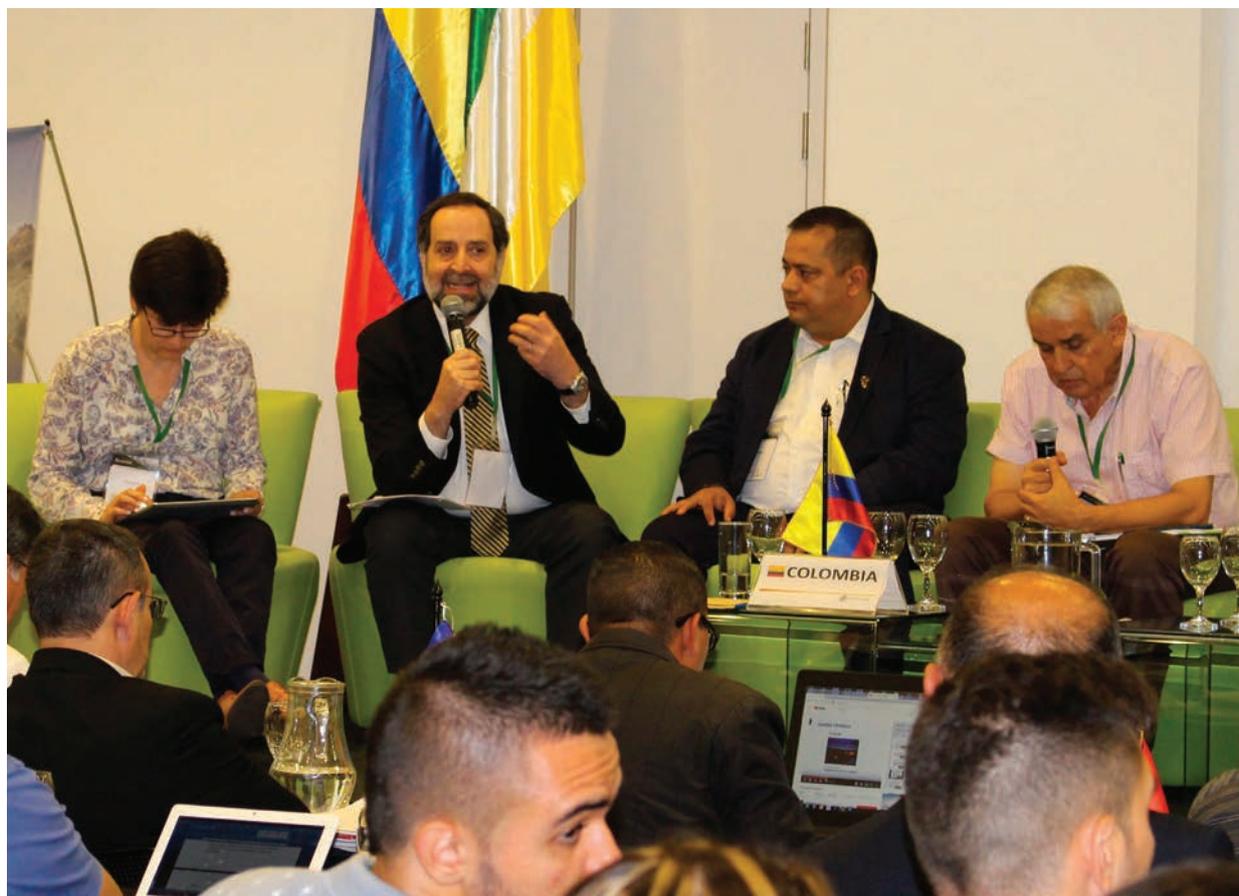
tes de los planes de ordenamiento territorial (POT), entre los cuales se encuentran políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, la definición de áreas de riesgo y de las correspondientes estrategias de manejo. Asimismo, esta ley estableció un plazo de un año y medio para que los municipios adoptaran su plan de ordenamiento territorial.

Casualmente, un día antes del sismo, el 24 de enero de 1999 se había aprobado el POT de Armenia, en el que se evidenciaba la importancia de hacer frente a la amenaza sísmica. Tras el impacto del desastre, los problemas que no habían sido identificados en el POT se hicieron visibles. En realidad, la tragedia hizo que emergiera otra ciudad, compuesta por habitantes que poblaban zonas de ladera, ocultas y ajenas hasta el momento del ordenamiento de la ciudad, que desbordaban las dinámicas de planificación. Así, los devastadores efectos del sismo en la región evidenciaron la necesidad de reevaluar el plan ya aprobado.

Respuesta a la emergencia

El sismo afectó gran parte del eje cafetero, pues produjo daños en municipios de cuatro departamentos. En Quindío, y en especial en Armenia, la demanda de servicios de emergencia superó la capacidad de los organismos de respuesta. A escala regional se instauró un puesto de mando unificado (PMU) para centralizar las labores de atención. Sin embargo, con la llegada del ente nacional se desarticuló la coordinación regional preexistente, lo que obligó a realizar ajustes en la organización durante la atención del desastre.

Desde el punto de vista de la comunicación, si bien ya existían los comités regionales de atención del riesgo de desastres, que se encontraban articulados, la infraestructura institucional y los mismos integrantes de las instituciones se vieron afectados directamente por el sismo, al punto de que las estaciones de bomberos y de policía de la ciudad colapsaron. Así, el hecho de que parte de las comunicaciones estuvieran



centralizadas en instituciones limitó la operabilidad del sistema, y esto a su vez propició el colapso de la comunicación entre la población y los responsables de la respuesta a la emergencia. En estas condiciones, durante las primeras horas las familias autogestionaron sus lugares de refugio y su alimentación.

Las fallas en la comunicación, así como la falta de una dirección clara sobre cómo se iban a hacer llegar las ayudas a los damnificados, propiciaron un ambiente incierto en el que se generaron actos de vandalismo en la ciudad. Sumado a esto, se presentó la migración de personas ajenas a la tragedia en busca de alguna ayuda y, en consecuencia, el orden público de la ciudad se vio alterado. Una vez superados estos inconvenientes, fue posible tener un contacto más cercano con la comunidad.

Uno de los temas más delicados durante la emergencia fue la selección de sitios para la instalación de albergues temporales, ya que el número de personas damnificadas desbordaba la capacidad de respuesta de las entidades para encontrar sitios adecuados.

En cuanto a la evaluación de los daños en los edificios y del impacto del desastre, la Sociedad de Ingenieros de Armenia asumió la coordinación de tales labores. Sin embargo, no existían formatos o guías para realizar la evaluación, debido a que en el país no existía una experiencia previa con un sismo de características similares.

Prácticas constructivas y requerimientos de sismorresistencia

En Armenia, y en general en toda la zona afectada, existía un gran porcentaje de inmuebles informales contruidos con materiales como guadua, bahareque, así como mixturas de concreto y otros materiales. Los daños observados luego del sismo impulsaron actualizaciones y modificaciones de las normas de construcción sismorresistente, pues se buscaba limitar el uso de técnicas y prácticas constructivas vulnerables.

Al respecto, se ha llevado a cabo un trabajo arduo en sismología e ingeniería sísmica. Entre los aspectos que cabe resaltar se encuentra el desarrollo de espectros de desplazamiento para aplicar técnicas de diseño por desempeño en los edificios. Para que estas prácticas puedan ser de común aplicación es necesario fortalecer los programas de formación profesional, así como la apropiación social de dicho

conocimiento. Entre las modificaciones realizadas al reglamento de construcción sismorresistente se resalta la instrumentación sísmica sugerida para los edificios, a partir de la cual es posible atender diferentes líneas de acción: i) evaluar el comportamiento de las estructuras; ii) evaluar los patrones de atenuación de las ondas, y iii) evaluar e identificar efectos sísmicos de sitio.

Prevención de riesgos en el proceso de reconstrucción

Para los trabajos de atención y reconstrucción se logró conformar un grupo interinstitucional cuyos miembros tenían bastante información relevante. No obstante, tal información se encontraba fragmentada, sin un marco o estructura que posibilitara su organización. A pesar de estos inconvenientes, se buscó atender la emergencia e iniciar la reconstrucción según principios de eficiencia y celeridad, de tal manera que la respuesta se diera en corto tiempo y fuera correcta. Así, se decidió realizar una microzonificación indicativa, con el fin de tener un soporte objetivo para orientar los procesos de reconstrucción en las zonas afectadas. Se consideró que los centros de investigación y las universidades deberían ser los ejes articuladores de tales estudios. Estas actividades cambiaron la forma de llevar a cabo los procesos de atención de emergencias y requirió el apoyo de entidades del orden internacional, como el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Transformaciones del territorio luego del terremoto

La mayoría de las gerencias zonales en las que se dividió la ciudad para realizar la reconstrucción planificaron y ejecutaron los nuevos desarrollos habitacionales. Así, los barrios que resultaron de la reconstrucción están ubicados hacia la zona suroccidental de la ciudad, en donde afloran las rocas más jóvenes. Esto en parte se debió a que, hacia el norte de Armenia, se llega al límite del perímetro urbano. Adicionalmente, en muchos de los cascos urbanos de otros municipios, la reconstrucción se llevó a cabo también en zonas periféricas, y aunque se consolidaron algunas áreas centrales para inmuebles

administrativos, el mayor crecimiento se dio hacia la periferia.

En cuanto a los predios liberados, se trabajó en la recuperación de zonas de ladera, y en cierto modo, la ocurrencia del sismo permitió avanzar en el cambio de los modelos de ocupación, buscando que la construcción de viviendas se realizara considerando las características de las microcuencas. Sin embargo, a nivel institucional, la capacidad de mantener el conocimiento adquirido se disipó con el cambio de personal y con la pérdida de memoria histórica de estos procesos, lo que condujo a la reaparición de las vulnerabilidades relacionadas con la ocupación de zonas de ladera. La apropiación social y cultural de estos procesos ha ido decayendo con el tiempo, y por ello es imprescindible recuperar la memoria histórica.

El conocimiento obtenido luego del sismo aportó elementos importantes para el estudio de la microzonificación sísmica y la definición de requerimientos de diseño sismorresistente en Armenia. Sin embargo, se siguen cometiendo los mismos errores y se mantienen algunos de los escenarios de vulnerabilidad, tales como el uso de zonas de rellenos para la construcción de gran cantidad de viviendas, incluso en rellenos de quebradas. Es recomendable que se revisen los efectos de sitio en este tipo de unidades geológicas, cuyos efectos de amplificación pueden ser considerables y en las cuales se está dando el mayor crecimiento urbano de la ciudad mediante el desarrollo de urbanizaciones.

Como agravante, la ciudad de Armenia ha sido receptora de personas en situación de desplazamiento por el conflicto interno que vive el país. Lamentablemente, estas personas han construido sus viviendas en zonas de riesgo, con bajos niveles de seguridad. La posibilidad de disminuir los niveles de ocupación actualmente es baja, ya que la dinámica de ocupación es más grande que la capacidad de respuesta de las autoridades.

Se advierte que, en caso de presentarse un sismo de características similares a las del pasado terremoto, Armenia y la región aún no se encuentran completamente preparadas para enfrentarlo, la concentración de capacidades aún no está dispuesta para un evento igual o mayor, y si bien Armenia ya no es tan vulnerable en algunos aspectos, en otros quizá no se ha avanzado, o incluso se ha retrocedido.

Conclusiones

El sismo del eje cafetero ocurrido el 25 de enero de 1999 (magnitud 6,1 M_w) produjo cuantiosos daños en la población, los edificios y la infraestructura de Armenia. Al cabo de casi veinte años, en este panel se presentaron y discutieron algunos de los cambios que causó este terremoto en la percepción y conciencia de la población y del Estado ante el peligro sísmico, y se expuso su capacidad para entender el fenómeno, reconocer los daños a los que está expuesta la comunidad y la promoción y ejecución de actividades para fortalecer la capacidad de respuesta y para prevenir y reducir posibles pérdidas.

Sobre el conocimiento de la amenaza, el sismo del eje cafetero puso en evidencia la importancia de las mejoras e inversiones realizadas en la Red Nacional de Monitoreo Sísmico, gracias a las cuales pudo obtenerse una adecuada caracterización del movimiento telúrico. Asimismo, la variación de la respuesta y de los daños en la ciudad motivó el desarrollo de estudios de microzonificación y de escenarios de daño y pérdida.

Respecto a la capacidad de respuesta a la emergencia, quedó en evidencia la necesidad de una adecuada coordinación entre las autoridades e instituciones del orden nacional, las instituciones creadas específicamente para la reconstrucción y los organismos regionales y locales de gestión del riesgo, con el fin de tener una estructura clara, lo que puede impedir retrasos o inconvenientes durante la atención de la emergencia y el proceso de reconstrucción.

A la vez, se juzgó necesario trabajar en protocolos de comunicación entre entidades del sistema de gestión del riesgo, así como en el desarrollo de estrategias de comunicación con la comunidad, que informen y contribuyan a que la población conozca recomendaciones para enfrentar situaciones previas, simultáneas y posteriores a los movimientos telúricos. En particular, se resalta la importancia de la comunicación oportuna sobre la distribución de albergues, los procesos de remoción de escombros y la distribución de ayudas a damnificados, con el fin de prevenir y solucionar problemas de seguridad durante la emergencia.

Sobre el proceso de evaluación de daños, en el momento del sismo del eje cafetero no existían formatos o guías para clasificar los daños observados y valorar la seguridad de los edificios, lo cual incre-

mentó las dificultades para la toma de decisiones. En este sentido, cabe resaltar las metodologías de evaluación propuestas por la Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS), así como los programas de capacitación de profesionales fomentados por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático de Bogotá (Idiger).

En cuanto a la prevención del riesgo, el sismo incentivó la actualización del Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente, ya que se presentaron modificaciones a los requisitos generales de diseño, la definición de cargas, así como en el diseño de concreto estructural, mampostería estructural, casas de uno y dos pisos y estructuras metálicas. Asimismo, se introdujeron nuevos capítulos sobre estructuras de madera, estudios geotécnicos, supervisión técnica y requisitos de protección contra el fuego. Entre los aspectos que se introdujeron en la NSR-98 se encuentra la instrumentación sísmica requerida para edificios, a partir de la cual se busca abordar diferentes líneas de acción: i) evaluar el comportamiento de las estructuras; ii) evaluar los patrones de atenuación de las ondas, y iii) evaluar e identificar efectos sísmicos de sitio. Al respecto, se recomienda revisar los esfuerzos realizados durante los últimos años en la instrumentación requerida para edificios, velar por la administración de dicha información e identificar grupos de investigación y profesionales que puedan contribuir al conocimiento utilizando la información existente.

Por otro lado, los efectos del terremoto y el desarrollo de planes de reconstrucción pusieron de manifiesto la importancia de incluir el riesgo sísmico en la planificación del territorio. Conocer los fenómenos sísmicos que pueden presentarse en un determinado territorio es útil para diseñar las estructuras con un determinado nivel de seguridad, o apropiadas para enfrentar un determinado riesgo. Así, la amenaza sísmica no necesariamente corresponde a una limitación para la ocupación del territorio. No obstante, los posibles daños y pérdidas por sismo, así como su distribución espacial, son insumos e información que puede ser útil para el ordenamiento territorial.

Entre los temas en los que es relevante avanzar se encuentra la vigilancia y el control de construc-

ciones informales, para lo cual deben implementarse procesos de regularización y cumplimiento de las normas, con miras a que en el Plan de Ordenamiento Territorial se establezca un pacto entre los actores sobre la ocupación del territorio. Para este fin se considera fundamental el diálogo con las empresas constructoras y los profesionales que participan en las obras, ya que son actores estratégicos. Asimismo, se requiere una estrategia de comunicación con la comunidad para preservar la memoria histórica del terremoto de 1999, de tal manera que la población sea consciente del riesgo sísmico, participe y exija la ejecución de actividades de difusión del conocimiento, de prevención y reducción de riesgos.

Otros temas de interés

A continuación se presenta un listado de preguntas y comentarios que surgieron en el panel y que pueden alimentar el diálogo sobre las experiencias que dejó el sismo del eje cafetero.

A partir del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente se avanzó en la exigencia de la instrumentación sísmica. ¿Cómo se puede aprovechar esta información para adelantar estudios de microzonificación?

¿Qué actividades se deben promover para concientizar a la industria de la construcción en aspectos de desarrollo urbano, amenaza y riesgo sísmicos?

Se recomienda realizar estudios sobre la amenaza sísmica de la región del eje cafetero y el crecimiento de construcciones que se ajustan a sistemas de muros industrializados.

¿Existen migraciones hacia Armenia que pueden estar contribuyendo al surgimiento de comunidades vulnerables ante eventos sísmicos?

¿Cómo se lleva a cabo el control urbano en la ciudad respecto al desarrollo informal? ¿En el desarrollo formal se está expidiendo el certificado técnico de ocupación?

¿Existe un repositorio de información sobre los efectos del sismo del eje cafetero, los impactos en diferentes sectores (educación, salud, comercio), así como sobre los costos y actividades de la respuesta y la reconstrucción?



Terremotos del 2017 en Chiapas y Puebla (México): avances en la gestión del riesgo sísmico

Panel 4.

RESUMEN

En septiembre de 2017 ocurrieron dos fuertes sismos en México, en los estados de Chiapas y Puebla, de magnitudes superiores a 7, que ocasionaron considerables daños. En este panel se compartieron las experiencias y lecciones que dejaron estos terremotos, así como los esfuerzos que se han realizado en el país para entender el riesgo sísmico, para fortalecer el sistema de gestión de riesgo y para preparar a la población. Ante la ocurrencia de sismos que pueden afectar centros poblados situados a grandes distancias del epicentro, como ocurrió con Ciudad de México con los terremotos de Puebla y de 1985, se resaltan las bondades de la operación de un sistema de alerta temprana (cuya operación inició en México en 1993), mediante el que ha sido posible informar a la población sobre la ocurrencia de sismos, lo cual contribuye a garantizar su seguridad. Además, cabe resaltar la implementación, en 2012, de la ley de protección civil, a partir de la cual se han establecido actores, responsabilidades, así como la coordinación necesaria para realizar actividades de gestión del riesgo. Los daños que dejaron los sismos de 2017 han visibilizado la falta de mecanismos de verificación y control de la construcción realizada con criterios de sismorresistencia. Así, se considera importante que la actividad constructiva esté sujeta a un marco legal que favorezca la seguridad de la vida y de las obras civiles.

Introducción

Durante el año 2017, dos fuertes sismos afectaron a la población de México. El 7 de septiembre ocurrió un terremoto de magnitud M_w 8.2, cuyo epicentro se situó a 133 km de Pijijiapan, Chiapas. Según el reporte preliminar de daños (Coordinación Nacional de Protección Civil, 2017), en Chiapas y Oaxaca, cerca de 98

panelistas

Víctor Hugo Espindola Castro
Geofísico, Ph. D.

Jefe de Análisis
Servicio Sismológico Nacional
de México

Sergio Alberto Robles Garza
Licenciado, especialista

Director general adjunto
Protección Civil México.
Secretaría de Gobernación

José Gilberto Castelán Pescina
Ingeniero

Director de Instrumentación y
Cómputo
Centro Nacional de Prevención
de Desastres de México

Armando Cuéllar Martínez
Ingeniero, Ph. D.

Coordinador de Investigación
Centro de Instrumentación y
Registro Sísmico A. C. (Cires)
Sistema de Alerta Sísmica
Mexicano

moderadores

Marta Calvache
Geóloga, Ph. D.

Directora técnica de
Geoamenazas
Servicio Geológico Colombiano

Fernando Díaz
Ingeniero civil, M. Sc.

Grupo de Amenaza Sísmica
Servicio Geológico Colombiano

personas murieron y 249 resultaron heridas. En cuanto a los daños en las construcciones, cerca de 51.700 viviendas resultaron afectadas, de las cuales, aproximadamente 12.500 presentaron daño total. Respecto a instalaciones de especial interés, 61 hospitales presentaron daños parciales; cerca de 1.500 escuelas resultaron afectadas, de las cuales 92 tuvieron averías estructurales y daño total.

Posteriormente, el 19 de septiembre de 2017 ocurrió un sismo de magnitud M_w 7,1, con epicentro situado 12 km al sureste de Axochiapan, Morelos, a una profundidad aproximada a 57 km, distante unos 120 km de la Ciudad de México (UNAM, 2017a). A partir de los espectros de respuesta elástica calculados en los acelerogramas registrados durante este evento sísmico, las mayores aceleraciones espectrales se observaron en periodos de vibración de entre 0,2 y 0,4 segundos (UNAM, 2017b). Este sismo afectó mayoritariamente estructuras de entre cuatro y siete pisos, en la zona de depósitos lacustres de la Ciudad de México.

Dados los antecedentes y experiencias del desastre de 1985 y los efectos en Ciudad de México, en este panel se comentaron las experiencias y lecciones que dejaron los sismos de 2017, así como los avances en el conocimiento y reducción del riesgo sísmico.

Principales avances en la organización para el conocimiento y monitoreo del riesgo sísmico

Antes del terremoto de 1985, México no contaba con políticas públicas que contemplaran el riesgo de desastres naturales. A partir de 2012 se implementó la ley general de protección civil (2012), en la que se establecen las bases de coordinación entre los tres órdenes de gobierno y el sector privado en materia de protección civil. A partir de esta ley se definieron objetivos y principios para la gestión del riesgo, así como los actores participantes y funciones del Sistema Nacional de Protección Civil, del Consejo Nacional de Protección Civil y del Comité Nacional de Emergencias. A la vez, se configuraron bases para la formulación de programas de protección civil, para la formación de personal dedicado a la atención de la población tras acontecimientos desastrosos (brigadistas), así como consideraciones respecto a fondos para la gestión de riesgos y financiación de obras dirigidas a mitigar las secuelas de desastres, entre

otros aspectos. De esta manera, esta ley permite una mayor coordinación para el desarrollo de actividades de conocimiento, de alerta temprana y de reducción de riesgos.

Respecto al conocimiento, se destaca la creación del Atlas Nacional de Riesgos, un sistema integral de información sobre agentes perturbadores y daños esperados. Para su elaboración, se realizó un análisis espacio-temporal de la interacción de los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición de los agentes que pueden resultar afectados. Entre los aspectos más relevantes de dicho sistema se encuentra la posibilidad de simular escenarios de riesgos, así como la estimación del sistema expuesto ante un fenómeno perturbador, con el fin de respaldar una oportuna toma de decisiones. A la vez, el Atlas comprende información geológica, meteorológica y sísmica, entre otras, y abarca muchas capas de datos abiertos al público, cuya gestión se realiza coordinadamente entre varias instituciones mediante servicios prestados desde la *web*.

Por otro lado, la ley de protección civil ha favorecido la coordinación entre el Servicio Sismológico Nacional y los sistemas de Alerta Temprana y Monitoreo de Sismos, Volcanes y Tsunamis. El sistema de Alerta Temprana entró en vigencia en 1993, con el propósito de proteger a la población y mitigar los daños provocados por fenómenos naturales. Entre sus avances se encuentran campañas pedagógicas por radio y otros medios, con el fin de indicar a la población su funcionamiento. Este sistema es regulado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) y autoridades locales de protección civil. En total, participan grupos científicos, organismos técnicos, la población y agentes de comunicación y difusión. El Sistema de Alerta, que se activa entre 20 y 120 segundos antes del arribo de las ondas sísmicas a áreas pobladas, opera en siete ciudades y beneficia aproximadamente a 26 millones de personas. Desde su puesta en marcha ha detectado más de 7.000 sismos. Debido a que Ciudad de México tiene un cuarto de la población del país, y que puede resultar afectada por sismos que ocurran a grandes distancias, la implementación del Sistema de Alerta temprana está totalmente justificada.

El Sistema no solo está pensado para la alerta de la población. Entre sus potenciales funcionalidades podría considerarse la operación y desactivación automática de semáforos, válvulas, oleoductos y

distintas redes, entre ellas la de gas. Para aplicar el Sistema de Alerta en cualquier territorio es necesario evaluar la factibilidad del proyecto, con el fin de identificar la población potencialmente beneficiaria de la alerta, considerando, entre otros aspectos, la diferencia entre el tiempo de la emisión de la alerta y el arribo de las ondas sísmicas. Para diseminar las experiencias del sistema de México, el país cuenta con un programa de cooperación con la Organización de las Naciones Unidas, por medio del cual se pueden compartir y conocer detalles de su funcionamiento.

Fortalecimiento de la capacidad de respuesta ante emergencias

Uno de los aspectos principales del manejo de desastres es una adecuada estructura organizacional. En este sentido, la ley de protección civil ha contribuido a la coordinación entre instituciones, así como a la definición de responsabilidades en lo referente a actividades como la operación de albergues, la gestión de recursos para auxilio y apoyo a damnificados, y el fortalecimiento de brigadas de emergencias, entre otras.

Asimismo, el Sistema de Protección Civil de México ha hecho énfasis en la ejecución de simulacros con el objetivo de evaluar la capacidad de respuesta en diferentes escenarios urbanos, tales como el metro, escuelas y hospitales. De esta manera se ha logrado una concientización y formación de actores, tanto públicos como privados y comunitarios.

En cuanto al manejo de la emergencia, el Sistema de Protección Civil de México se ha encargado de formar a grupos de brigadistas, personal profesional y voluntarios encargados de coordinar la evacuación, el rescate y la logística tras una emergencia. Para ello, México ha buscado certificar a dicho personal, con el fin de evitar grupos irregulares de emergencias.

Principales lecciones de los efectos de los sismos

Con el terremoto de Puebla, ocurrido el 19 de septiembre de 2017, varias edificaciones se vieron afectadas, lo que causó cuantiosas pérdidas humanas y materiales. Esta situación ha puesto en evidencia la necesidad de continuar los trabajos de identificación de los

efectos sísmicos de sitio, así como fallas en la aplicación de la normativa de sismorresistencia. Si bien se han realizado esfuerzos significativos para definir criterios sísmicos de diseño, hace falta un organismo que vigile y exija su aplicación, en un contexto en el que la actividad constructiva (y los beneficios que se derivan de la misma) esté sujeta a un marco legal de seguridad sísmica. Asimismo, es necesario combatir prácticas corruptas en la regulación de la construcción, con el fin de garantizar la seguridad de las obras civiles y de la vida de la población.

Conclusiones

Como reacción a los desastres ocurridos, y con el fin de reducir futuros impactos, en México se ha promovido la organización y coordinación de actores públicos, privados y comunitarios en torno a la gestión del riesgo. En este sentido, se impulsó la formulación e implementación de la ley general de protección civil, a partir de la cual se establecieron actores, responsabilidades, así como la coordinación necesaria para formular y ejecutar actividades de identificación y reducción de riesgos y de manejo de desastres. Entre los resultados destacados de esta ley se encuentra la creación de un atlas que sirve como herramienta para identificar los sistemas expuestos a fenómenos desastrosos y para estimar los daños potenciales. Asimismo, se han establecido bases para el manejo de recursos que pueden ser destinados al auxilio y apoyo de damnificados.

Las características y los efectos de los sismos de 1985 y de Puebla de 2017 ponen en evidencia la necesidad de conocimiento de movimientos telúricos que puedan ocurrir a grandes distancias de centros poblados, cuyos daños pueden ser considerables. Tras el sismo de 1985 se identificó la posibilidad de operar un sistema de alerta temprana, que entró en funcionamiento en 1993 y que ha permitido informar a la población sobre la ocurrencia de sismos, tal como el de Puebla de 2017. Por su parte, estos movimientos señalan la importancia de adelantar estudios de efectos locales, definir acciones para regular el diseño de obras acordes a tales efectos, así como vigilar y controlar las construcciones según criterios de sismorresistencia, para garantizar la seguridad de la población y de las construcciones.

Referencias

- Coordinación Nacional de Protección Civil (2017). Evaluación de daños y análisis de necesidades. Reporte preliminar. México: Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil. Disponible en https://www.eeri.org/wp-content/uploads/edan_sismo_123oh_12sep2017.pdf (consultado el 12/11/2018).
- Ley general de protección civil (2012). Nueva ley DOF 06-06-2012. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Estados Unidos Mexicanos.
- UNAM (2017a). Parámetros del movimiento del suelo sismo de Puebla-Morelos (M_w 7.1), 19 de septiembre de 2017. Reporte preliminar. Disponible en <http://www.eqclearinghouse.org/2017-09-19-puebla-mexico/files/2017/09/14732447.pdf> (consultado el 15/11/2018).
- UNAM (2017b). ¿Qué ocurrió el 19 de septiembre de 2017 en México? Nota informativa. Grupos de Sismología e Ingeniería de la UNAM. Disponible en http://www.eqclearinghouse.org/2017-09-19-puebla-mexico/files/2017/09/Nota_Divulgacion_Sismo_19092017.pdf (consultado el 15/11/2018).



Experiencia en la zona de frontera de Guatemala por el sismo de 2017 en Chiapas (México)

Panel 5.

RESUMEN

Históricamente, en el territorio de Guatemala han ocurrido fuertes sismos (como los de 1976 y de 2012), que han destacado la necesidad de conocer el peligro sísmico nacional. No obstante, los sismos ocurridos en México en 2017 evidenciaron la necesidad de conocer la potencial ocurrencia de temblores transfronterizos que puedan afectar a la población. En este sentido, se consideran necesarios esfuerzos regionales de coordinación, a partir de los cuales se monitoree en forma conjunta la ocurrencia de sismos, se armonicen los modelos de amenaza entre países vecinos y se establezcan protocolos que ayuden a dar respuesta a emergencias que ocurran en las fronteras.

Introducción

En los últimos cincuenta años, Guatemala se ha visto afectada por sismos considerables, de magnitudes de alrededor de $7,4 M_w$, localizados en el interior del territorio nacional, que han causado graves daños en la población y la infraestructura. A estos se suma el terremoto ocurrido en Chiapas (México) en septiembre de 2017, que reveló la importancia del conocimiento de movimientos telúricos regionales ocurridos fuera de las fronteras, cuyos efectos también pueden ser devastadores. En este contexto, el objetivo de este panel fue recolectar las experiencias de profesionales de Guatemala encargados de la respuesta al sismo de Chiapas de 2017, en lo que respecta al monitoreo de la actividad sísmica y la comunicación de potenciales efectos.

panelistas

Robin Onelio Yani Quiyuh
Licenciado en física aplicada

Profesional en geofísica
Departamento de Investigación y Servicios Geofísicos de Guatemala (Insivumeh)

Alberto José Pérez Zarco
Ingeniero civil, M.Sc. en ingeniería estructural

Presidente de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (Agies)

David Aníbal Monterroso
Ingeniero civil

Subdirector de Mitigación Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Guatemala (Conred)

moderadores

Fernando Calderón
Manejo de riesgo de desastres, M. Sc.

Coordinador para Costa Rica Programa Regional de Asistencia para Desastres (RDPA), Oficina de los Estados Unidos de Asistencia para Desastres en el Extranjero (USAID/OFDA)

Fernando Ospina
Ingeniero civil, especialista en evaluación de riesgos y prevención de desastres

Sociedad Colombiana para la Gestión del Riesgo de Desastres (SCGRD)

Las consecuencias que en Guatemala dejó el sismo de Chiapas del 7 de septiembre de 2017

Históricamente, Guatemala ha resultado afectada por fuertes sismos. Por ejemplo, el del 4 de febrero de 1976 (magnitud M_w 7,5) causó numerosos daños, en especial en estructuras de adobe, marcando así un antes y un después en cuanto a las actividades de evaluación de la amenaza. En particular, se identificó la necesidad de construir una red sismológica para monitorear estos fenómenos.

Años después, el 7 de noviembre de 2012, ocurrió un sismo de magnitud M_w 7,4, que también dejó daños considerables. Luego de este evento se diagnosticó una serie de problemas, tales como la falta de estaciones de monitoreo de la actividad sísmica y fallas en las comunicaciones entre las entidades de gestión del riesgo, interrupciones de las redes de internet, entre otros. En particular, estas fallas ocasionaron retrasos en la localización de la ruptura (algo que solo pudo establecerse 15 minutos después del sismo) y cálculos poco confiables de la magnitud. Así, fue necesario esperar la publicación de una red internacional con el fin de tener datos confiables que pudieran informarse a la población.

Gracias al aprendizaje derivado de estos desastres se logró una mejor respuesta ante los sismos ocurridos en Chiapas en 2017. Entre los aspectos en los que se ha avanzado se encuentran un mejor despliegue de estaciones, la actualización del sistema de adquisición y procesamiento de datos y el vínculo con otras agencias regionales. Estos esfuerzos permitieron comprender las características del sismo en un tiempo más breve. No obstante, aún hay limitaciones en cuanto a la publicación de datos sobre movimientos telúricos nacionales. Estos inconvenientes han sido persistentes y requieren atención para que se puedan dar reportes de sismos nacionales e internacionales que podrían afectar a la población.

Al respecto, la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Guatemala (Conred) ha hecho énfasis en la importancia de obtener información coherente y rápida sobre los movimientos sísmicos. Por ejemplo, el de 2012 causó daños en al menos cuatro departamentos del país, cuya atención requirió la organización de personal y recursos que debían aportarse a partir de datos confiables. De esta manera, mejoras en la recopilación de datos y en los

mecanismos de comunicación (tanto del terremoto como de los efectos) favorecen el uso de recursos del Departamento de Protección Civil, así como el desarrollo de actividades de reducción de riesgos. Por otro lado, en Guatemala se han promovido simulacros, a partir de los cuales se ha mejorado notablemente la respuesta, tanto de la comunidad como de las instituciones.

Además de los esfuerzos de coordinación adelantados en el interior de Guatemala, se resalta la importancia de contar con buenas relaciones binacionales con el Gobierno federal de México, con el fin de fortalecer la capacidad de respuesta de ambos países ante sismos que puedan afectarlos. En este sentido, se requiere la formulación de un plan que cubra todos los aspectos en el momento de enfrentar una emergencia, tales como protocolos de migración, en caso de que sea necesario.

Como complemento, el monitoreo del volcán de Fuego, cuya reciente erupción cobró la vida de más de un centenar de personas, ha fomentado un proceso de aprendizaje y ha puesto en evidencia la necesidad de vigilar permanentemente los fenómenos sísmicos y volcánicos. En este sentido, se ha estimado prioritaria la programación de turnos de monitoreo permanente, y se han destinado recursos técnicos y económicos para llevarla a cabo. También ha quedado en evidencia la necesidad de mejorar la comunicación con actores institucionales y comunitarios, y estructurar un protocolo entre entidades para facilitar las actividades de respuesta a la emergencia.

Avances en la evaluación de la amenaza sísmica en Guatemala

En la actualidad se necesitan datos para analizar con detalle la amenaza sísmica que enfrenta Guatemala. Hasta el momento, los esfuerzos se han encaminado a mejorar el catálogo; así, se cuenta con un listado de temblores que comienza en 1984. No obstante, en diversos periodos se observan errores en la caracterización de los movimientos sísmicos y en la distribución de las estaciones. Por otro lado, hay limitaciones para estimar la amenaza, de modo tal que los resultados sean útiles para aplicaciones ingenieriles. Por ello, se considera relevante dedicar esfuerzos, a corto y mediano plazo, a fortalecer el estudio de la amenaza sísmica en el país.

Promoción de la construcción sismorresistente

El Colegio de Ingenieros y la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica han apoyado el fortalecimiento de normas de construcción sismorresistente en el país. A pesar de los avances logrados en la formulación de estas normas, es necesario elaborar un plan político-gubernamental para legalizar la obligatoriedad de los requisitos de diseño y construcción sismorresistente. Por ejemplo, luego del sismo de 2012, y a raíz de la aplicación de malas técnicas de construcción, se presentaron fallas en edificios de la Policía, Bomberos y Gobierno municipal, entre otros, estructuras en las que no se debían presentar daños que limitaran su funcionalidad. Así, la protección sísmica de edificios esenciales es un aspecto que se debe considerar a la hora de implementar normas de sismorresistencia en Guatemala.

Asimismo, es necesario concebir programas y estrategias de concientización, que deben ser socializados entre la ciudadanía, con el fin de resaltar la importancia de construir según criterios de sismorresistencia.

Conclusiones

La ocurrencia de terremotos ha impulsado el desarrollo de redes de monitoreo que permiten un mejor conocimiento del peligro sísmico. En Guatemala, los fuertes sismos de 1976 y 2012 pusieron de presente la necesidad de mejorar la instrumentación y la distri-

bución geográfica de las redes de monitoreo, con el fin de llevar a cabo una adecuada y oportuna caracterización de estos fenómenos geológicos. Por su parte, los fuertes sismos ocurridos en Chiapas en 2017, que causaron daños en Guatemala, resaltaron la importancia de la comunicación y el monitoreo de este tipo de fenómenos cuando ocurren fuera del país, ya que pueden tener efectos en la población guatemalteca.

En este sentido, se considera necesario hacer esfuerzos de coordinación regionales entre países vecinos que compartan similares condiciones de amenaza, con el fin de fortalecer en conjunto las capacidades técnicas para dar respuesta a la emergencia desatada por los sismos. Entre otros pasos, deben formularse de planes de gestión entre naciones para cubrir aspectos de investigación, monitoreo y modelación de la amenaza sísmica, así como protocolos que faciliten las actividades de respuesta y recuperación.

En cuanto al aprendizaje del país en temas de construcción sismorresistente a raíz de los terremotos de 1976 y de 2012, en Guatemala se ha cambiado la construcción con muros de adobe por otras técnicas y materiales que tienen un mejor comportamiento ante temblores de tierra. También se han formulado requerimientos para el diseño arquitectónico y la construcción sismorresistente, aunque tales requisitos no son de obligatorio cumplimiento. Por lo tanto, hay que promover esfuerzos administrativos, jurídicos y de coordinación del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos con el fin de vincular tales requerimientos al cumplimiento de normas que regulen las actividades de construcción.



Panel 6.

Experiencias de gestión del riesgo sísmico en el Caribe

Experiences of seismic risk management in the Caribbean

panelistas

Simon Mitchell
Geólogo, Ph. D.

Head, Earthquake Unit
University of the West Indies
(Jamaica)

Víctor Huérfano
Físico, Ph. D.

Director
Puerto Rico Seismic Network

Samuel Abdías
Emergency Management,
M. Sc.

National Disaster Coordinator
(NDC)
National Emergency
Management Agency (NEMA)

Lloyd Lynburgh Lynch
Computer Sciences and
Applied Physics, Ph. D.

Instrumentation Engineer/
Cdema Technical Advisor
University of the West Indies

Michelle Forbes
Bachelors of Science,
M. Sc.

Director
National Emergency
Management Organisation

moderadores

Eduardo Gutiérrez
Bachelor of Education,
M. Sc.

Gerente subregional para
Centroamérica del Programa de
Asistencia para Desastre USAID/
OFDA

Héctor Pérez
Ingeniero civil, M.Sc.

Subdirección de Conocimiento
del Riesgo
Unidad Nacional para la Gestión
del Riesgo

ABSTRACT

Countries of the Caribbean region are exposed to multiple hazards, including hurricane, volcano and earthquakes that may cause catastrophic losses. For seismic risk management, regional initiatives have been promoted for earthquake monitoring, emergency response and post disaster recovery. The main aspects to be improved for a comprehensive seismic risk management are the following: (i) development of national and regional hazard and risk models; (ii) identification of exposure values to multiple hazards; (iii) implementation of seismic requirements for national building codes; (iv) preparation and implementation of emergency plans; (v) evaluating and reducing the seismic vulnerability of essential facilities. Such activities could be developed under a coordinate and collaborative approach between Caribbean countries.

Introduction

Countries of the Caribbean region have a common level of exposure to various hydrometeorological and geological hazards: earthquakes, tsunamis, hurricanes, landslides and floods. The total population for the region, in 2017 was around 41 million of inhabitants (World Bank, 2018), making the exposure level to such hazards considerable. Given the frequency and devastating effects of hurricanes, institutional efforts have been aimed on reducing such risk. Despite of the lower rate of occurrence of earthquakes, seismic events represents also a serious threat to the community, that requires significant efforts for risk reduction. Nevertheless, given that priorities are assigned to hurricane risks, available resources and investments for earthquake risk management are comparatively scarce. In this regard, the objective

of this panel is to highlight current advances, gaps and difficulties on seismic risk management in the Caribbean region, in order to define perspectives and goals on this subject.

Seismic risk management in the Caribbean Earthquake monitoring networks and seismic hazard assessment

The regional geology and seismotectonic configuration is complex. The Caribbean Plate is moving at a rate of 2.7 centimeters per year and it has a large history of occurrence of big earthquakes up to $M_w=8.0$, with long periods of recurrence. The historical seismicity includes earthquakes associated with El Pilar and Boconó faults in Venezuela and other earthquakes along the border of the Caribbean Plate. In the region, according to catalogs like the USGS, an event of magnitude 6.0 M_w can be expected every year or every two years; the rate of recurrence of large earthquakes (of magnitude M_w greater than 7.0) is very small, difficulting to keep in the memory of communities the impacts of such events, as well as the necessity to be prepared.

The main assistance and funding is provided by international cooperation agencies and is mainly focused in broaden the seismic networks for hazard monitoring. As a result, more than 150 broadband stations are currently in use and the data is shared between local networks. Also, there are around 120 GPS stations (acquired with the aid from the Financial Stability Forum –FSF) and other 60 operated by regional institutions.

For earthquake monitoring, each country owns a national seismological network. Besides, seismic stations of the United States Geological Survey (USGS) are also used to support and provide tsunami alerts (more than US\$60 million have been invested in such instrumentation). Improvements on seismological networks allowed countries of the Caribbean region to improve the automatically location of earthquakes. As a result, after about 5 minutes of the occurrence of the event, reliable parameters on the location are estimated. In order to inform the occurrence and damages caused by earthquakes, a polygon of responsibility for each country was defined.

In order to raise awareness and communicate hazards and risk estimates, professionals with skills in communication and with experience in hazards

assessments have been involved in dissemination strategies oriented to promote a better understanding of natural hazards and disaster risks.

Seismic risk reduction and emergency preparedness

Caribbean region countries adopted the Sendai Framework for disaster risk reduction and embraced the practice of Comprehensive Disaster Management. In this context, efforts on sharing and improving seismic hazard information of the region has been promoted. Nevertheless, programs and projects on seismic risk analysis and reduction are still required.

In particular, there is a lack in updating and implementing building codes. Some countries have adopted international building codes as the OECS (Organization of Eastern Caribbean States), but issues and limitations in the incorporation of seismic hazard estimates have arisen. In this regard, national and regional studies should be promoted in order to obtain an optimal setting of seismic requirements for each country.

Regarding emergency preparedness, Caribbean countries have established a cooperation system, the Caribbean Disaster Emergency Management Agency - CDEMA - a regional inter-governmental agency for disaster management in the Caribbean Community (CARICOM), where policies between the countries of the region are stated in order to manage and reduce natural disaster risks.

In this context, the Caribbean region coordinates emergency response and relief efforts to countries that requires assistance. For example, Caribbean countries responded to the emergency caused by the Dominique's earthquake in 2004 and the Haiti's earthquake in 2010. Also, during the volcanic eruption of Monserrat Island, massive evacuation was supported in a close collaboration between the countries of the region, avoiding immigration issues. Also, the Tsunami Ready program has been successfully implemented and appropriated by the community of the Caribbean in order to mitigate the tsunami risk.

Catastrophic events have also shown weaknesses in emergency response. For example, after hurricane Maria, a prompt and opportune response was limited because of a poor emergency planning

and a disruption of communications due to failures of power systems during the emergency. Also, this event has shown the necessity of multi-hazard maps in order to identify exposure to catastrophic events. Then, efforts on increasing the capacity to anticipate and to cope are required and are considered main challenges for the region.

For risk financing, the Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility (CCRIF) has been created and implemented as risk pooling instrument, making accessible and affordable (earthquake and hurricane) catastrophe insurance for countries of the region. After an event, payments are determined according to a parametric insurance (based on probabilistic risk estimates) and could be used immediately for post disaster recovery projects. Such financial resources have been used after disasters such as the Haiti Earthquake of 2010.

Conclusions

Countries of the Caribbean region are exposed to multiple hazards, including hurricane, volcano and earthquakes that may cause catastrophic losses. For seismic risk management, regional initiatives have been promoted for earthquake monitoring, based on the operation of a seismic network and sharing the captured and processed data. In order to promote the understanding of earthquake risk, additional efforts are required in order to develop national and regional hazard and risk models.

For emergency response, the Caribbean Disaster Emergency Management Agency contributes in the coordination between countries and supports relief activities. From past events, preparation and implementation of emergency plans, as well as the redundancy and safety of communication systems has been identified as primary challenges for an opportune and effective response during emergencies. Regarding risk financing, successful practices like the Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility (CCRIF) has been implemented, allowing countries to have a access to catastrophe insurance.

For a comprehensive disaster risk management, efforts on risk identification and emergency response should be aligned with investments in risk reduction programs. In particular, it has been considered relevant to identify the exposure and fragility of the population and the infrastructure to different natural hazards. Besides, there is common agreement on the update and implementation of seismic requirements for building codes. In this regard, comprehensive risk management plans could be developed under a coordinate and collaborative approach between Caribbean countries.

Reference

World Bank. (2018). World Development Indicators. Retrieved from: <http://databank.worldbank.org/data/source/world-development-indicators> [last checked 02/11/2018]

Rol estratégico de la cooperación entre Academia y autoridades científicas en la evaluación del riesgo urbano

Panel 7.

RESUMEN

El conocimiento es la base de la toma de decisiones para planear y ejecutar actividades de reducción del riesgo y de manejo de desastres. Así, tanto la generación de conocimiento como su uso efectivo son aspectos que deben ser revisados y analizados por todos los actores involucrados. En este panel se presentaron experiencias de países de Latinoamérica y el Caribe relacionadas con la coordinación entre la Academia, centros de investigación y autoridades técnicas y científicas para generar y usar el conocimiento del riesgo sísmico en centros urbanos. El diálogo se enfocó en los siguientes aspectos: roles y responsabilidades de los actores participantes en la evaluación del riesgo sísmico; coordinación para monitorear amenazas y riesgos, y definir prioridades de investigación y mecanismos de cooperación entre diferentes actores generadores de conocimiento.

Como resultado de este diálogo se exponen experiencias y ejemplos de Costa Rica, Colombia, Panamá y países del Caribe. De estas experiencias nacionales, se destacan programas técnico-científicos en los que se combina el conocimiento especializado de la Academia con la experiencia de la comunidad para evaluar las intensidades de los eventos sísmicos.

Respecto a la financiación de los proyectos de conocimiento, se destaca la necesidad de recursos para mejorar las redes de monitoreo de la amenaza sísmica, así como para actualizar modelos de amenaza y riesgo, y para preparar y concientizar a la comunidad. En este sentido, son destacables las iniciativas que han promovido organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) para desarrollar proyectos de evaluación del riesgo y fortalecer capacidades de respuesta institucionales y comunitarias.

panelistas

Simon Mitchell
Geólogo, Ph. D.

Head, Earthquake Unit
University of the West Indies
(Jamaica)

Lepolt Linkimer
Geólogo, Ph. D.

Coordinador
Red Sismológica Nacional de la
Universidad de Costa Rica

Néstor Luque
Profesor, M. Sc.

Jefe de la Red Sismológica
Nacional de Panamá
Instituto de Geociencias,
Universidad de Panamá

Carlos Arturo García
Profesor, M. Sc.

Director del Programa de
Ingeniería Civil
Universidad del Quindío

moderadores

Fabián Arellano
Administrador de
empresas, M. Sc.

Director de Gestión del Riesgo
Cruz Roja Colombiana

Hugo Yepes
Ingeniero geólogo, Ph. D.

Experto en amenaza sísmica
Profesor investigador
Instituto Geofísico de la Escuela
Politécnica del Ecuador

En cuanto al rol de la Academia y su coordinación con autoridades técnicas y científicas, se identificaron las siguientes líneas de acción: i) generación de conocimiento por medio de investigaciones sobre amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmicos; ii) asesoría y asistencia técnica a las autoridades de gobierno en gestión del riesgo; iii) desarrollo de trabajos de grado y tesis con enfoques prácticos, que tengan un impacto específico en la comunidad; iv) asesoría y asistencia técnicas a programas enfocados en mejorar las condiciones socioeconómicas y en garantizar los medios de subsistencia de las comunidades que pueden resultar afectadas por desastres; v) oferta de cursos y programas de formación de profesionales en gestión del riesgo.

Introducción

El conocimiento del territorio es uno de los principales retos para desarrollar y planificar centros urbanos. Por ello, es importante conocer las condiciones físicas, ambientales y de amenazas (naturales, socio-naturales y tecnológicas) para determinar las alternativas más seguras de ocupación. En particular, en este panel se revisó el papel de la Academia y la sinergia con las autoridades científicas para evaluar el riesgo sísmico urbano, así como su importancia en la conformación de ciudades resilientes.

La generación de conocimiento sobre amenazas y riesgos naturales es constante y proviene de múltiples actores, como universidades, centros de investigación, la comunidad e instituciones del Estado encargadas de monitorear amenazas, a las cuales en este panel se les denomina *autoridades científicas*. Una de las dificultades a la hora de gestionar estos riesgos es el uso apropiado del conocimiento: las estimaciones de daños potenciales no siempre son consideradas o revisadas oportunamente para la toma de decisiones relacionadas con la ocupación y construcción en las ciudades, con lo cual se pierde la oportunidad de llevar a cabo un desarrollo sujeto a principios de planificación, sostenibilidad y seguridad.

Así, se procuró que los participantes en este panel compartieran experiencias de sus países y mostraran cómo puede adelantarse la colaboración entre las autoridades y la Academia para evaluar y gestionar el riesgo sísmico en centros urbanos.

Los temas de interés del panel se concentraron en líneas de investigación y actividades de cooperación entre la Academia y las autoridades científicas relacionadas con el riesgo sísmico urbano. Entre los principales interrogantes se encontraron los siguientes:

- ¿Cuáles son los roles y responsabilidades de los actores participantes en la evaluación del riesgo sísmico?
- ¿Existe una adecuada coordinación entre dichos actores (centros de investigación e instituciones públicas) para monitorear y evaluar el riesgo sísmico?
- ¿Cómo puede fomentarse la cooperación entre los actores involucrados en la evaluación del riesgo?
- ¿Cuáles son las prioridades de investigación con fines de evaluación y reducción del riesgo sísmico?

Ejemplos de cooperación entre la Academia y autoridades científicas en la evaluación del riesgo urbano

A partir de su experiencia, los panelistas destacaron mecanismos de colaboración bajo la coordinación de donantes internacionales, así como convenios técnico-científicos entre agencias e instituciones encargadas de aspectos como el monitoreo, la evaluación y la socialización del riesgo sísmico, la organización sectorial y el fortalecimiento de capacidades para afrontar desastres. A continuación se exponen algunas experiencias identificadas en países de Latinoamérica y el Caribe.

Costa Rica

La Red Sismológica de Costa Rica se encuentra en la Universidad de Costa Rica (UCR), que cuenta con una red de sismómetros y una red de acelerógrafos llamada Laboratorio de Ingeniería Sísmica (LIS). Paralelamente, existe la red del Ovsicori, de la Universidad Nacional. Estas redes hacen parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos, bajo la coordinación de la

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. La Comisión celebra reuniones cada dos meses, pero en caso de presentarse alguna emergencia (ya sea por causas meteorológicas, como huracanes, lluvias e inundaciones, o geotécnicas, como movimientos en masa, o por actividad volcánica o sísmica), la reunión se realiza extemporáneamente.

Gracias a la ley de emergencias, la Universidad de Costa Rica recibe anualmente recursos del Estado que se invierten principalmente en proyectos y adquisición y mantenimiento de instrumentos. Con estos recursos también se generan aplicaciones para enseñar a la población a actuar ante emergencias. Entre las aplicaciones que se han desarrollado se incluye la de la Red Sismológica de Costa Rica, mediante la cual los ciudadanos pueden reportar la intensidad de un sismo cuando este ocurre, con el fin de generar un mapa de intensidades promedio.

Así, se involucra a la población en el proceso científico con un enfoque de “ciencia ciudadana”, y por medio de herramientas gráficas (emoticones) se expresa la intensidad sentida por cada uno de los ciudadanos que reporta el sismo. Según la cantidad de reportes y las calificaciones recolectadas, se revisa y produce un mapa promedio de intensidades macro-sísmicas de dicho temblor. Con esta metodología es posible medir y evaluar el aporte de la ciudadanía, así como mejorar la percepción que la población tiene de las autoridades. De esta manera, tanto la comunidad como las autoridades se ven beneficiadas.

Para Costa Rica es un logro que el sismo de 2012, de magnitud 7,6, no hubiera dejado víctimas mortales. La mitigación de los efectos en la población se debe en parte a la preparación para enfrentar esta clase de eventos.

Los sismos recientes no han tenido intensidades muy altas en la gran área metropolitana, donde se concentra la mayor parte de la población. No obstante, es necesario continuar trabajando en el fortalecimiento de la comunidad para identificar y mitigar estos riesgos. En este sentido, los proyectos actuales apuestan por procesos de conocimiento con participación comunitaria, pues buscan impactos positivos en el bienestar de la población.

Colombia

Inicialmente, en Colombia se generaba conocimiento del riesgo de desastres de manera aislada, con una

conexión limitada a proyectos de gestión, cuyo valor no se identificaba inmediatamente. Entre las causas de este problema se encuentran las dificultades de los investigadores para comunicar y transferir el conocimiento. Como consecuencia de ello, no fue posible llamar la atención de las autoridades, ni de los tomadores de decisiones ni de las comunidades para desarrollar proyectos de gestión del riesgo.

Con el tiempo ha sido posible llevar a cabo un diálogo más efectivo, en el cual los investigadores han podido explicar la importancia del conocimiento del riesgo sísmico y presentar el significado y los efectos del riesgo para cada uno de los actores que hacen parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos. Asimismo, la ocurrencia de desastres sísmicos ha incrementado la sensibilidad y conciencia de los tomadores de decisiones sobre este tema.

En Colombia, entre los ejemplos de colaboración entre la Academia y las autoridades gubernamentales se encuentra la relación entre la Universidad del Quindío y el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, a partir de la cual se han hecho investigaciones en sismología y en evaluación de la amenaza sísmica. Por otro lado, se han realizado avances en la comunicación con la comunidad mediante diferentes estrategias, como los programas radiales “La máquina del ingenio” y “Conexión Richter”, en los cuales se ha trascendido la comunicación de la amenaza para pasar a un modelo integral de apropiación social de la gestión del riesgo. Desde esta perspectiva, el esfuerzo no solo se concentra en el conocimiento del fenómeno peligroso a partir de su estudio, sino que también se dirige al entendimiento que del riesgo pueda tener la comunidad en general, lo cual va en línea con los ejes del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030).

Por su parte, las universidades han prestado acompañamiento técnico a las unidades municipales y departamentales de gestión del riesgo. Esta colaboración muestra cómo la Academia puede incidir efectivamente en los tomadores de decisiones, de tal manera que el conocimiento trasciende la investigación del fenómeno peligroso para concentrarse en el análisis de riesgos y consecuencias.

Además de la investigación en evaluación de riesgos, la Academia ofrece programas de formación profesional en gestión del riesgo. Por ejemplo, durante los años 2012, 2014 y 2017, la Universidad del Quindío, con el apoyo del Departamento Admi-

nistrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (Colciencias), trabajó en la apropiación social del conocimiento sobre la gestión del riesgo, con la creación de una cátedra multidisciplinaria, contribuyendo así a que más de 1.800 profesionales de diferentes áreas tuvieran una formación apropiada relacionada con la toma de decisiones en torno al riesgo de desastre.

Asimismo, en el país se han realizado proyectos financiados por organizaciones como la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, que promueven iniciativas como el programa “Preparación de personal de rescate y emergencia para mejorar la respuesta a sismos” (Prepare), en los que se incentiva la integración del conocimiento de expertos y de la Academia para dar solución a problemas específicos de las autoridades locales, con lo cual se contribuye efectivamente a la seguridad de la comunidad. Estas iniciativas pueden servir de ejemplo y ser replicadas en otras ciudades de la región.

Región caribe

En general, la interdependencia de las islas del Caribe es constante. Las autoridades trabajan conjuntamente con universidades en la formación de un grupo interdisciplinario dedicado a la investigación sobre la gestión del riesgo de desastres. En este trabajo colaborativo se consideran diferentes tipos de amenazas y se genera información útil para la sociedad.

En particular, sobre el riesgo sísmico existe un trabajo articulado entre las entidades encargadas del monitoreo sísmico, a partir del cual se establecen responsabilidades y se obtiene financiación (aunque escasa) de los Estados. A pesar de que en la región se da prioridad al monitoreo de huracanes, debido a la frecuencia y gravedad de estos fenómenos, existen unidades de monitoreo de la actividad sísmica, como la red administrada por la Universidad de las Indias Occidentales, así como entidades encargadas de dar la alerta por tsunamis en Jamaica.

Dadas las limitaciones de recursos, las unidades de monitoreo de la actividad sísmica son muy pequeñas, no trabajan de forma continua y tienen déficit de personal calificado en su operación. En este sentido, resulta de interés promover el fortalecimiento de capacidades técnicas, así como el desarrollo de modelos de amenaza y riesgo sísmicos en estos países.

Estrategias de colaboración para monitorear y registrar movimientos telúricos pueden adoptarse del estudio de otras amenazas. Por ejemplo, el Centro Nacional de Huracanes de los EE. UU. se encuentra localizado en las instalaciones de la Universidad Internacional de La Florida, y entre sus funciones están las de emitir alertas, pronósticos, etc., así como brindar atención a los damnificados. Casos como este ponen de presente que las universidades no tienen por qué permanecer aisladas, y que pueden ayudar a las comunidades y autoridades.

Del mismo modo, la ocurrencia frecuente de huracanes que afectan las islas del Caribe ha incentivado la investigación en temas de riesgo de desastres y su manejo, lo que ha generado espacios para alertar a las autoridades sobre la potencial ocurrencia de sismos. Esta actividad se ha complementado llevando este conocimiento a las escuelas, donde a los niños se les enseñan los riesgos derivados de procesos naturales y las medidas de manejo que se pueden adoptar.

Además de abordar temas de investigación sobre la amenaza y caracterización de los sismos, la Academia puede ofrecer colaboraciones técnicas para dar soporte a programas enfocados en mejorar las condiciones socioeconómicas y en garantizar los medios de subsistencia de las comunidades afectadas por desastres. Por ejemplo, el Instituto de Gestión de Riesgo de Stevenson, en EE. UU., que hace parte de la Universidad de Louisiana, después del paso del huracán Katrina, logró promover pactos comerciales que permitieron que el sector privado se organizara; así se buscaba evitar el desplazamiento de las empresas locales por empresas foráneas, y fortalecer las capacidades y la economía locales. Estos ejemplos muestran soluciones prácticas que pueden formularse a partir de la colaboración entre la Academia, los sectores económicos y las autoridades gubernamentales, sobre diversos aspectos de la gestión del riesgo.

Panamá

La Universidad de Panamá realiza el monitoreo de la actividad sísmica del país mediante la Red Sismológica de Panamá. Esta universidad también contribuye con estudios de geología, sismo-tectónica y amenaza sísmica en la región.

Con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), en la Universidad de Panamá se han realizado

investigaciones y desarrollado tesis y prácticas de estudiantes en temas relacionados con la susceptibilidad de laderas a procesos de remoción en masa, el modelado numérico (computacional) de tsunamis para determinar zonas inundables y zonas seguras en algunas comunidades costeras.

Además, con el apoyo del Banco Mundial (BM) se han realizado estudios de amenaza y microzonificación de grandes ciudades de Panamá, así como la modelación probabilística de riesgo sísmico usando la plataforma Central America Probabilistic Risk Assessment, luego denominada Comprehensive Approach for Probabilistic Risk Assessment (Capra), actualmente administrada por la Universidad de los Andes (Colombia). Asimismo, con el apoyo que el BM ha prestado al Ministerio de Educación se han elaborado cartillas didácticas sobre gestión del riesgo destinadas a escuelas de enseñanza primaria y secundaria.

Cabe resaltar que la Universidad de Panamá apoya técnica y científicamente a la entidad Protección Civil de Panamá en el estudio de los sismos y tsunamis, así como en la elaboración de planes de contingencia por ocurrencia de fenómenos naturales extremos. Se resalta la evaluación del riesgo sísmico realizada por la Universidad para el Canal de Panamá en el marco de proyectos de análisis de obras de ampliación, como consecuencia de la presencia de tres grandes fallas potencialmente activas que lo cruzan.

Conclusiones

La generación de conocimiento sobre amenazas y riesgos naturales es la base para la toma de decisiones sobre actividades de reducción de riesgos y manejo de desastres. Para que esta información sea generada y usada efectivamente se requiere una adecuada coordinación entre la Academia, las autoridades científicas, los sistemas de gestión de riesgo y la comunidad. En este sentido, vale la pena revisar posibles aportes de la Academia, así como ejemplos de coordinación entre estos actores.

En cuanto a los aportes de la Academia, cabe destacar la importancia de su papel en las siguientes líneas de acción: i) generación de conocimiento mediante investigaciones en amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmicos; ii) asesoría y asistencia técnica a las autoridades de gobierno en gestión del riesgo

desde un enfoque multidisciplinario; iii) desarrollo de trabajos de grado y tesis con enfoques prácticos que pueden tener un impacto específico en la comunidad; iv) colaboraciones técnicas para dar soporte a programas enfocados en mejorar las condiciones socioeconómicas y garantizar los medios de subsistencia de las comunidades afectadas por desastres; v) oferta de cursos y programas de formación de profesionales en gestión del riesgo. Estas líneas de acción permiten que el conocimiento que generan se aplique, pueda trascender y materializarse en acciones o hechos concretos.

Para generar conocimiento es necesario contar con personal técnico capacitado y equipos, que en conjunto permiten recolectar información y elaborar modelos a partir de los cuales se pueden explicar condiciones de amenaza, así como posibles daños en la población y la infraestructura. En este sentido, es necesario una constante revisión y evaluación de los recursos disponibles (capitales humano y físico), con el fin de evaluar su capacidad y asignarles recursos que permitan una constante mejora y actualización. Para obtener financiación para estos proyectos se considera útil presentar a las autoridades tomadoras de decisiones casos puntuales de estudio en los que sea evidente cómo el conocimiento sobre amenaza y riesgo sísmicos es útil para preservar la vida de las personas y las inversiones públicas en infraestructura.

Además de generar conocimiento, se necesita realizar esfuerzos para comunicar eficazmente el riesgo de desastres en un lenguaje que pueda ser entendido por todos los actores, y hacer a estos partícipes del proceso de conocimiento. Esto implica un esfuerzo para explicar el significado de las pérdidas potenciales que puede sufrir cada actor. Además de un lenguaje claro, las evaluaciones de riesgo de desastre deben involucrar los potenciales impactos sociales, económicos, culturales, etc., de manera que sea visible la necesidad de realizar actividades de reducción de riesgos y manejo de desastres.

Para que los académicos de las universidades influyan en la población y en las entidades encargadas de la gestión del riesgo, conviene que recurran a una comunicación amena, ágil y asertiva, dirigida a diferentes grupos de actores, mediante presentaciones cortas, claras, y centradas en lo importante, y que busquen un impacto en la audiencia sin valerse de mensajes alarmistas. Por su parte, las autorida-

des deben aplicar estrategias que capten la atención de las comunidades y que formen conciencia para la ejecución de prácticas de reducción del riesgo y de respuesta adecuada.

En la región caribe, la ocurrencia de grandes terremotos no es común, y las prioridades se centran en el monitoreo de otros fenómenos naturales, como huracanes. Por ello, las redes de monitoreo de la actividad sísmica de cada país son pequeñas, no trabajan de forma continua y, en general, no cuentan con el suficiente personal calificado. Se requiere, por tanto,

ayuda para trabajar en mapas de amenaza y en evaluación del riesgo por actividad sísmica. Estas actividades pueden ejecutarse mediante la articulación de las universidades de la región, gracias a la cual se han generado espacios que deben ser aprovechados para alertar a las autoridades sobre la potencial ocurrencia de sismos y la importancia de generar actividades encaminadas a la gestión del riesgo por la ocurrencia de estos eventos. Estas prácticas también pueden replicarse en zonas de sismicidad moderada.



Conferencias del Primer
Foro Internacional sobre
Redes Sismológicas,
Amenaza Sísmica y
Gestión del Riesgo de
Desastres

Conferencia 1.

Retos de las evaluaciones de amenaza sísmica: una perspectiva geológica

Carlos Costa
Geólogo, Ph.D.
Universidad Nacional de San Luis (San Luis - Argentina)

Los datos geológicos posibilitan una mayor penetración temporal, necesaria para el análisis de amenaza sísmica. Esto es crucial en el continente americano, donde la recurrencia de sismos destructivos asociados a fallas corticales suele ser mucho mayor que el corto intervalo de los registros históricos.

En muchos casos la información geológica es subutilizada debido a parámetros insuficientes aplicados al modelado de fuentes sísmicas o debido a un formato inapropiado para los modelos de cálculo de amenaza. Del mismo modo, existen limitaciones en cuanto al uso de información de difícil validación, así como marcos conceptuales y paradigmas que dificultan la comprensión del potencial que pueden tener las fallas para generar sismos que afecten a la población y la infraestructura.

De esta manera, se identifican desafíos respecto a la necesidad imperiosa de mejorar cantidad y calidad de datos geológicos, así como su correcta interpretación por los usuarios modeladores de la amenaza en lo que respecta a la actividad de fallas confrontadas con el peligro asociado.

Para enfrentar estos retos es necesario capacitar a geocientíficos sobre los requerimientos de los usuarios de estos datos, para articular adecuadas estrategias de captura y representación de la información geológica que se utiliza en el análisis del peligro sísmico.

Se considera importante que la obtención de información geológica esté en manos de instituciones cuya misión sea caracterizar la amenaza sísmica para favorecer la sostenibilidad y el adecuado desarrollo de capacidades en cada una de las instituciones. Estas experiencias se potencian bajo el paraguas de proyectos internacionales, como el proyecto South America Risk Assessment (SARA), que favorecen la diseminación de experiencias, la estandarización de criterios de captura y presentación de datos y que propician la armonización de bases de datos regionales.

Esta cooperación posibilita una comprensión conjunta y provee información relevante para analizar la amenaza sísmica en los niveles nacional y regional. De esta manera, la comunidad científica hace frente a las amenazas que no se conocen y a aquellas que se ignoran.

Conferencia 2.

Sucesos previos y posteriores al terremoto del 27 de febrero de 2010 en la región del Maule (Chile), y lecciones aprendidas

Rodrigo Ortiz Jara
Ingeniero Politécnico Militar
Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior – ONEMI

Chile es uno de los países sísmicamente más activos en el mundo, y el terremoto del Maule ocurrido el 27 de febrero de 2010, de magnitud 8,8 M_w es muestra de ello. Se estima que la longitud de ruptura del sismo fue de aproximadamente 800 kilómetros, lo que corresponde a un evento de dimensiones significativas que se extendió en el territorio que alberga el 80% de la población del país. Hubo 547 víctimas mortales, de las cuales el 77% fallecieron a causa de los daños causados por el sismo y el 23% restante a causa del tsunami que le siguió. Las pérdidas económicas se calcularon en USD 30.000 millones.

Después del sismo, varias delegaciones internacionales estuvieron en el país, y las Naciones Unidas resumieron en un documento de 75 puntos una serie de fallos que se presentaron, entre los cuales se encuentran los siguientes: institucionalidad precaria, falta de integración de Sistema de Gestión del Riesgo, falta de conocimiento del riesgo, deficiente alerta temprana, acciones de respuesta poco oportuna.

A continuación se describen algunas de las correcciones que se han hecho respecto a cada uno de los hallazgos identificados y que fueron efectivas para responder posteriormente ante el terremoto de Coquimbo de 2015 (8,4 M_w).

Mejorar la institucionalidad precaria: se presentó un proyecto de ley al Congreso para crear el nuevo Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, que se espera se apruebe en el transcurso del actual gobierno.

De forma paralela se creó la Plataforma Nacional, que cuenta con 120 organizaciones públicas y privadas representadas en mesas de trabajo temáticas que han logrado construir, entre otras, la Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, así como la metodología para identificar los factores subyacentes del riesgo.

Falta de integración del Sistema de Gestión del Riesgo: se han desarrollado planificaciones nacionales de gestión del riesgo y de emergencia, y se encuentran en pleno desarrollo las planificaciones subsidiarias en los niveles subnacionales. Asimismo, se encuentra en desarrollo la planificación sectorial (ministerios y servicios públicos). La planificación para la gestión del riesgo se ha ido integrando para reducir la vulnerabilidad y conducir al desarrollo, para lo cual se ha adoptado el Marco de Sendai.

También se ha trabajado en normas y protocolos, para lo cual se han coordinado e integrado todos los niveles político-administrativos que participan en la gestión del riesgo, de los ámbitos nacional, regional, local y sectorial.

Falta de conocimiento del riesgo: las instituciones que monitorean las amenazas, como también las universidades y los centros de investigación, que generan conocimiento científico, se han integrado al Sistema de Protección Civil, y entregan permanentemente la información para mejorar el conocimiento del riesgo. Esta información

está disponible en el visor geográfico de gestión del riesgo, que muestra la amenaza y el grado de exposición y vulnerabilidad de diferentes comunidades.

Deficiente alerta temprana: se ha fortalecido la instrumentación de la Red Sismológica con sismógrafos, acelerógrafos y estaciones GNSS en todo el ámbito nacional.

Todos los organismos de monitoreo de amenazas están integrados y forman parte del Sistema de Alerta Temprana, lo que permite advertir a la población de manera oportuna. Chile ha implementado el Sistema Integrado de Predicción y Alarma de Tsunami (Sipat), que, mediante la modelación de escenarios, permite disponer evacuaciones de manera focalizada por región o zona de afectación, y no de forma nacional, como se hacía antes del desarrollo del Sipat. También se han implementado alertas sonoras que llegan a los celulares y sistemas de sirenas.

Acciones de respuesta poco oportunas: los organismos de monitoreo, los de respuesta, los que aportan capacidades en el momento del desastre y los voluntarios, entre otros, se han integrado, lo cual ha permitido responder oportunamente a cualquier tipo de desastre, y atender en primer término las necesidades básicas de las personas y restablecer lo más pronto posible los servicios básicos. También se coordinan donaciones, voluntarios y ayuda humanitaria, en conjunto con organismos privados.

Falta de preparación en el Sistema de Protección Civil: se ha trabajado bastante en este tema para capacitar y mejorar la respuesta de la comunidad. Se han elaborado folletos informativos para la comunidad, se han realizado capacitaciones en juntas de vecinos, se ha impartido capacitación en primeros auxilios, se ha implementado un plan integral de seguridad escolar, se han distribuido cartillas infantiles, cartillas de operaciones de emergencia, etc. Todo el material se encuentra en internet y se puede participar para complementar el mismo.

Conferencia 3.

Retos en la predicción de la intensidad del movimiento sísmico

Fabián Bonilla

Geólogo, Ph. D.

Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux

En términos generales, el estudio de la amenaza sísmica tiene como fin estimar el movimiento telúrico producido por una fuente a una distancia dada de un sitio de interés. Para calcular la intensidad del movimiento en dicho sitio, dada la ocurrencia de un sismo, se ajustan expresiones (ecuaciones de predicción del movimiento sísmico) que relacionan parámetros como la magnitud y la distancia entre la ruptura y el sitio de interés, entre otros. El objetivo de esta conferencia fue ilustrar limitaciones en el conocimiento del proceso de la ruptura, la propagación, efectos de sitio y retos en el desarrollo de ecuaciones de predicción del movimiento sísmico.

En forma resumida, la estimación de la intensidad del movimiento está condicionada por características de la fuente, por condiciones de la propagación de ondas y por efectos de sitio. Respecto a las fuentes, se encuentran incertidumbres asociadas a la magnitud de los eventos, caídas de esfuerzos, características de los mecanismos de falla, la geometría de las fallas, así como velocidades de propagación de la ruptura sobre la superficie de falla (*supershear earthquakes*) y efectos de directividad. Sobre la propagación de las ondas se encuentran limitaciones en el conocimiento de la atenuación, así como de los efectos del ángulo de incidencia para el análisis de amplificaciones en cuencas de depósitos.

Tales limitaciones corresponden a retos de investigación. Realizar esfuerzos para comprender mejor estos fenómenos permitirá una estimación más precisa de las posibles intensidades que podrían afectar a los elementos expuestos en caso de sismo. Por ejemplo, en los acelerogramas registrados durante el sismo de Pedernales (Ecuador) se observan asimetrías en los patrones de radiación, lo cual señala posibles efectos de directividad. Así, para conocer mejor el peligro sísmico es recomendable tomar en cuenta dichos efectos.

A la falta de comprensión de los factores que influyen en la propagación de las ondas sísmicas se suma la ausencia de datos suficientes para ajustar ecuaciones de predicción del movimiento sísmico que permitan calcular la intensidad del movimiento de sismos de grandes magnitudes y distancias cortas. Esto implica una alta incertidumbre a la hora de analizar sismos de tales condiciones.

Respecto a la caracterización de suelos y de los efectos sísmicos de sitio, se hace énfasis en las limitaciones de parámetros como el promedio de la velocidad de onda de corte durante los treinta primeros metros (VS_{30}). De la experiencia obtenida a partir de datos observados se concluye que este parámetro no es suficiente y que puede tener asociadas amplias variaciones para describir un mismo tipo de suelo.

Para superar estas limitaciones se sugiere contemplar modelos desde un enfoque físico que permita describir la ruptura de la falla y la propagación de las ondas. También se recomienda que la producción de información sobre la amenaza sísmica se realice según políticas de datos abiertos, de tal forma que la comunidad científica (regional y global), desde un enfoque multidisciplinario, pueda contribuir al conocimiento de la amenaza sísmica en Latinoamérica y el Caribe.

Conferencia 4.

Enfoque de la gestión del riesgo sísmico

Phill Gelman

M.Sc. Asesor regional de riesgo urbano

Oficina de los Estados Unidos de Asistencia para Desastres en el Extranjero

USAID/OFDA

Las reflexiones sobre los procesos de aprendizaje en todos los aspectos de la vida muestran que las experiencias adquiridas cambian la forma de hacer y responder ante eventos o dificultades. Por tanto, es importante compartir un par de lecciones sobre la reacción ante una emergencia y lo que se ha podido aplicar a gestión del riesgo a nivel urbano.

Entre los mayores desastres naturales del Caribe está el sismo de Puerto Príncipe, en Haití, ocurrido el 12 de enero de 2010, que dejó aproximadamente 230.000 muertos, y cuya área afectada fue netamente urbana. En este contexto, fueron más de un millón de personas que deambulando por la ciudad intentaban volver a su vida normal, por lo cual, para atender el desastre hubo que desarrollar herramientas de emergencia sobre la marcha, ya que no se tenía la experiencia ni existían antecedentes de este tipo de situaciones.

En casos como este aparecen los llamados “números bíblicos”, difíciles de analizar, como por ejemplo 1,5 millones de desplazados, o 1.500 campamentos, cifras indómitas que obligan a cambiar la perspectiva y el manejo. Se opta entonces por hacer una segmentación del problema. Así nació la llamada “perspectiva del barrio”. Esta estrategia logró dar soluciones por zonas, y puso en evidencia muchos de los aspectos que lamentablemente suelen caracterizar los barrios marginales de nuestros países, como los siguientes:

- Planificación urbana inadecuada
- Condiciones peligrosas de vida
- Tenencia incierta
- Acceso limitado a servicios de salud, agua y saneamiento
- Alta densidad poblacional
- Actividad económica informal predominante
- Alta exposición a fenómenos naturales

Dadas estas premisas, la *perspectiva de barrio* considera y tiene en cuenta los diferentes aspectos que le dan identidad al barrio y a las personas que viven allí:

- **Aspecto físico:** aspectos naturales o del medio construido
- **Aspecto social:** invasión u ocupación con antecedentes, relaciones de mutuo apoyo, bienestar y pertenencia, que tienden a generar iniciativas espontáneas de autoayuda
- **Aspecto político:** se delimitan por estructuras formales que los vinculan a la gobernanza, y existe una correspondencia

Una de las potencialidades de la *perspectiva de barrio* es que promueve el cumplimiento de leyes, pues se trabaja en el marco de la normativa de cada país, y es lo más incluyente posible con las autoridades. Esto propicia la reducción de impactos sociales y económicos. Otro hecho relevante es el uso de sistemas de información geográfica, con datos georreferenciados que permiten hacer mapeos de todos los datos recogidos y

realizar análisis espaciales que posibilitan identificar configuraciones y cambios en el territorio, lo cual constituye información clave para mitigar y reducir el riesgo.

De igual manera, la *perspectiva de barrio* busca una toma de conciencia de la población, que se identifiquen las capacidades del barrio y sus potencialidades, donde la participación es un eje estructurante y las necesidades grupales se ponen por encima de los bienes particulares.

Entre 2012 y 2014 la USAID ha realizado tres lanzamientos de un total de once proyectos, en países como Perú, Jamaica, Haití, Honduras, Nicaragua, Guatemala y Colombia. Para identificar los sectores en donde se realizarían estos proyectos se ha utilizado como criterio el número de solicitudes de apoyo en tres temas fundamentales: vivienda, saneamiento y medios de vida.

Es importante mencionar que el programa lleva a cabo un monitoreo y seguimiento de las actividades realizadas, con el fin de evidenciar en diferentes momentos las potencialidades y debilidades del mismo, por lo cual se sistematizan momentos clave y se visualizan en tiempo real los casos de éxito y los no exitosos.

Estos son algunos de los temas clave de los proyectos:

- Puntos de entrada: apoyo a las municipalidades para cumplir exigencias legales y actualización de mapas y datos
- Importancia de enfrentar el tema de tenencia de la tierra
- Identificar actores, lo que permite establecer cooperaciones, que pueden servir como conectores (casos como el de Tegucigalpa, en Honduras)
- Perspectiva de barrio como apoyo a la gobernanza

En el caso del sismo de Haití, la destrucción era evidente, y resultaba imperioso hacer frente a dos problemas principales: la urgente necesidad de capacidad técnica para evaluar la habitabilidad de cerca de 400.000 edificaciones y dar solución al manejo de residuos, ya que afectaban las construcciones. Para el primero se capacitó a personal en el reconocimiento y evaluación de afectaciones para determinar la habitabilidad de las construcciones, y para enfrentar el segundo tema se diseñó un programa de manejo de escombros. Todo esto fue posible llevando estos proyectos a un nivel operativo, con puntos de inserción y apoyando a las municipalidades en el momento de llevar a cabo la actualización de mapas y verificar el cumplimiento de obligaciones en los ejes estructurales del programa, como la tenencia de la tierra, la identificación de actores, la vinculación y articulación de las entidades, y la ayuda multinivel partiendo de la unidad de barrio.

Gracias a estas experiencias nació el programa Prepare, cuyos objetivos son la evaluación del riesgo y la preparación del personal de rescate y emergencia para mejorar la respuesta a las crisis ocasionadas por los terremotos.

Este programa incluye evaluaciones de riesgo, y hasta la fecha se cuenta con cuatro ciudades objeto de análisis: Pasto (Colombia), San José (Costa Rica), Zapopan (México) y San Salvador (El Salvador). Cada proyecto tiene un contexto y configuración territorial diferente. Entre los insumos empleados en los análisis se incluye el uso de información ya existente, que presenta particularidades diferentes en cada ciudad, tales como la escala. Con esta información se adelantaron análisis que permitieron realizar una clasificación según daños estructurales, así como determinar el número de construcciones afectadas y no afectadas, su grado de afectación y el volumen de escombros, entre otras variables.

Esta información puede ser presentada a las autoridades, la población, grupos de emergencia y los diferentes actores involucrados. Sin embargo, uno de los retos

consiste en informar con un lenguaje apropiado y fácilmente comprensible para todos los actores. El programa parte de un trabajo colaborativo desde el inicio, pues exige la cooperación y el diálogo constante entre los diferentes actores. Esta estrategia permitió generar un engranaje entre la parte técnica y la comunidad general, lo que facilitó la comunicación, ya que todos se sentían partícipes.

En este sentido, las autoridades entendieron los datos y hubo una tendencia a mejorar el empleo de la información, lo que hizo efectiva la comprensión del tema técnico y se pudo responder de forma directa a las necesidades.

Entre los logros y fortalezas del programa se incluye el cambio y modificación de los protocolos de emergencia, para lo que se contó con asesoría de la USAID, y se logró la evaluación específica de edificaciones de interés público y equipamientos esenciales, como la estación de bomberos.

Además, se comenzó a trabajar en un plan de gestión de escombros en el que participaron diferentes entidades. También se desarrollaron guías de evaluación de daños y se adelantaron actividades de búsqueda y rescate, y se formularon planes de acción para casos de sismos. Los resultados están siendo incorporados en los pasos de acción.

En Costa Rica, el programa Prepare lleva dos años y medio implementándose, y comenzó en el área urbana, en el cantón de San José, donde entidades locales, regionales y nacionales realizan un trabajo conjunto. Entre los resultados del programa, cabe señalar que en 2016 se obtuvieron evaluaciones de riesgo sísmico de las edificaciones; se recabaron datos de las zonas donde se esperaba un mayor número de víctimas fatales, considerando dos escenarios —horas diurnas y nocturnas—, teniendo en cuenta las variables de población flotante y usos de las zonas (como residenciales y comerciales, entre otros), y los volúmenes de escombros que podrían presentarse. Esta información está consignada en diferentes mapas temáticos que están a disposición de los tomadores de decisiones.

Resultados similares se obtuvieron en la ciudad colombiana de Pasto. La información ha contribuido a identificar tipologías estructurales mediante un muestreo de edificaciones y el análisis de su vulnerabilidad, con lo cual se han logrado estimar los daños potenciales que podría ocasionar un terremoto. En particular, en esta ciudad las zonas de mayor afectación esperada corresponden a aquellas donde abundan edificaciones informales, cuya construcción no se ha sujetado a ningún tipo de normativa de sismorresistencia, tales como barrios marginales o núcleos de edificaciones antiguas con alto nivel de deterioro.

Asimismo, se actualizó la herramienta de evaluación rápida de daños en viviendas, que permite realizar un análisis objetivo. Para su uso, se elaboró un manual en el que se describen los criterios más relevantes. En paralelo, se generó una aplicación que permite usar la herramienta y agilizar el proceso de evaluación de daños, lo que ha posibilitado la sistematización de la información. En el marco de estas actividades se trabajó en la identificación de debilidades en la normativa relacionada con la aplicación de estas herramientas.

Toda esta información permite generar estrategias públicas de preparación y respuesta. Los resultados de las evaluaciones de riesgo posibilitan dimensionar la problemática y ponen en contexto a los tomadores de decisiones. Esto ha motivado la discusión y reflexión entre los actores participantes y ha despertado el interés en equipamientos que facilitan las diferentes operaciones. En el caso de San José, se evaluaron 59 edificaciones de ocho hospitales. Estos ejercicios, sin duda, influirán en la actuación de las instituciones.

Conferencia 5.

Modelación del riesgo sísmico en asentamientos informales. Perfiles de seis países de América Latina y el Caribe

Dr. Juan Pablo Sarmiento
FUI (Florida International University)

En la actualidad, en los principales centros poblados de los países latinoamericanos se han desarrollado asentamientos informales que han sido objeto de estudio y que requieren esfuerzos relevantes para reducir y solucionar los problemas de calidad de vida y de uso del territorio. Para contribuir a este propósito, la USAID/OFDA ha promovido estudios en ciudades de Guatemala, Haití, Jamaica, Perú y Colombia con el fin de estimar daños potenciales por desastres e identificar capacidades de gestión, con el fin de mejorar condiciones básicas de vida y buscar soluciones prácticas

Para esto, tras consultar estudios existentes y la opinión de expertos e investigadores de USAID/OFDA, se procedió a ampliar la información, documentando condiciones existentes de la población (por medio de encuestas, entrevistas, grupos focales, etc.) y evaluando condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Para estas modelaciones se utilizaron herramientas de la iniciativa Comprehensive Approach for Probabilistic Risk Assessment (Capra), y se contó con la participación de geólogos de la Universidad de Costa Rica.

Entre las actividades realizadas se destacan las siguientes:

- En programas en calidad y satisfacción de vida se buscó trabajar por impactos, no por resultados.
- Se buscó conocer qué significaban las mejoras (reforzamientos de viviendas, muros de retención) introducidas en la infraestructura que ocupa la comunidad.
- Se investigó sobre la relación costo/beneficio de alternativas de reducción de riesgos. La USAID, desde su perspectiva de donante, quiso conocer cuál es el impacto de esta contribución.
- Se trabajó en unidades de medida de pobreza para conocer los efectos de estas variables en la vulnerabilidad de la población.
- Se identificaron y evaluaron las condiciones de ocupación del terreno y de características de las viviendas.
- Con estudiantes de posgrado se aplicaron tecnologías de análisis espacial urbano con el fin de identificar características del territorio que permitieran describir la vulnerabilidad de la población en casos de desastres.
- Se identificaron fortalezas de la comunidad en gestión del riesgo, y se buscó evaluar su resiliencia.
- Se evaluaron factores subyacentes al riesgo adoptando una metodología multicriterio para identificar comunidades prioritarias.

En el trabajo con actores comunitarios se encontraron las siguientes características:

- Hay grupos de personas que aceptan y deciden vivir en un medio que puede ser hostil o que se encuentra por debajo de estándares de calidad de vida.

- En sectores en los que se identificaron mayores necesidades básicas insatisfechas se observa una mayor cohesión social, y a medida que se va mejorando el nivel de vida, se presenta individualidad acentuada en estos ambientes.

Entre los productos del proyecto se resaltan los siguientes:

- Se empoderaron las comunidades, buscando elevar el nivel de vida mediante una participación activa. La comunidad reconoció que luego del proyecto puede ser más unida. Se incidió en la conciencia de la población para que ejecute actividades en casos de riesgo y busque de manera crítica soluciones para realizar tareas de prevención y mitigación del riesgo, así como de reducción de necesidades básicas insatisfechas.
- Se logró dimensionar y caracterizar la población del estudio, así como los proyectos de intervención. Desde el punto de vista de la factibilidad económica se buscaba que los costos de inversión no superaran ciertos límites.

En este proyecto resulta evidente la importancia de la evaluación integral del riesgo para realizar actividades de gestión. Tales evaluaciones abarcan una estimación objetiva de pérdidas potenciales, así como la recopilación y el análisis de información que permita describir y entender a la población que puede resultar afectada en posibles eventos desastrosos.

Como resultado del trabajo con las comunidades, se encontró que el 95% de los núcleos familiares que nacen bajo condiciones de informalidad permanecen en tal condición, y no están interesados en salir de ese modo de vida. En algunos casos se encuentra un aprovechamiento inadecuado de ayudas e incentivos para la reducción del riesgo, tales como el ingreso a programas de mejora de vivienda, la venta de los predios intervenidos y la posterior compra en sitios restringidos por condiciones de amenaza y riesgo.

Entre las inquietudes y los retos que surgen del desarrollo de este proyecto se encuentran aspectos como la contribución de estos esfuerzos en la reducción del riesgo, las garantías para un diálogo entre expertos institucionales y locales con la comunidad, y el análisis de factores subyacentes de la vulnerabilidad y el riesgo. A partir de la combinación de estos esfuerzos es posible evaluar el tipo de proyectos y estimar las inversiones necesarias para reducir la vulnerabilidad y el riesgo.

Conferencia 6.

Aplicación del conocimiento del riesgo sísmico en el marco de los instrumentos de preparación para el manejo de desastres en el valle de Aburrá (Antioquia, Colombia)

Juan David Sarmiento

Sistema de Gestión del Riesgo, área metropolitana del valle de Aburrá

El valle de Aburra está conformado por diez municipios asociados que comparten un territorio. En estos municipios se encuentran densidades poblacionales altas. Se considera una población cercana a cuatro millones habitantes en un territorio de 1.000 km². En el caso de Medellín, capital del departamento de Antioquia, se encuentra una densidad de 5820 hab./km². El crecimiento demográfico que ha tenido esta zona ha promovido la ocupación de terrenos susceptibles de verse afectados por movimientos en masa e incendios forestales, entre otras amenazas.

Entre los factores que describen el problema del riesgo sísmico en el valle de Aburrá se encuentran los siguientes:

Condiciones de exposición

- Construcciones informales que no cumplen los requisitos de diseño sismorresistente.
- Se considera que el valor expuesto se acerca a los 60.000 millones de dólares.
- La zona está poblada por cerca de cuatro millones de habitantes (mayor densidad poblacional que en otros países).
- Presencia de líneas vitales y de poliductos que pueden fallar en casos de terremoto.

Condiciones físicas, geológicas y geotécnicas

- La geología es variable. Hay presencia de siete sistemas de fallas sísmicas, y en las cercanías, estructuras geológicas que pueden producir sismos considerables.
- Características geotécnicas: periodos del suelo en rangos entre 0,1 a 0,7 s.
- Aspectos físicos como la topografía pueden amplificar las señales sísmicas.
- Características topográficas que favorecen el desarrollo de movimientos en masa y avenidas torrenciales, eventos que pueden ser detonados por sismos.

Condiciones de ocupación del territorio

- Patrones de ocupación que no tienen en cuenta las condiciones físicas y ambientales del territorio ni las amenazas socio-naturales.
- Desconocimiento y falta de conciencia sobre el riesgo sísmico. En el caso de Medellín, no se han presentado movimientos telúricos que afecten considerablemente a la población.
- Falta de capacidad para responder ante eventos desastrosos.

Condiciones de vulnerabilidad

- Entre el 75% y el 80% de las edificaciones están construidas con mampostería no confinada ni reforzada.
- Se evidencia la necesidad de programas de reforzamiento de vivienda. No obstante, la complejidad del problema, por la diversidad de sistemas constructivos y factores sociales, dificulta elaborar una estrategia clara y efectiva.

Ante estas condiciones, es necesario reflexionar para promover una gestión integral del riesgo, en la que se realicen esfuerzos en los siguientes aspectos:

- Integrar y armonizar el conocimiento desde la gobernanza
- Fortalecer la gobernanza, la educación y la comunicación del riesgo en el territorio
- Mejorar el conocimiento del riesgo
- Reducir los niveles de riesgos actuales y futuros
- Incrementar la capacidad de respuesta ante eventos desastrosos

Para hacer frente al problema del riesgo y la ocupación del territorio, así como para hacer provechoso el conocimiento sobre el riesgo, este debe ser incorporado en la planificación urbana con miras a fortalecer la capacidad de respuesta ante eventos desastrosos.

Para gestionar el riesgo, el Sistema de Gestión de Riesgo del área metropolitana del valle de Aburrá tiene entre sus funciones apoyar y subsidiar procesos de gestión de riesgos de desastres; colaborar en el conocimiento y manejo del riesgo, y ser autoridad en aspectos ambientales y de planificación territorial. En este contexto, se adelantó un trabajo en conjunto con las universidades de los Andes y Eafit, el Cuerpo de Bomberos y la Alcaldía de Medellín para desarrollar un estudio de microzonificación y de escenarios de riesgo. Estos actores se han convertido en socios activos que participan en el desarrollo de instrumentos centrados en el mejoramiento del conocimiento del riesgo sísmico.

Uno de los retos del estudio de microzonificación sísmica corresponde a los costos asociados a la caracterización geodinámica de 37 zonas geológicas del valle de Aburrá. Entre los productos del trabajo conjunto realizado se encuentran los siguientes:

- Mapa de microzonificación sísmica (2016). También se han realizado mapas de distribución de aceleraciones espectrales. A partir de estos resultados se ha determinado que los sitios donde se presentan los valores más críticos coinciden con las zonas en las que se encuentran las edificaciones indispensables que pueden entrar en resonancia.
- Estudio del comportamiento sísmico de edificios de mampostería.
- Estudio de la vulnerabilidad de edificaciones indispensables: estudiando las diecisiete estaciones de bomberos del valle de Aburrá se obtuvo un mapa de pérdidas anuales esperadas.
- Evaluación probabilística de daños en caso de sismo, con mayor detalle en edificaciones indispensables.
- Evaluación determinista de escenarios de daño y pérdida que permitan establecer estrategias de respuesta.

- Elaboración de un modelo de reforzamiento para cinco tipologías constructivas de centros educativos. Sobre este asunto se encuentran limitaciones en cuanto al cumplimiento de requerimientos sísmicos y los costos de las intervenciones; es necesario evaluar la factibilidad de tales intervenciones.
- Estudios de alianzas público-privadas para instrumentación de acelerómetros en edificaciones.
- Evaluaciones de programas de reforzamiento de grupos de viviendas construidas de forma monolítica.
- Propuestas de estrategias de protección financiera ante pérdidas probables.

Los productos del estudio de microzonificación y de escenarios de daño y pérdida son útiles para el desarrollo de los siguientes instrumentos:

- Plan metropolitano para mejorar la respuesta en escenarios de daño
- Guía de evaluación de daños
- Fortalecimiento de la respuesta desde el componente estratégico y operativo
- Generación de una política metropolitana de sensibilización sobre la reducción de riesgo sísmico
- Formación de grupos especializados de respuesta ante eventos sísmicos

Entre los retos para reducir el riesgo sísmico se encuentra la superación de barreras culturales y éticas relacionadas con el diseño y la construcción de inmuebles, para facilitar la adopción de criterios de diseño sismorresistente. Al respecto, conviene realizar campañas y diseñar estrategias que incidan sobre la comunidad, con el fin de crear conciencia sobre la importancia de implementar adecuadas prácticas de construcción, ya que contribuyen a proteger la vida de la población en caso de posibles terremotos.

Conferencia 7.

Principios de la cooperación Sur-Sur y triangular, y su compromiso con la reducción de riesgo de desastres

Ivonne Andrea Ramos

Estrategia de Cooperación Sur-Sur (CSS) y Cooperación Triangular (CT), APC-Colombia

La Agencia Presidencial de Cooperación Internacional (APC-Colombia), en calidad de entidad coordinadora de la cooperación técnica que ofrece y recibe el país, busca que la cooperación internacional sea cada vez más eficiente e idónea, para complementar las acciones del Estado. También busca reconocer las capacidades propias y de sus socios internacionales para compartir aprendizajes mediante diversas modalidades de cooperación internacional, especialmente la cooperación Sur-Sur y triangular. De esta manera, a partir del trabajo articulado entre los ministerios de Relaciones Exteriores y las agencias de cooperación de otros países y entidades especializadas, se puede favorecer el intercambio de conocimiento geocientífico y fortalecer espacios de encuentro internacionales de carácter técnico en los que participen múltiples delegaciones.

La cooperación Sur-Sur como mecanismo de intercambio de conocimiento en el mundo

La APC-Colombia tiene como objetivo estratégico facilitar el desarrollo y la transferencia de conocimientos con el objetivo principal de promover el desarrollo sostenible y reducir las brechas entre los diferentes países participantes dentro y fuera de la región. En este trabajo se busca cambiar el enfoque de los años sesenta, cuando la cooperación se centraba en buscar principalmente recursos financieros para proyectos de infraestructura o necesidades inmediatas en países en vías de desarrollo; luego de un proceso de evolución tanto en el concepto de *desarrollo* como en los esquemas de relacionamiento entre los países e iniciativas de colaboración entre Estados mediante asistencia técnica, hoy la cooperación internacional ve en la cooperación Sur-Sur un modelo horizontal de intercambio de conocimiento, en el que los países de similar nivel de desarrollo cuentan con la experiencia y las competencias para enseñar a sus homólogos, y también con la capacidad de generar nuevos conocimiento a partir del aprendizaje entre pares.

Adicionalmente, la cooperación Sur-Sur y triangular ha incorporado principios diferenciados de la tradicional *ayuda oficial al desarrollo*, que se basa en el enfoque de demanda, la horizontalidad, los costos compartidos, la sostenibilidad, y de forma reciente, el intercambio de conocimiento, con el fin de superar conjuntamente las brechas de desarrollo desde una perspectiva común y de reconocer que los desafíos y potencialidades presentes en los países del Sur geopolítico también son escenario de crecimiento por ayuda mutua y generación de conocimiento. Esto se reafirma con la realización de la Conferencia de Alto Nivel de Naciones Unidas sobre Cooperación Sur-Sur (PABA+40), que se realizará en 2019, fecha en que se conmemoran los cuarenta años de la adopción del Plan de Acción de Buenos Aires por 138 países, y en que se reconocen las contribuciones al desarrollo generadas gracias a la asistencia técnica ofrecida por países del Sur.

Alianzas de cooperación Sur-Sur y triangular para impulsar el conocimiento geocientífico

En este foro, que en esencia es un encuentro de cooperación técnica y científica entre los países de América Latina y el Caribe, y en el que participan expertos en amenaza sísmica y los coordinadores de las redes sismológicas, se exponen por primera vez los puntos focales de gestión del riesgo y se comparte el acervo regional sobre este tema, conocimiento valioso para el mundo, a partir del cual surge una plataforma que permite involucrar nuevos actores que hacen aportes técnicos y financieros para potenciar el intercambio entre homólogos mediante la cooperación Sur-Sur y triangular.

Por ello, para los especialistas de gestión del riesgo sísmico, los siguientes retos son estratégicos:

- Identificar en primera instancia si la demanda de conocimiento puede ser atendida por socios nacionales, ya que muchas veces se busca la cooperación internacional por desconocimiento de programas ya existentes en el territorio.
- Conocer la arquitectura de la cooperación internacional para identificar en cada país quién ejerce los roles de coordinación y financiación de la cooperación técnica, cuáles son los instrumentos internacionales de carácter bilateral y regional vigentes y las “estrategias país” de los organismos internacionales (agencias de la ONU, órganos multilaterales, cooperantes de ayuda oficial al desarrollo).
- Las condiciones, los principios y parámetros de trabajo varían dependiendo de la modalidad de cooperación. La cooperación del tipo *ayuda oficial al desarrollo* (AOD) parte de la priorización geográfica y temática que el cooperante tenga establecida para la región y establece mecanismos propios para la postulación de propuestas, generalmente mediante la habilitación de un fondo y la realización de convocatorias; aquí el principal aportante de recursos técnicos y financieros es el donante, y la duración de los proyectos es de mediano y largo plazo. Por su parte, la *cooperación Sur-Sur* nace de la demanda de los países, y los proyectos se estructuran conjuntamente entre país oferente y país demandante, con una duración promedio de dos años; se privilegia la cooperación técnica, y los recursos financieros son compartidos, ya que es un esquema de trabajo horizontal. Finalmente, la *cooperación triangular*, como es el caso de este programa regional de CSS en gestión del riesgo sísmico, prioriza el intercambio de conocimiento entre los países del Sur.
- Evidenciar en los proyectos de cooperación internacional la alineación de su propuesta con el plan institucional, el plan sectorial, el plan nacional de desarrollo y los objetivos de desarrollo sostenible, pues para el potencial cooperante o socio es clave identificar que el solicitante comprende su contribución a la Agenda 2030.
- Dejar en claro en la propuesta que los recursos técnicos y financieros que se solicitan a la fuente de cooperación internacional no reemplazan o suplen los recursos nacionales; por el contrario, complementan y apalancan estratégicamente los recursos existentes.
- Para el caso específico de la gestión del riesgo en Latinoamérica y el Caribe, las propuestas de cooperación técnica no deben obviar su referencia a marcos regulatorios internacionales y regionales como la Resolución 46/182 de 1991 de las Naciones Unidas sobre asistencia internacional, el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la Convención Interamericana para la Asistencia en Caso de Desastre y, por supuesto, los lineamientos derivados de los mecanismos internacionales de asistencia humanitaria (MIAH) y protocolos subregionales de

asistencia mutua con los que cuentan CDMA, Cepredenac, Caprade, Unasur, entre otros organismos.

Los proyectos de cooperación Sur-Sur de Colombia han recibido una gran acogida por involucrar países con características similares en términos técnicos, tecnológicos, de capacidades y de necesidades. Este aspecto facilita la transmisión de conocimiento y de prácticas de manera eficiente, pues crea un canal de comunicación fluido sin saltos muy abruptos de lenguaje técnico-científico o de recursos. De manera complementaria, se espera involucrar a más actores en cada delegación nacional, entre ellos, agentes privados, públicos, académicos y de la sociedad civil, para que compartan su conocimiento y sus experiencias.

La *cooperación Sur-Sur* busca, además, encontrar soluciones en conjunto, de manera regional, y no únicamente la transmisión de conocimiento, así que entidades como la APC-Colombia sirven como puente de ayuda y financiación para organizar encuentros como este foro y facilitar la comunicación con instituciones pares de otros países, con miras a encontrar expertos y a fortalecer capacidades mediante el intercambio de conocimiento.

En el caso de Colombia, la cooperación internacional ha logrado llegar a más de noventa países en los cinco continentes. Si bien no se dispone de altos presupuestos —a diferencia de los países que cuentan con un soporte económico más amplio—, se hace un gran aporte técnico basado en experiencias en la gestión del riesgo, en planes de emergencia, modelos hidro-climáticos, entre otros componentes, y con una visión de la región que incrementa su interés en el escenario internacional.

Lineamientos generales para otorgar y recibir asistencia internacional

Considerando los movimientos sísmicos de gran magnitud que se han presentado, un aspecto importante que debe considerarse en la gobernanza de la gestión del riesgo, en un escenario de cooperación internacional, es reconocer la normativa que rige la asistencia internacional; especialmente en lo que se refiere al apoyo mutuo en casos de desastre y frente a los cuales el respeto por la soberanía del país afectado y los lineamientos de su llamamiento internacional son requisito *sine qua non* para el otorgamiento de ayuda.

En tal sentido, se debe hacer énfasis en que a la hora de brindar cooperación o asistencia internacional, también se debe cumplir una serie de políticas y lineamientos, entre los cuales se encuentra el de no brindar asistencia internacional sin el consentimiento del país afectado y, además, en estricta coordinación no solo de los puntos focales de gestión del riesgo y cooperación internacional, sino entre las autoridades diplomáticas, migratorias, aduaneras, de vigilancia sanitaria y entidades técnicas y territoriales de ambos países, ya que si bien a nivel nacional los procedimientos son claros, los estudios de caso que se han expuesto en el Foro reflejan que aún hace falta fortalecer la coordinación de la cooperación internacional *in situ* y, por ende, este tipo de escenarios contribuye a la socialización de los lineamientos de asistencia internacional en el nivel subnacional.

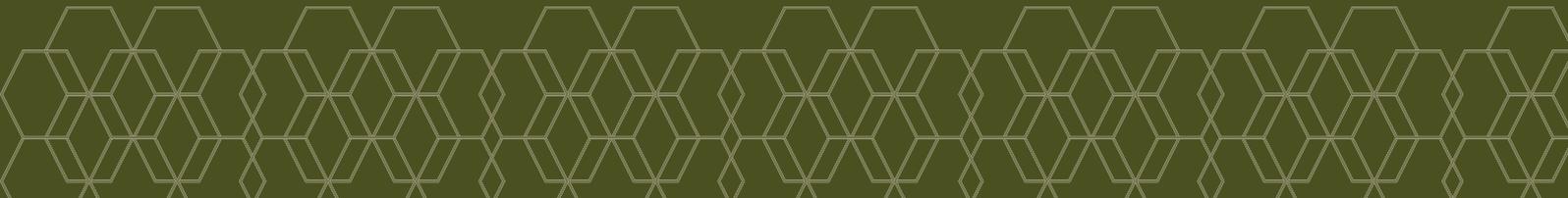
Algunas de las conclusiones derivadas de la participación de los asistentes internacionales estuvieron encaminadas a reforzar la socialización de procedimientos y normativa asociada a los llamamientos internacionales en el ámbito local, y también a fortalecer los protocolos de cooperación internacional en las zonas fronterizas y a mejo-

rar la comunicación entre las entidades técnicas, la Academia y los puntos focales de gestión del riesgo para que equipos de medición y monitoreo científicos, por ejemplo, también sean incorporados en el listado de necesidades de los llamamientos internacionales, a fin de facilitar su movilización en situaciones de crisis. En el caso del préstamo de acelerógrafos que hizo Colombia al Instituto Geofísico de Ecuador, luego del terremoto de Pedernales, en 2016, quedó en evidencia que el conocimiento de los procedimientos de asistencia internacional no debe ser exclusivo de los niveles nacionales, sino de todos los actores involucrados en el proceso de recepción de las ayudas, con el fin de garantizar que los lineamientos acordados en el nivel nacional se mantengan.

La experiencia nos ha enseñado que los sismos no tienen fronteras ni horarios, y por ende, nuestras acciones deben dirigirse a una coordinación de ayuda mutua que se acerque a la misma rapidez y contundencia con que actúa la naturaleza, un desafío que pretendemos abarcar a partir de la cooperación técnica entre nuestros países.



Principales conclusiones
del Primer Foro
Internacional sobre
Redes Sismológicas,
Amenaza Sísmica y
Gestión del Riesgo de
Desastres



Anexo 1. Portafolio LAC de oferta y demanda de conocimiento en gestión del riesgo sísmico

Portafolio de redes sismológicas

Potenciales intercambios de conocimiento sobre redes sismológicas en la región LAC			
País demandante	Experiencia de interés	Potencial país oferente	Instrumentos de Intercambio de conocimiento
Argentina	Implementación de software para el cálculo de intensidad instrumental	Sin información	Visita de experto, curso o taller
Argentina	Incorporación de estaciones sismológicas (pueden ser de libre acceso)	Sin información	No sabe
Bolivia	Empleo de Seiscomp en localización automática, publicación de boletines y servidores de señales Seedlink	Colombia	Cursos y talleres sobre Seiscomp 3
Brasil	Compartir datos y procedimientos técnicos	Chile, Colombia, Perú	Misión exploratoria, taller
Colombia	Foro en línea para intercambio de experiencias y problemas entre redes de monitoreo	Caribe, Centroamérica, Suramérica	Seminarios en línea
Costa Rica	Experiencia SaTrops con la cooperación japonesa	Colombia, Perú	Ruta de aprendizaje
Costa Rica	Cálculo de magnitudes	Chile, Colombia, México	Seminarios en línea
Ecuador	Alerta temprana	México	Visita de expertos, curso
Guatemala	Ajuste y homologación de escala de magnitud	Colombia, México	Visita de expertos, curso
Honduras	Mantenimiento de equipo sísmico y manejo de software de localización	Colombia	Visita de expertos
México	Intercambio de información sísmica (bases de datos)	Países de Centroamérica	Visita de expertos
Nicaragua	Procesamiento de datos sísmicos con Seiscomp 3	Panamá	Curso, taller
Panamá	Aplicación para la elaboración de mapas de intensidades	Costa Rica	Visita de expertos, misión exploratoria
Panamá	Sistemas de alerta temprana sísmica	México	Visita de expertos, misión exploratoria
Panamá	Seiscom 3	Nicaragua	Visita de expertos, cursos, talleres
Perú	N/S, N/R		
República Dominicana	Res sísmica	Puerto Rico	Pasantía
República Dominicana	Mapas de amenaza a partir de los registros acelerográficos	Puerto Rico	Taller
San Cristóbal y Nieves	N/S, N/R		
Santa Lucía	Sistemas de alerta temprana	México, Chile	Visita de expertos, cursos, talleres
Santa Lucía	Investigación sismológica, centros de investigación sismológica	Chile, México, Colombia	Visita de expertos, cursos, talleres
Venezuela	Intercambio de datos, desarrollo de software de análisis y estaciones (sismómetros)	Colombia, Puerto Rico	Cursos, misión exploratoria, desarrollo técnico conjunto

Portafolio para amenaza sísmica

Potenciales intercambios de conocimiento sobre amenaza sísmica en la región LAC			
País demandante	Experiencia de interés	Potencial país oferente	Instrumentos de intercambio de conocimiento
Argentina	Obtener modelo de velocidad/suelo debajo de las estaciones acelerográficas	No sabe	Pasantía, taller, curso
Brasil	Efectos de cuencas sedimentarias (respuesta de sitio) (Dr. Fabián Bonilla)	Ecuador, Francia, Chile	Curso, taller, Precongreso LACSC 2020, Quito
Caribbean Disaster Management Agency	Optimización de experticia técnica en análisis y evaluación del riesgo	Colombia, México, Chile	Talleres
Caribbean Disaster Management Agency	Fortalecimiento de capacidades y asistencia técnica en investigación, planes de ordenamiento y auditores urbanísticos	México, Chile, Colombia	Talleres, pasantías, visitas de expertos, becasWorkshops, internships, expert visits, scholarships
Caribbean Disaster Management Agency	Advocacy y gobernanza para resaltar la importancia de fortalecer la legislación urbanística y los códigos de construcción	Chile, México, Colombia	Misión de alto nivel
Caribbean Disaster Management Agency	Intercambio de políticas y planes de fortalecimiento del sector de la construcción a partir de análisis de amenaza sísmica	Chile, México, Colombia	
Colombia	Incorporación de la evaluación de la amenaza en las normas de sismorresistencia y efectos de sitio	Guatemala, Chile, México, Ecuador	Taller
Colombia	Visores y herramientas para la comunicación de la amenaza y el riesgo sísmicos	Chile, México	Pasantía, Taller, visita de Expertos
Colombia	Armonización de modelos regionales de amenaza sísmica	Latinoamérica y el Caribe	Visita de expertos, taller
Colombia	Análisis de deformación de la corteza y mediciones de actividad de fallas y su incorporación en la descripción de fuentes sismogénicas	Argentina, Chile, Ecuador	Taller, visita de expertos
Colombia	Integración de información histórica neotectónica y paleosismológica en la evaluación de la amenaza sísmica	Argentina	Taller, visita de expertos
Costa Rica	Experiencias en la inclusión de las fallas en los estudios de amenaza sísmica probabilística	Argentina, Colombia, México	Taller regional
Ecuador	Riesgo sísmico metropolitano	Colombia	Visita de expertos, taller, hoja de ruta
Guatemala	Caracterización de los sitios de ubicación de acelerógrafo (relación con área de atención)	Costa Rica, México	Visita de expertos, curso
México	Difusión de la información sobre el riesgo	Chile	Taller, curso
Nicaragua	Evaluación de la amenaza sísmica	España, Italia	Curso, taller
Panamá	Estudios de efecto de sitio	Ecuador Francia	Visita de expertos, taller, formación

Panamá	Estudios de amenaza sísmica	Colombia	Visita de expertos, taller, formación
Perú	Complementar los estudios de microzonificación con difusión de los resultados	Colombia	Pasantía
Perú	Profundizar los medios de difusión de información sísmica	Chile	Taller
Puerto Rico	Apoyo en análisis de ruido,	Ecuador Francia	Pasantía
República Dominicana	Modelación de riesgo sísmico para asentamientos informales	Colombia, mediante USAID, OFDA, FIU	Taller, curso, visita de expertos
República Dominicana	Estudio de la vulnerabilidad física de edificaciones ante un terremoto en Santiago de los Caballeros	Colombia, mediante USAID, OFDA, FIU	Misión exploratoria, taller, curso
República Dominicana	Definición de espectros en RD y modelo de amenaza sísmica	Ecuador Francia,	Visita de expertos, taller, curso
San Cristóbal y Nieves	Fortalecimiento de capacidades para inspección de construcciones, aplicables a análisis de amenaza sísmica en códigos de construcción	México, Chile	Taller
San Cristóbal y Nieves	Sistemas de alerta temprana ante eventos sísmicos	México, Chile	Curso
San Cristóbal y Nieves	Acuerdos bilaterales para trabajo conjunto en sismorresistencia	México, Chile	Misión de alto nivel
Venezuela	Exposición poblacional		Taller, <i>paper</i> conjunto

Portafolio de gestión del riesgo sísmico

Potenciales intercambios de conocimiento sobre gestión del riesgo sísmico en la región LAC

País demandante	Experiencia de interés	Potencial país oferente	Instrumentos de intercambio de conocimiento
Bolivia	Profundizar experiencias en gestión de riesgo (prevención)	Chile, Colombia	Talleres sobre prevención para actualización impartidos a técnicos que puedan reproducir la enseñanza a la población en general
Caribbean Disaster Management Agency	Gestión del riesgo de desastres con enfoque comunitario. Investigación en gestión del riesgo basada en evidencia.	México, Colombia	Taller, visita de expertos
Caribbean Disaster Management Agency	Fortalecimiento de estrategias de coordinación entre Latinoamérica y el Caribe	México, Colombia	Misión de alto nivel, intercambios técnicos
Colombia	Fortalecimiento de grupos comunitarios de respuesta a emergencias	Chile	Vista de expertos
Colombia	Preparación logística, operación de grupos de evaluación postsismo de viviendas, infraestructura y líneas vitales	México	Misión exploratoria, taller
Colombia	Definición de métricas para medición de impactos de gestión del riesgo en comunidades	Colombia, EEUU a través de FIU/OFDA	Vista de expertos

Colombia	Uso, desarrollo y apropiación de instrumentos de gestión del riesgo, basados en aplicaciones móviles	México, Costa Rica	Taller, curso
Colombia	Experiencias en uso de herramientas de protección financiera Caso Bonos Catastróficos	México	Visita de expertos
Costa Rica	Desarrollo e implementación de herramientas que incluyen normativas de comunicación, tecnológicas y otras, en conjunto con entes académicos para promover la gestión del riesgo	Colombia, Chile, México	Ruta de aprendizaje, taller
Ecuador	Riesgo sísmico metropolitano	Colombia	Visita de expertos, taller, hoja de ruta
Ecuador	Enfoque de barrio	EEUU a través de FIU	Visita de expertos
Ecuador	Desarrollo institucional servicio GRD	Chile/Onemi	Visita de expertos
El Salvador	Modelación del riesgo sísmico para asentamientos informales	Colombia, EEUU a través de OFDA/FIU	Taller, visita de expertos
El Salvador	Experiencia de alerta por sismos	México	Taller, visita de expertos
El Salvador	Plan metropolitano de gestión del riesgo sísmico, valle de Aburrá	Colombia	Taller, visita de expertos
Guatemala	Organización multimunicipal para SRRD	Colombia	Ruta de aprendizaje
Honduras	Aplicación del conocimiento del riesgo sísmico en la elaboración de instrumentos (planes) de preparación	Colombia	Taller
Honduras	Terremotos del 2017 en Chiapas y Puebla	México	Pasantía
México	Reordenamiento territorial	Centroamérica y el Caribe	Ruta de aprendizaje
México	Manejo en gestión integral del riesgo, toma de decisiones	Colombia y Chile	Curso, taller
México	Implementación de sistemas de alerta temprana	Colombia, Honduras, Guatemala, Costa Rica, Ecuador, entre otros México	Foro
Panamá	Índice de resiliencia de la comunidad	EEUU a través de FIU	Visita de expertos, taller, cursos
Perú	Articulación y coordinación entre niveles de gobierno	Colombia	Misión exploratoria
Perú	Manejo y conocimiento del riesgo	Colombia	Taller
Perú	Monitoreo y seguimiento de la GRD	Colombia	Pasantía
Puerto Rico	Apoyo al Programa Regional de Alerta de tsunamis de la Unesco	Dimar, Colombia	Participación en la reunión Anual del Caribbean Early Warning System EWS
Venezuela	Pre y posterremotos más alertas tempranas	Chile, México	Cursos

Anexo 2. Plan Regional de CSS de Colombia en Gestión Integral del Riesgo Sísmico para los países de Latinoamérica y el Caribe, 2018-2022

Plan Regional de CSS en Gestión del Riesgo Sísmico para Latinoamérica y el Caribe 2018-2022

Objetivo general: fortalecer las capacidades técnicas y la toma de decisiones entre las instancias de coordinación de los temas de amenaza sísmica, redes sismológicas y gestión del riesgo de desastres en América Latina y el Caribe, mediante esquemas bilaterales y subregionales de intercambio de conocimiento y cooperación técnica.

Entidades coordinadoras:

Coordinador técnico y operativo: Servicio Geológico Colombiano, Ministerio de Minas y Energía

Apoyo técnico: Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (punto focal nacional en Gestión del Riesgo de Desastres)

Entidades de cooperación internacional:

Coordinador: Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC-Colombia)

Apoyo: Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero/Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID/OFDA

Entidades internacionales invitadas de LAC:

Autoridades nacionales de redes sismológicas, amenaza sísmica y GdR:

National Office of Disaster Services (NODS)
 Comisión Cascos Blancos, Ministerio de Relaciones Exteriores (CCB)
 Department of Emergency Management (DEM)
 Viceministerio de Defensa Civil
 Secretaria Nacional de Defesa Civil, Ministerio da Integração Nacional (Sedec)
 Oficina Nacional de Emergencia (Onemi)
 Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE)
 Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de Cuba
 Office of Disaster Management
 Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR)
 Dirección General de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres
 National Disaster Management Agency (NaDMA)
 Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred)
 Civil Defense Commission (CDC)
 Direction de la Protection Civile (Haití) (DPC)
 Comisión Permanente de Contingencias (Copeco)
 Office of Disaster Preparedness and Emergency Management (Odpem)
 Coordinación Nacional de Protección Civil (Sinaproc)
 Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres
 Sistema Nacional de Protección Civil (Panamá) (Sinaproc)
 Secretaría de Gestión Pública de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM)
 Agencia Estatal para Manejo de Emergencias y Administración de Desastres
 Comisión Nacional de Emergencias
 National Emergency Management Agency (Saint Kitts and Nevis) (NEMA)
 National Emergency Management Organisation (NEMO)
 National Emergency Management Office (SVG) (NEMO)
 Office of Disaster Preparedness and Management, the (Odpm)
 Viceministerio para la Gestión de Riesgo y Protección Civil País: Latinoamérica y Caribe

1. Área priorizada: fortalecimiento coordinación interinstitucional

Objetivo: fortalecer las capacidades institucionales de coordinación inter e intrarregional en gestión integral del riesgo sísmico, intercambiando conocimientos en términos de roles, esquemas operativos y prioridades estratégicas tomando como referencia los planes de desarrollo nacionales y el Marco de Sendai

Resultados	Actividades	Países	Actores	Fecha	
R1. Fortalecer las capacidades institucionales de coordinación entre los puntos focales de gestión del riesgo sísmico de Latinoamérica y el Caribe, a partir del intercambio de experiencias regionales	R1A1. I Foro Internacional de Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres, 2018 Perfiles (3 delegados por país): Perfil 1: delegado/perfil técnico científico/experto en redes de monitoreo. Perfil 2: delegado/perfil técnico científico/experto en amenaza sísmica. Perfil 3: delegado/nivel toma de decisiones/autoridad de gestión del riesgo del país: Países: 24 países de LAC	Antigua y Barbuda Argentina Barbados Bolivia Brasil Chile Costa Rica Cuba Dominica Ecuador El Salvador Granada Guatemala Guyana Haití Honduras Jamaica México Nicaragua Panamá Perú Puerto Rico* República Dominicana St. Kitts y Nevis St. Lucía St. Vicente y Granadinas Trinidad y Tobago Venezuela		Ejecutado Armenia (Colombia) 3 a 11 de octubre de 2018	
	R1A2. II Foro Internacional de Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres, 2020 Perfiles (3 delegados por país): Perfil 1: delegado/perfil técnico científico/experto en redes de monitoreo. Perfil 2: delegado/perfil técnico científico/experto en amenaza sísmica. Perfil 3: delegado/nivel toma de decisiones/autoridad de gestión del riesgo del país. Países: 30 países de LAC				Sede por definir Octubre de 2020
	R1A3. III Foro Internacional de Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica y Gestión del Riesgo de Desastres 2022 Perfiles (3 delegados por país): Perfil 1: delegado/perfil técnico científico/experto en redes de monitoreo. Perfil 2: delegado/perfil técnico científico/experto en amenaza sísmica. Perfil 3: delegado/nivel toma de decisiones/autoridad de gestión del riesgo del país. Países: 30 países de LAC				Sede por definir Octubre de 2022

2. Área priorizada: redes sismológicas

Objetivo: desarrollar capacidades técnicas y operativas en los procesos de monitoreo, investigación y evaluación integral de la actividad sísmica en la región

Resultados	Actividades	Países	Actores	Fecha
R2. Fortalecer capacidades técnicas y operativas en los procesos de monitoreo, investigación y evaluación integral de la actividad sísmica en la región	R2A1. Seminario en línea sobre materia de módulos de inventario y hojas de control Perfil: expertos en sistema de administración y monitoreo de actividad sísmica y volcánica. Países: Suramérica	(Virtual) Colombia Ecuador México Argentina	SGC	Ejecutado (virtual) 30 de noviembre de 2018
	R2A2. Intercambio bilateral entre la Red Sismológica Colombiana y la Red Sismológica del Ecuador sobre armonización de información pública en boletines de eventos sísmicos con la participación de 3 delegados por país. Perfil: Países: 2 países LAC	Colombia Ecuador	SGC Red Sismológica del Ecuador USAID/OFDA	Nariño (Colombia), mayo de 2019
	R2A3. Presentación de ponencia binacional con 2 expertos de Colombia sobre trabajo de armonización desarrollado entre Colombia y Ecuador, en el marco del LASC	Colombia Ecuador	SGC Red Sismológica del Ecuador	Ecuador 3 a 5 de agosto de 2020

3. Área priorizada: gestión integral del riesgo

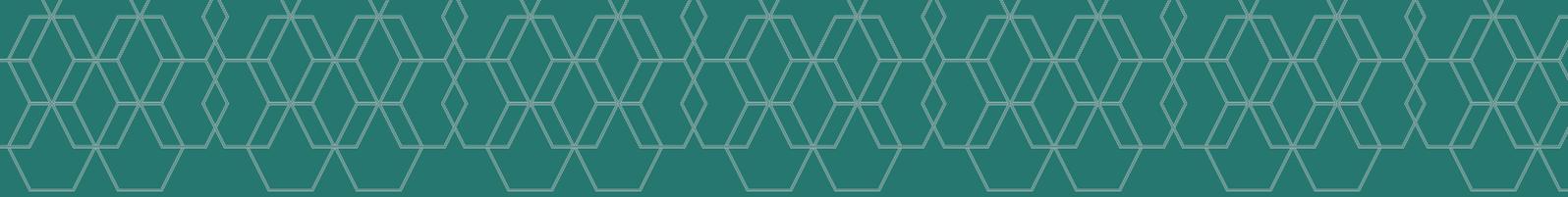
Objetivo: impulsar esquemas de cooperación intrarregional para facilitar una respuesta eficiente ante situaciones de llamamiento internacional por eventos sísmicos que requieran la acción inmediata de las redes sismológicas, los puntos focales de gestión del riesgo y las autoridades de política exterior

Resultados	Actividades	Países	Actores	Fecha
R3. Elaborar una propuesta conjunta de protocolo de coordinación intrarregional ante llamamiento internacional por declaratoria de desastre por eventos de riesgo sísmico, que permita una eficiente acción interrelacionada entre las redes sismológicas, los puntos focales de gestión del riesgo y las autoridades de relaciones exteriores	R3A1. Pasantía en Colombia de 3 expertos de redes sismológicas fronterizas (región andina) y puntos focales de gestión del riesgo para analizar las necesidades y acciones prioritarias que se deben adelantar en caso de llamamiento internacional por declaratoria de desastre por eventos sísmicos. Perfil: Países: Por definir	Colombia, países de la región andina	UNGRD SGC Redes sismológicas nacionales de los países participantes USAID/OFDA	Colombia Agosto de 2019
	R3A2. Mesa de trabajo con autoridades del Ministerio de Relaciones Exteriores, puntos focales de gestión del riesgo, autoridades aduaneras para exponer las necesidades y determinar acciones de mejora sobre el protocolo existente. Las redes sismológicas deben hacer el mismo ejercicio de consulta entre sus países.	Colombia (actividad de entidades nacionales colombianas)	UNGRD SGC MRE APC- Colombia DIAN Migración Colombia Redes sismológicas nacionales de los países participantes	Colombia 2020
	R3A3. Socialización de resultados binacionales y presentación preliminar de protocolo con la participación de 3 expertos en redes sismológicas	Colombia, países andinos	UNGRD SGC Redes sismológicas nacionales de los países participantes	Colombia 2021

4. Área priorizada: amenaza sísmica

Objetivo: fortalecer las capacidades técnicas en la caracterización de escenarios de amenaza sísmica por sismos de subducción, cadenas volcánicas y fallas documentadas, con énfasis en intercambio de conocimiento sobre los escenarios sísmicos que representan mayor contribución a la amenaza en su región, tipificación de movimientos fuertes y generación de mapas de aceleración pico (PGA) y aceleraciones espectrales (SA)

Resultados	Actividades	Países	Actores	Fecha
R4. Fortalecer las capacidades técnicas en la caracterización de escenarios de amenaza sísmica a partir del intercambio de conocimiento con países que tengan experiencia relevante en la materia	R4A1. Taller regional de amenaza: efectos locales, con la participación de expertos en amenaza sísmica del Caribe (Universidad de West Indies)	Centroamérica (México, Suramérica (Ecuador))	UNGRD SGC Redes sismológicas nacionales de los países participantes USAID/OFDA USGS	Colombia Noviembre de 2019
	R4A2. Visita de expertos para adecuar el modelo de efectos locales en un mapa de amenaza de Colombia	Por definir, SGC	UNGRD SGC Redes sismológicas nacionales de los países participantes USAID/OFDA USGS	Colombia 2020
	R4A3. Seminario en línea para la retroalimentación de la propuesta (<i>webinar</i>)	Por definir	Por definir	Por definir 2021



M E M O R I A S
de Eventos Técnico-Científicos

Primer Foro Internacional de Redes Sismológicas, Amenaza Sísmica
y Gestión del Riesgo de Desastres,
de la colección Memorias, se compuso en caracteres
Filosofía OT 11/13,4 para el cuerpo de texto y Dax para la titulación.

En Bogotá D. C., agosto de 2021