



POR ENCIMA DE LA TIERRA



DESDE DONDE SE DESLIZA



MOVIMIENTOS EN MASA

Los movimientos en masa abarcan un conjunto de fenómenos que incluyen, entre otros, flujos de rocas, de partículas de suelo (detritos), deslizamientos, hundimientos del terreno, caída de rocas y avalanchas de nieve o rocas.

El principio básico y elemental que rige el proceso de generación de los movimientos en masa es que, por acción de la gravedad, todo lo que está arriba puede bajar. En dicho proceso influyen otras variables naturales:

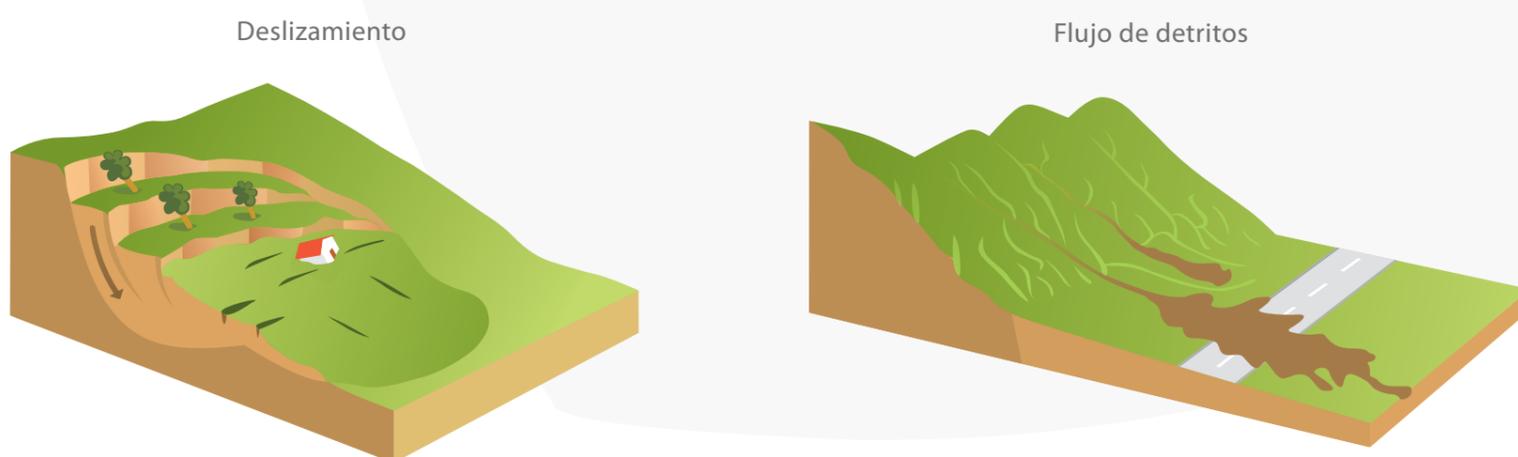
- **Propiedades del terreno:** el tipo de roca o suelo, la forma del paisaje (cañones, valles, planicies), la pendiente del terreno y su contenido de agua.
- **Agua:** detonador que actúa como lubricante en zonas por donde se filtra, como agente que aumenta la presión y como agente de arrastre superficial de partículas.
- **Vibraciones del terreno:** causadas por terremotos.

La intensidad, frecuencia y ocurrencia de los movimientos en masa están influenciadas por la intervención antrópica de los terrenos, lo que los convierte en un fenómeno socionatural. Las acciones antrópicas que inducen los movimientos en masa incluyen: cortes para la construcción de carreteras, terracedos (aplanamiento de laderas) para urbanizaciones, instalación de redes de infraestructura, infiltraciones de agua por fugas en los sistemas de acueducto y alcantarillado, ausencia o insuficiencia de sistemas de recolección de aguas lluvias, deforestación y minería subterránea y a cielo abierto.

Los tipos de movimientos que ocurren con mayor frecuencia y que causan mayor cantidad de pérdidas socioeconómicas son los deslizamientos y los flujos de detritos (Figura 4.1). En los primeros hay un movimiento ladera hacia abajo de una masa de suelo o roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o debilidad (Cruden y Varnes, 1996 en PMA:GCA, 2007). Los segundos son flujos rápidos de partículas de suelo (detritos) saturados de agua, que escurren a lo largo de una superficie confinada como un canal o cauce empinado. Se distinguen porque el agua del cauce o canal se incorpora al flujo e incrementa su contenido de agua (Hungry y otros, 2001 en PMA:GCA, 2007).

Los flujos de detritos se conocen como huaycos en Perú, avenidas torrenciales en Colombia y mazamorras en Bolivia.

Figura 4.1. Deslizamientos y flujos de detritos



Fuente: Adaptado a partir de Cruden y Varnes (1996) en PMA:GCA (2008).

Los movimientos en masa ocurren de manera natural en todos los Andes, pero los usos del suelo y prácticas inadecuadas los están incrementando. Hoy en día los movimientos en masa son una amenaza socionatural más que de la naturaleza por sí misma.

SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA

La subregión andina es un territorio que ofrece condiciones propicias para la ocurrencia de deslizamientos y flujos de detritos. En las áreas húmedas predominan los deslizamientos, mientras que en zonas secas con menores precipitaciones y suelos descubiertos o con poca vegetación predominan los flujos de detritos. Las principales condiciones en la subregión son:

- El 37% de su territorio corresponde a los Andes, con pendientes naturales de diversos ángulos.
- Las rocas de los Andes están muy fracturadas por la alta actividad sísmica en la región.
- Hay gran cantidad de lluvias en territorio colombiano y ecuatoriano y en la vertiente oriental de los Andes de Perú y Bolivia.
- Las lluvias se incrementan en la costa seca del Perú y en el Ecuador durante la presencia de El Niño.
- Hay incremento de las lluvias durante La Niña en Colombia y Bolivia.
- Hay una alta intervención antrópica de los terrenos y deforestación.

Para proveer una visión subregional de la susceptibilidad de los terrenos a los deslizamientos y flujos de detritos por lluvias, se modelaron las principales variables o parámetros naturales que facilitan su ocurrencia: modelo de pendientes del terreno, promedio anual de lluvias, cartografía simplificada de la geología para modelar la susceptibilidad a los deslizamientos y cartografía simplificada de los usos del suelo para modelar la susceptibilidad a los flujos de detritos (Mapa 31).

SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS

Toda la región montañosa a lo largo de los cuatro países es susceptible a deslizarse (Mapa 32). Las mayores susceptibilidades se localizan en el flanco oriental de los Andes en todos los países, por efecto de las masas húmedas que vienen del Amazonas arrastradas por los vientos alisios del sureste, las cuales al chocar contra los Andes ascienden por sus faldas, condensan el vapor de agua, forman nubes y producen copiosas lluvias, detonantes de los deslizamientos; así como en toda la cordillera, en el extremo norte de Perú, Ecuador y el occidente de Colombia, donde llegan masas húmedas desde el Pacífico que también generan abundantes lluvias, que en Colombia convergen con las que llegan desde el Caribe y generan uno de los sitios más lluviosos del mundo. El régimen pluviométrico del Pacífico colombiano y ecuatoriano contrasta mucho con el de la costa peruana y los altiplanos de Bolivia y Perú, donde se registran muy bajas precipitaciones.

SUSCEPTIBILIDAD A FLUJOS DE DETRITOS

En comparación con el modelo de movimientos en masa, en las zonas menos húmedas de Perú y Bolivia la susceptibilidad a los flujos resalta, porque aun con poca cantidad de lluvia los materiales expuestos en las vertientes pueden ser fácilmente arrastrados en forma de flujos de detritos (huaycos en Perú y mazamoras en Bolivia) (Mapa 33). Todos los Andes tienen algún grado de susceptibilidad a los flujos de detritos, siendo la más alta la de los valles interandinos de todos los países y además la vertiente del Pacífico en Ecuador.

OTRAS CAUSAS

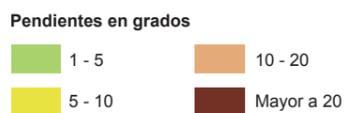
Como ha ocurrido en los cuatro países, los terremotos han generado innumerable cantidad de deslizamientos y flujos. Entre ellos destaca el terremoto peruano del 31 mayo de 1970, que produjo devastación por flujos derivados del colapso de enormes masas de hielo y nieve del nevado Huascarán. Por otro lado, los volcanes generan flujos, ya sea por la acumulación de productos volcánicos en sus laderas y/o por el derretimiento de nieve en sus cumbres.

Montañas con laderas inclinadas a escarpadas, cantidad y duración de las lluvias, tipos de suelos y rocas, tipo de cobertura vegetal más tiempo (años a centurias), son los ingredientes que hacen un territorio susceptible a movimientos en masa.

Deforestación, carreteras, urbanización y prácticas inadecuadas de usos del suelo incrementan la susceptibilidad a movimientos en masa y por lo tanto la posibilidad de pérdidas.

31. Variables utilizadas en el modelamiento de movimientos en masa

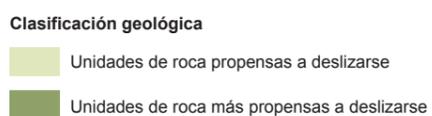
Clasificación de pendientes



Lluvia promedio anual



Síntesis de la geología

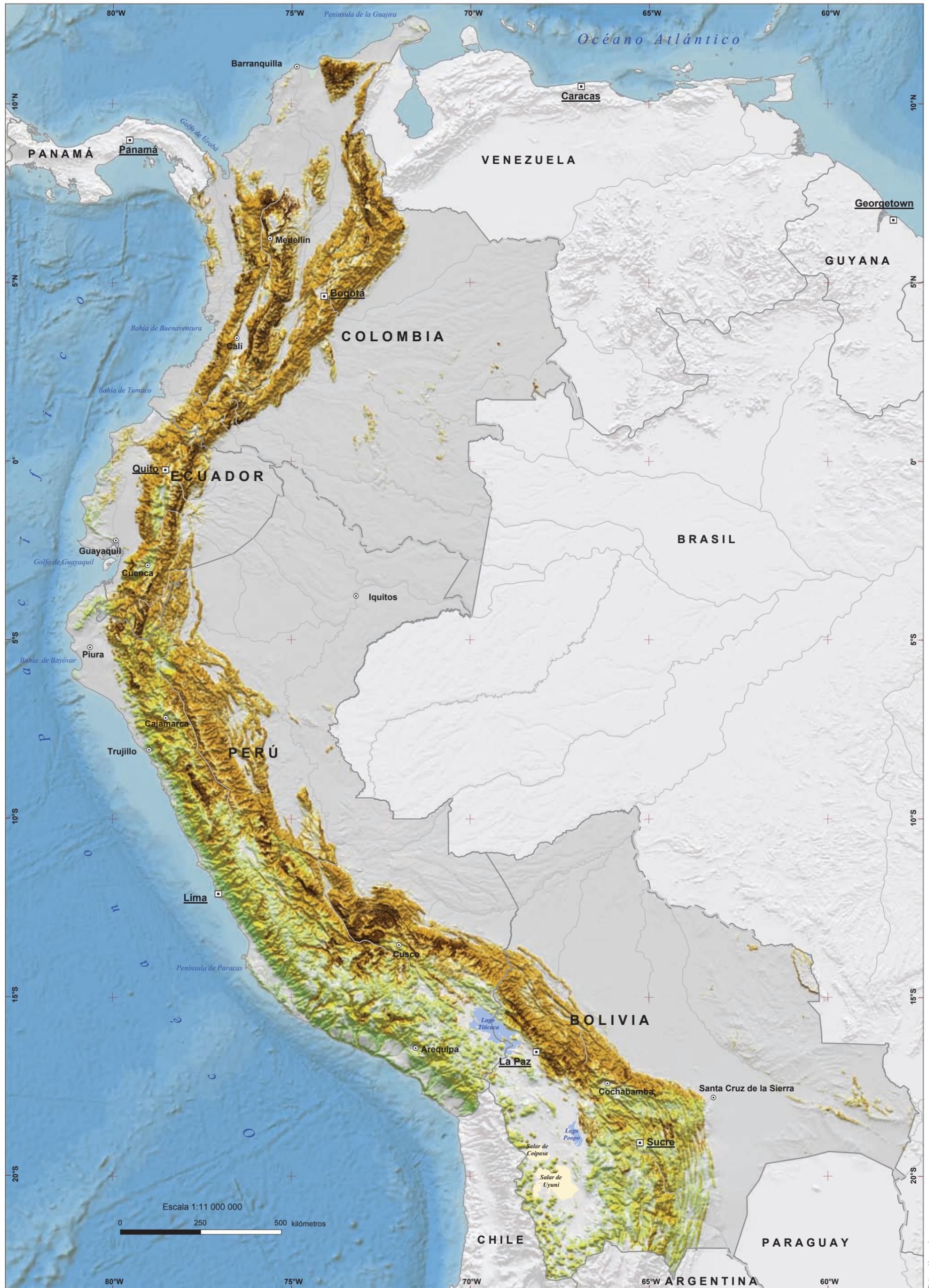


Síntesis de la cobertura vegetal



Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG. Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84

32. Susceptibilidad a los deslizamientos



En el mapa se combinaron las inclinaciones del terreno, las rocas y los suelos más propensos y la cantidad de lluvias al año, con lo que se ilustran los niveles de susceptibilidad.

En las zonas de montaña con mayores lluvias, en terrenos de altas pendientes, suelos blandos y rocas muy fracturadas de la subregión se presentan las áreas con mayor susceptibilidad a deslizamientos, como la vertiente de la cuenca del Amazonas, la del Pacífico ecuatoriano y en todos los Andes colombianos.

33. Susceptibilidad a los flujos de detritos



Susceptibilidad

- Alta
- Media
- Baja
- Capital
- Ciudades principales

En el mapa se combinaron las inclinaciones del terreno la cantidad de lluvias al año y la cobertura vegetal con lo que se ilustran los niveles de susceptibilidad.

La susceptibilidad a los flujos de detritos prima en los valles interandinos de los cuatro países, inclusive en zonas con muy pocas lluvias pero con suelos desnudos o con poca vegetación como las vertientes del altiplano en Bolivia y del Pacífico de los Andes en Perú.

Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG. Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica. Datum WGS84

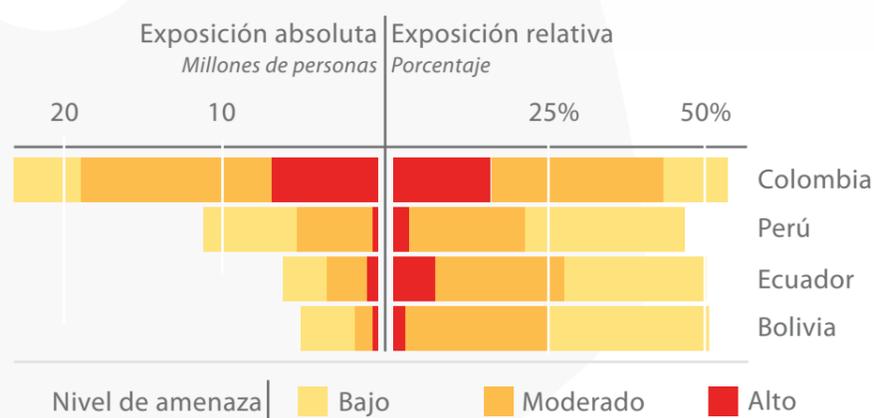
EXPOSICIÓN A MOVIMIENTOS EN MASA

POBLACIÓN Y VIVIENDA

Más de la mitad de la población de la Comunidad Andina (52%) está expuesta a movimientos en masa, ya que la cordillera, en toda su extensión, tiene algún nivel de susceptibilidad a ellos. A escala de país, la población expuesta a diferentes niveles de amenaza por movimientos en masa representa el 51% en Bolivia, 57% en Colombia, 50% en Ecuador y 47% en Perú. La población expuesta a amenaza alta corresponde al 10% de la subregión y representa el 3% en Bolivia, 16% en Colombia, 10% en Ecuador y 4% en Perú (Figura 4.2). La ocupación creciente de laderas y valles incrementa la exposición porque los usos del suelo implican cortes y terraceos que aumentan la susceptibilidad a deslizamientos, mientras que la deforestación incrementa el potencial de flujos de detritos que afectan a pobladores en el fondo de los valles, muchas veces localizados en la orilla de los ríos y en sus llanuras de inundación.

Cerca de la mitad de la población de cada país de la subregión está expuesta a diferentes niveles de susceptibilidad a movimientos en masa.

Figura 4.2. Población expuesta a movimientos en masa



Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas 32 y 7. Ver Memoria Técnica¹

INFRAESTRUCTURA

La comunicación entre las poblaciones localizadas en la cordillera con regiones aledañas necesariamente implica cortes en las laderas que aumentan la exposición de los caminos y carreteras a los movimientos en masa. En muchas ocasiones la infraestructura, especialmente los puentes, no está diseñada para resistir el impacto de flujos de detritos.

La infraestructura de hidrocarburos, generalmente enterrada, también está expuesta a los movimientos en masa, ya sea por deslizamientos o por flujos de detritos que socavan los terrenos por donde pasa. Las redes de acueducto y desagües no solamente están expuestas, sino que en muchas ocasiones han demostrado ser un factor que incrementa la susceptibilidad, especialmente a los deslizamientos, por fugas de agua que saturan el terreno. Los procesos de urbanización en ladera llevan a que los deslizamientos ocurran años o decenios después de haberse instalado la infraestructura de aguas, lo que en muchas ciudades implica una exposición latente a mediano y largo plazo. La exposición de sistemas de acueducto es especialmente alta a flujos de detritos que colmatan bocatomas y deterioran o sacan de funcionamiento sistemas de tratamiento y conducción de agua potable.

Las inadecuadas prácticas de urbanización en ladera generan condiciones de riesgo a deslizamientos que se traducen en pérdidas o desastres años o decenios después.

OTROS SECTORES

La alta exposición de estos y otros elementos de infraestructura vital afecta a todos los sectores por interrupción de los servicios que prestan: pérdidas de cosechas por falta de transporte, problemas de salud por déficit de agua potable, dificultades para los sectores de comercio y turismo, que sin excepción ocurren de manera frecuente, especialmente durante los periodos lluviosos propios de cada zona geográfica, y que pueden incrementarse notablemente durante episodios de El Niño y La Niña.

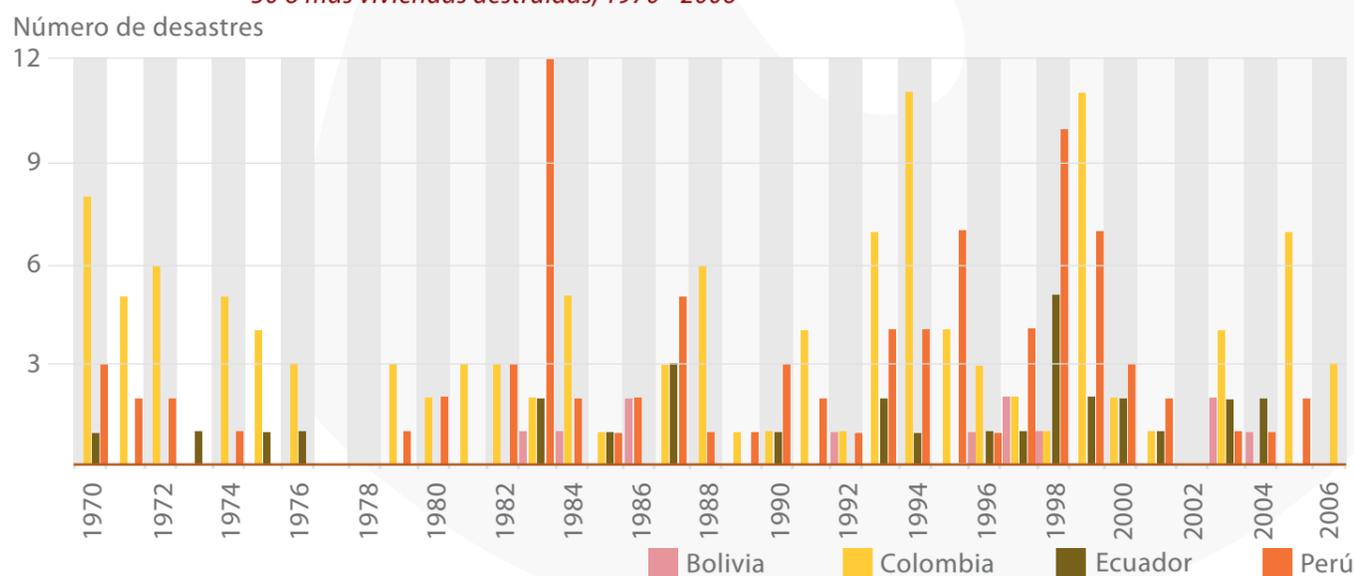
¹La memoria técnica que acompaña el Atlas se encuentra en: www.comunidadandina.org, www.caprade.org.

PÉRDIDAS HISTÓRICAS

De acuerdo con los registros de las bases de datos de desastres, entre 1970 y 2007 hubo cerca de 11 mil víctimas mortales y 38 mil viviendas destruidas causadas por movimientos en masa. De los miles de movimientos en masa que han generado impactos en las últimas cuatro décadas, en cerca de 260 ocasiones los efectos han superado las 20 víctimas mortales y 50 viviendas destruidas en cada uno de los países. Con pocas excepciones, entre 1970 y 2007 cada año se presentó al menos un desastre de esta magnitud (Figura 4.3), y en algunos se presentaron varios durante periodos de intensas lluvias asociadas con fenómenos climáticos regionales, por ejemplo en Ecuador y Perú en 1998 por el fenómeno de El Niño y en Colombia en 1971, 1994 y 1999.

Los movimientos en masa hacen parte de los fenómenos que dejan más pérdidas de vidas y viviendas en la subregión.

Figura 4.3. Movimientos en masa con 20 o más pérdidas de vidas y 50 o más viviendas destruidas, 1970 - 2006



Fuente: EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, DesInventar.

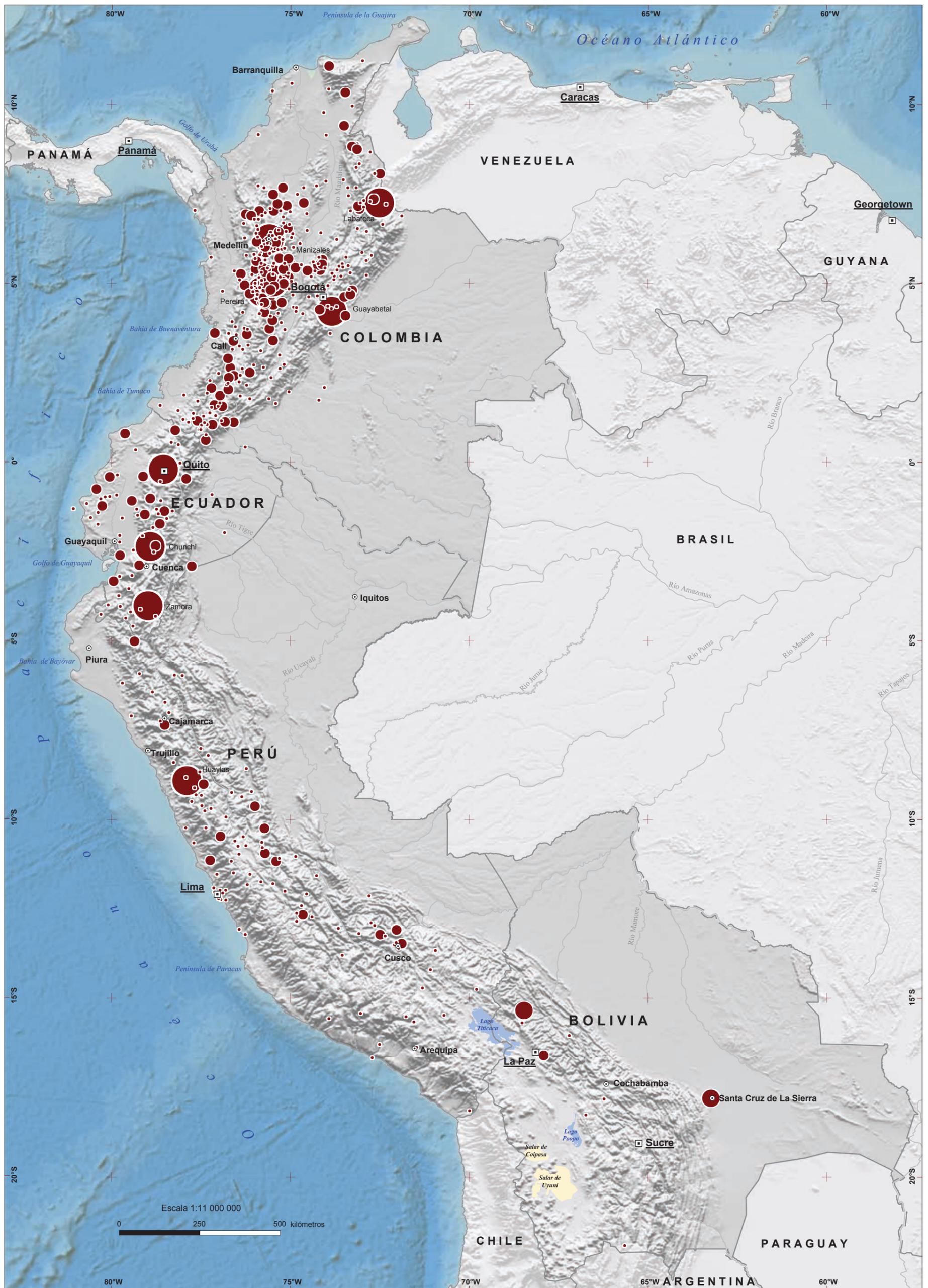
Un ingrediente fundamental en la ocurrencia de muchos de estos impactos ha sido la intervención humana de terrenos a través de actividades de minería, corte de taludes para construcción de vías o procesos de ocupación urbana. En cada país hay ejemplos representativos de esta interacción entre la sociedad y la naturaleza. En Bolivia se registran varios desastres con pérdidas de vidas, destrucción de infraestructura y medios de producción ocurridos en la zona aurífera más rica del país, siendo el deslizamiento del 2003 en Chima uno de los de mayor impacto, con 24 víctimas y 45 desaparecidos.

En Ecuador dos desastres representativos fueron el deslizamiento en la zona minera de Nambija (1993), donde murieron cerca de 200 mineros por colapso de túneles, y el deslizamiento de La Josefina (1993), que formó una represa natural que colapsó un mes después y provocó 35 víctimas mortales, más de 6 mil damnificados y daños en cultivos, vías y viviendas a lo largo de más de 100 kilómetros (Zevallos, 1994). Un caso similar se presentó en Perú (1974) cuando cientos de personas del pueblo Mayunmarca perdieron la vida por el desbordamiento de la represa formada por un deslizamiento en el río Mantaro. En Colombia la urbanización de laderas, las copiosas lluvias y la consecuente saturación del suelo fueron determinantes en el desastre en el sector de Villatina de la ciudad de Medellín (1987), donde murieron cerca de 500 personas, 100 viviendas quedaron destruidas y hubo 1 700 damnificados (García, 2005). Es el mismo caso de La Paz (Bolivia), donde la incontrolada urbanización en laderas se combina con las características geológicas y la abrupta topografía, lo que ha generado condiciones de riesgo que ocasionan pérdidas continuas, principalmente en viviendas.

Aunque en los cuatro países hay registros de impactos asociados con deslizamientos y flujos de detritos, la pérdida de vidas y viviendas por los segundos es comparativamente mayor en Colombia y Perú (Mapas 34, 35, 36 y 37).

Entre 1970 y 2007 se han reportado cerca de 11 mil movimientos en masa con pérdidas de vidas y bienes, casi uno por día. Si la capacidad de registro de las pérdidas fuera más detallada, los datos serían inmensamente mayores y quizás ayudarían a incrementar la conciencia frente a ellos, como problema socioambiental que causa enormes daños acumulados.

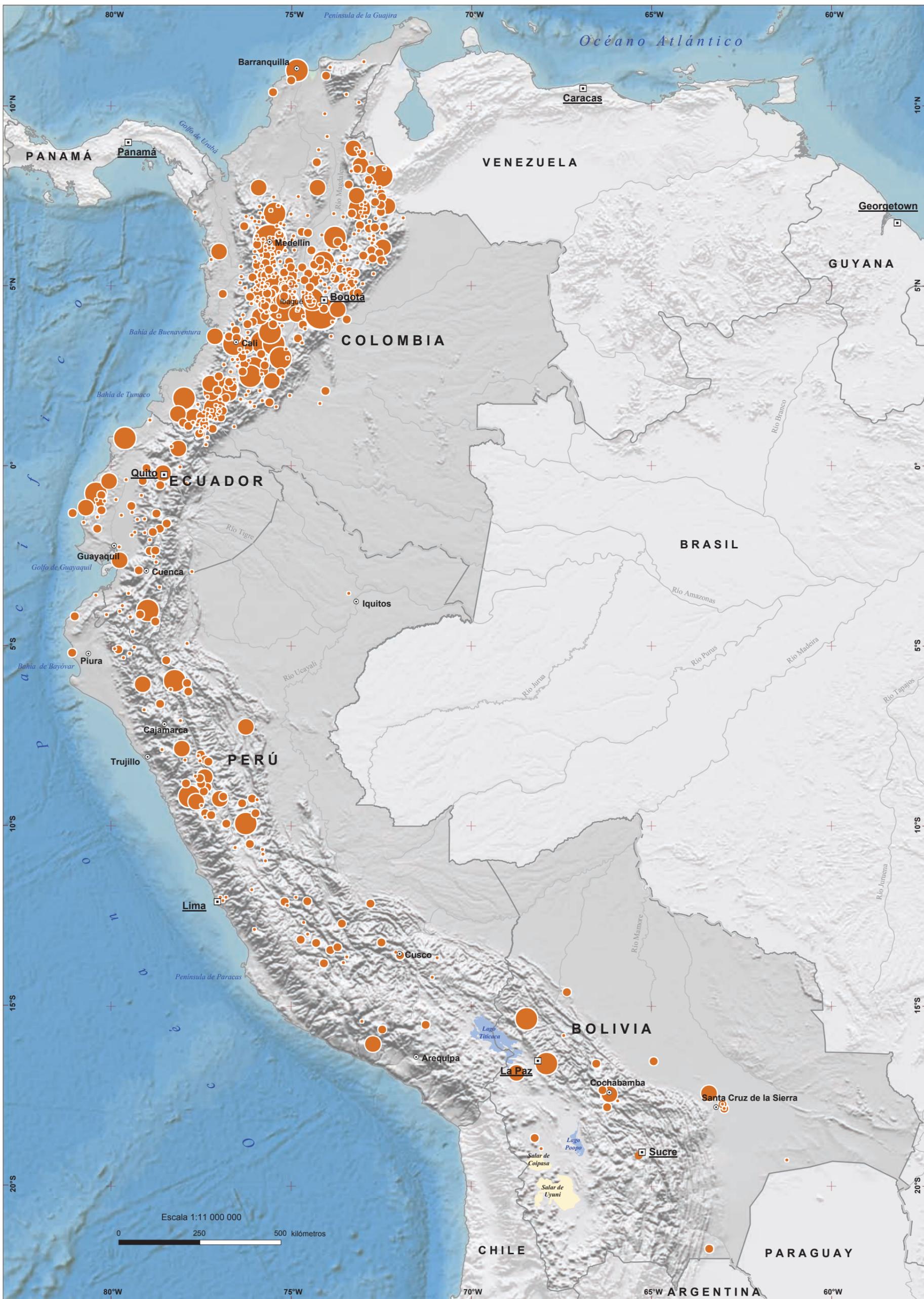
34. Pérdidas de vidas por deslizamientos, 1970 - 2007



Más de 7 mil personas murieron por cientos de movimientos de masa entre 1970 y 2007, el 90% de ellas por deslizamientos de pequeño impacto. En el 10% se cuentan 80 víctimas en el cerro Mayunmarca en Perú; más de 200 en las zonas mineras de Llipi en Bolivia (1992) y Nambija (1993) en Ecuador y 500 en el barrio Villatina de Medellín, Colombia (1987).

EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres. Desinventar. Procesamiento cartográfico y de SIG. Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84

35. Viviendas destruidas por deslizamientos, 1970 - 2007

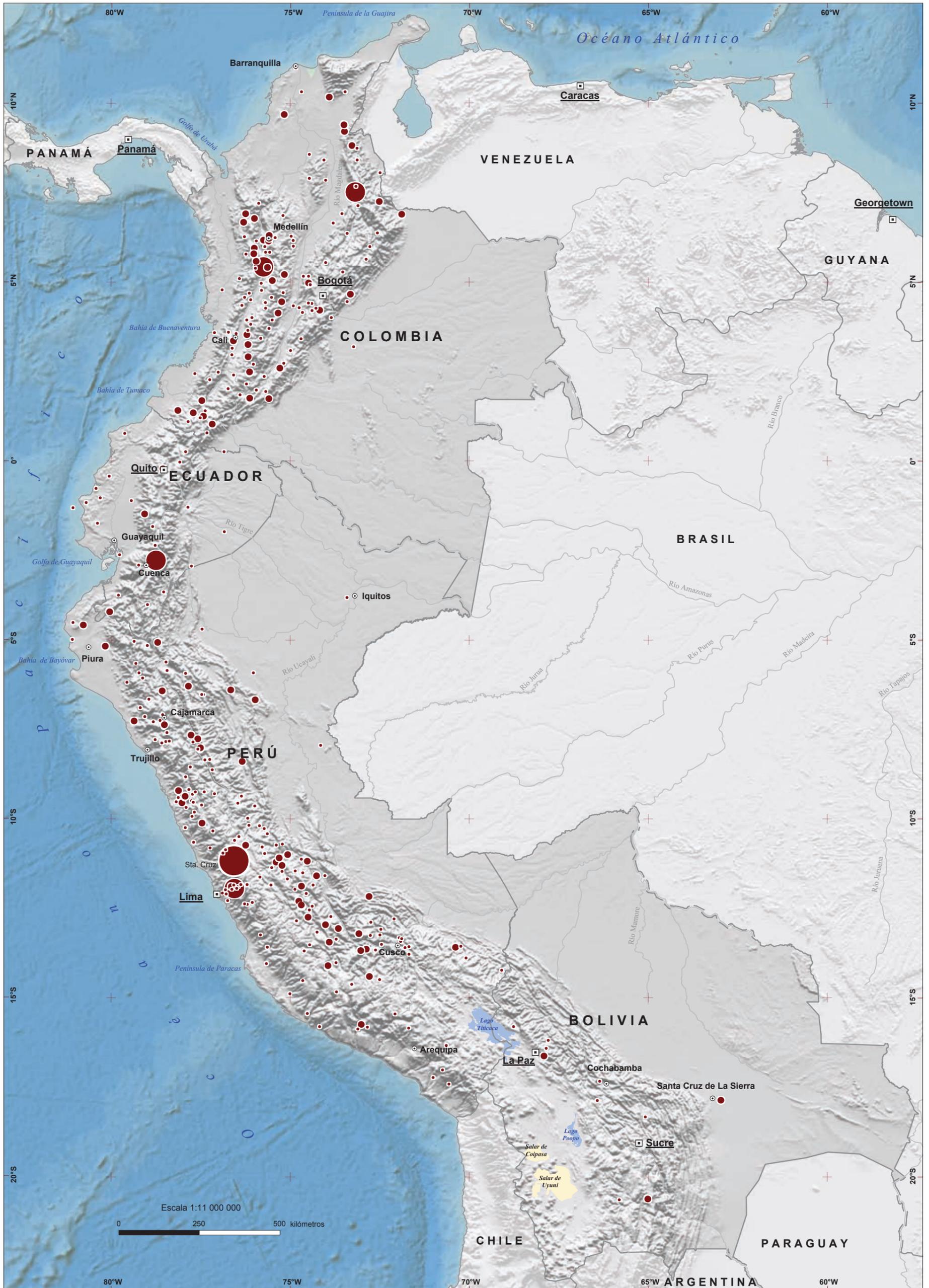


Los datos se representan a nivel de municipio en Bolivia y Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú.

De 16 mil viviendas destruidas (1970-2007) por deslizamientos, 12 mil ocurrieron en Colombia, y mil de ellas ocurrieron en 1999 durante La Niña. En Bolivia el derrumbe de una mina en Chima (2003) destruyó 116 viviendas. En Ecuador lluvias por El Niño (1998) destruyeron 643 viviendas, la mayoría en la costa. En Perú un deslizamiento en Huánuco (1994) destruyó 400 casas.

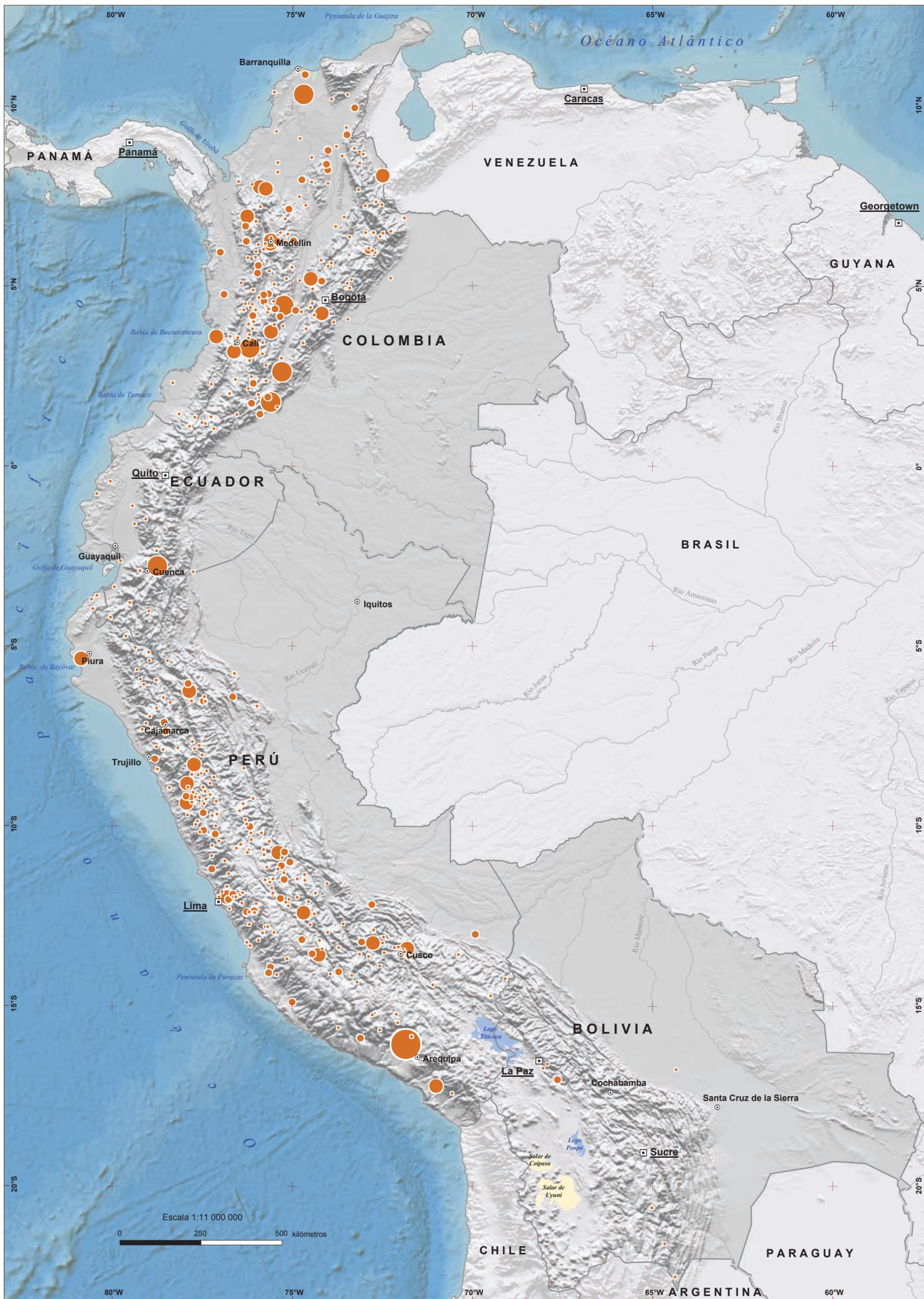
EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, Desinventar. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2008. Proyección: Geográfica. Datum WGS84.

36. Pérdidas de vidas por flujo de detritos, 1970 - 2007



EPN (2008), ITDG (2008), OSSO-EAFIT (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres. Desinventar. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum: WGS84.

37. Viviendas destruidas por flujo de detritos, 1970 - 2007



Total viviendas destruidas

- Mayor a 2 500
- 500 - 1 000
- 100 - 500
- 50 - 100
- Menor a 50

Capital
 Ciudades principales

Los datos se representan a nivel de municipio en Bolivia y Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú.

Después de los terremotos y las inundaciones, los flujos de detritos son el fenómeno que ocasiona más pérdidas de viviendas. En su orden, Perú y Colombia han sido los más afectados en los últimos 38 años.

EPN (2009), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFT (2008). Bases de datos de desastres, Desinventar. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum: WGS84.