

14 DE AGOSTO DE 2026

EVALUACIÓN ANALÍTICA DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR EL TERREMOTO DEL 10 DE AGOSTO DE 2026 EN COLOMBIA

Modelación catastrófica de pérdidas en edificaciones e infraestructura.

EVALUACIÓN ANALÍTICA DE LOS DAÑOS OCACIONADOS POR EL TERREMOTO DEL 10 DE AGOSTO DE 2026 EN COLOMBIA

Modelación catastrófica de pérdidas en edificaciones e infraestructura

Gabriel Bernal¹, Omar-Darío Cardona², Diana González³, Sergio Herrera³

RESUMEN

El terremoto del 10 de agosto de 2026, de magnitud Mw 7.4 y profundidad cercana a 100 km, produjo afectaciones importantes en el occidente y centro de Colombia, particularmente en los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Risaralda, Quindío y Caldas. Con el propósito de dimensionar cuantitativamente su impacto económico, INGENIAR: Risk Intelligence realizó una evaluación mediante modelación catastrófica de las pérdidas físicas directas en edificaciones e infraestructura, utilizando el software CAPRA-ROBOT⁴.

La caracterización del movimiento fuerte se realizó mediante la simulación de una fuente sísmica consistente con la información disponible del evento, incluyendo su magnitud, profundidad, mecanismo focal y la concentración de la liberación de momento sísmico hacia el sector suroccidental de la ruptura. Los resultados reproducen la amplia extensión regional de la sacudida y muestran niveles significativos de movimiento incluso en zonas relativamente alejadas del epicentro. Una característica particularmente relevante del evento fue su **prolongada duración**, superior a 50 o 60 segundos en algunas ubicaciones, asociada a la magnitud y extensión de la ruptura, la profundidad de la fuente, la propagación de las ondas y los efectos locales de suelo. Esta duración constituye un factor importante para interpretar la demanda sísmica y los daños observados.

Las pérdidas físicas directas modeladas para los cinco departamentos analizados ascienden a aproximadamente **\$30 billones de pesos (USD 9,500 millones)**. De este total, cerca de \$24.5 billones corresponden a edificaciones y \$5.5 billones a infraestructura. Las pérdidas se concentran principalmente en Valle del Cauca, con cerca de \$19.5 billones, seguido por Risaralda, con aproximadamente \$5.4 billones. En términos relativos, Chocó presenta la mayor afectación en edificaciones, con pérdidas equivalentes al 19 % del valor expuesto.

La pérdida total estimada corresponde aproximadamente a un **período de retorno de 40 años** en la curva de Pérdida Máxima Probable (PML) de Colombia. El terremoto representa, por tanto, un evento de consecuencias económicas muy importantes, pero no un escenario extremo dentro del perfil de riesgo sísmico del país: existen eventos menos frecuentes con potencial para producir pérdidas considerablemente superiores. Los resultados constituyen una estimación temprana y modelada de pérdidas económicas directas y no sustituyen los procesos detallados de inspección, valoración de daños y ajuste de siniestros.

¹ CSO INGENIAR CAD/CAE Ltda. Profesor Asistente Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.

² CEO INGENIAR CAD/CAE Ltda. Profesor Titular Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales

³ Especialista INGENIAR CAD/CAE Ltda.

⁴ <https://github.com/ingeniarrisk/CAPRA-ROBOT>

1 INTRODUCCIÓN

El 10 de agosto de 2026, a las 7:34 a. m. hora local, un terremoto de magnitud Mw 7.4 afectó el occidente de Colombia, con epicentro localizado en cercanías de San José del Palmar, departamento del Chocó, y una profundidad cercana a 100 km. El movimiento fue sentido ampliamente en el territorio nacional y produjo afectaciones importantes en diferentes ciudades y municipios del occidente y centro del país, particularmente en los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Risaralda, Quindío y Caldas. Los daños observados incluyen edificaciones residenciales, comerciales e institucionales, así como diferentes componentes de infraestructura, configurando uno de los eventos sísmicos de mayor impacto en Colombia en las últimas décadas.

Con el propósito de dimensionar cuantitativamente el impacto económico del terremoto, INGENIAR: Risk Intelligence realizó una evaluación de pérdidas mediante modelación catastrófica para los cinco departamentos señalados. El análisis integra el modelo de amenaza sísmica AIS 300 (documento AIS 300-26), el modelo de exposición de edificaciones desarrollado para la E2050 (Cardona et al. 2020), los modelos de exposición de infraestructura desarrollados para CDRI (Cardona et al, 2023), y las funciones de vulnerabilidad física del modelo global CDRI-GIRI. La evaluación comprende las pérdidas directas en edificaciones y en siete sectores de infraestructura, permitiendo construir una visión integrada de la afectación económica producida por el evento. Todo el análisis fue desarrollado mediante CAPRA-ROBOT, utilizando específicamente los módulos *Strong Motion Analyst* para la caracterización del movimiento sísmico y *RiskOne* para el cálculo de riesgo y pérdidas.

Los resultados presentados en este informe corresponden a una estimación modelada de pérdidas económicas directas o *ground-up*, para dar un orden de magnitud del impacto y no pretenden sustituir los procesos detallados de inspección, valoración de daños o ajuste de siniestros que se desarrollarán progresivamente después del desastre. Su objetivo es proporcionar, en una etapa temprana, una referencia técnica consistente sobre la magnitud y distribución de las pérdidas, que contribuya a orientar los procesos de respuesta, recuperación y reconstrucción, así como a establecer una cifra base para posteriores análisis del impacto sobre el sector asegurador y reasegurador. La evaluación busca, de esta manera, aportar elementos cuantitativos para comprender la dimensión económica del desastre y apoyar la toma de decisiones durante las diferentes etapas posteriores al terremoto.

2 MOVIMIENTO FUERTE MODELADO

La fuente sísmica del evento se localizó bajo el occidente colombiano, en inmediaciones de San José del Palmar, Chocó, a una profundidad cercana a 96 km, y liberó una magnitud de Mw 7.4. Estas características permiten identificarlo como un sismo de profundidad intermedia, asociado a la deformación interna de la placa de Nazca subducida bajo la placa Suramericana, dentro de la zona de Wadati-Benioff, y no a la ruptura de una falla cortical superficial o directamente de la interfaz de subducción. El mecanismo focal publicado por el USGS presenta, para uno de los planos nodales, strike = 226°, dip = 72° y rake = 33°, correspondiente a un mecanismo predominantemente transcurrete. La profundidad de la fuente implica además que la ruptura no tuvo expresión superficial. La información preliminar de soluciones de fuente finita muestra una distribución espacial de la dislocación en profundidad, con la liberación del momento sísmico concentrada en la porción sur-oeste de la ruptura. Esta información, en conjunto con la

profundidad del evento, aparentemente condicionó de manera importante la propagación regional de la energía sísmica y la distribución espacial del movimiento fuerte que se ha observado.

Si bien no se dispone de información más detallada sobre la distribución de la dislocación, ni sobre la extensión y geometría del área de ruptura, se procedió con la simulación de las aceleraciones sísmicas a partir de la información disponible, complementada con algunos supuestos basados en las características observadas del evento. En este contexto, resulta particularmente relevante la información preliminar publicada por el sismólogo Bertrand Delouis (GEOAZUR), obtenida mediante la inversión del campo de desplazamientos registrado en estaciones sismográficas. Estos resultados sugieren una marcada concentración de la dislocación hacia el sector suroccidental de la ruptura, en contraste con el sector nororiental, donde la contribución sería considerablemente menor. Aunque esta información no constituye un modelo completo de fuente finita, proporciona elementos adicionales sobre la distribución espacial de la ruptura que permiten establecer una representación más consistente de la fuente sísmica y, en consecuencia, mejorar la simulación de las aceleraciones realizada en este estudio.

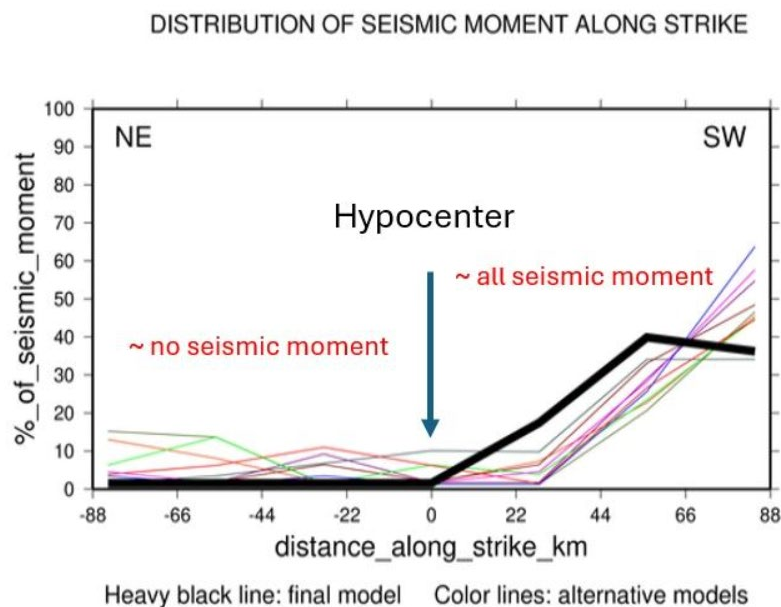


Figura 1. Resultado preliminar de distribución del momento radiado en la ruptura. Fuente: Bertand Delouis⁵.

A partir de la información disponible y de los elementos anteriormente descritos, se definieron las principales características del evento consideradas para su modelación. Los parámetros adoptados, incluyendo tanto aquellos derivados de la información publicada como los supuestos requeridos para completar la caracterización de la fuente sísmica, se presentan de manera resumida en la Tabla 1.

⁵ Enlace a la publicación: https://lnkd.in/p/eUJePr_Y

Tabla 1. Parámetros de la ruptura modelada

Parámetro	Valor	Fuente
Coordenada epicentral (Lat, Lon – WGS 84)	4.844 - 76.242	USGS
Magnitud (Mw)	7.4	USGS
Momento sísmico (N-m)	1.663 E+20	USGS
Profundidad (Km)	96	SGC
Strike (ϕ)	226	USGS
Dip (δ)	72	USGS
Rake (λ)	33	USGS
Ubicación relativa del hipocentro en el plano fuente. Dirección Dip	0.5	Los autores
Ubicación relativa del hipocentro en el plano fuente. Dirección Strike	0.5	Los autores
Ubicación relativa de la mayor dislocación en el plano fuente. Dirección Dip	0.5	Los autores
Ubicación relativa de la mayor dislocación en el plano fuente. Dirección Strike	0.75	B. Delouis
Relación de aspecto del rectángulo que encierra el plano fuente	6	Los autores
Área de ruptura (Km ²)	2,400	Los autores
Tamaño del plano fuente en la dirección Strike (Km)	120	Los autores
Tamaño del plano fuente en la dirección Dip. (Km)	20	Los autores
Velocidad de propagación de la ruptura (Km/s)	2.8	Los autores

La Figura 2 presenta la distribución simulada de la dislocación en el interior del plano de ruptura. Esta distribución se genera de forma aleatoria, orientando la concentración de la aspereza de acuerdo con las observaciones preliminares disponibles, por lo que no corresponde a un modelo de fuente finita completamente desarrollado. No obstante, el resultado obtenido es consistente con las observaciones disponibles y, por lo tanto, se considera una aproximación razonable para los propósitos de la modelación realizada.

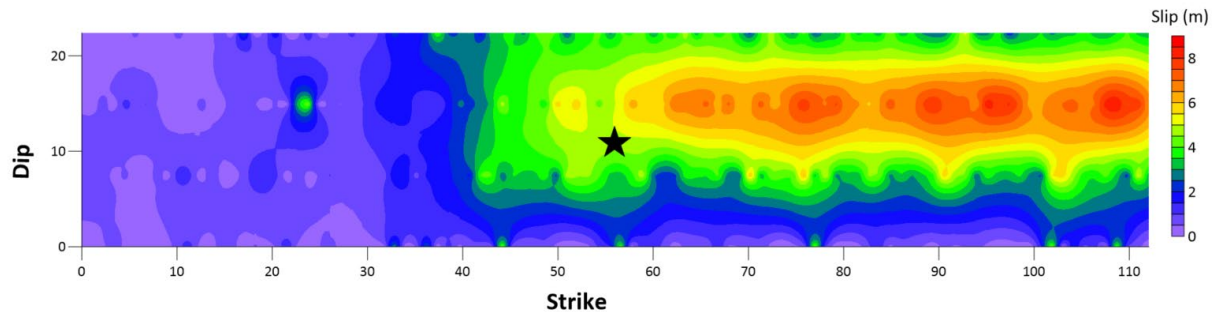


Figura 2. Modelo de fuente empleado en la simulación

La Figura 3 muestra la distribución simulada de la dislocación, proyectada en planta en el contexto regional. Se observa una clara concentración de la dislocación y, por tanto, de la liberación de momento sísmico hacia el sector suroccidental de la ruptura, en concordancia con los resultados preliminares reportados para el evento.

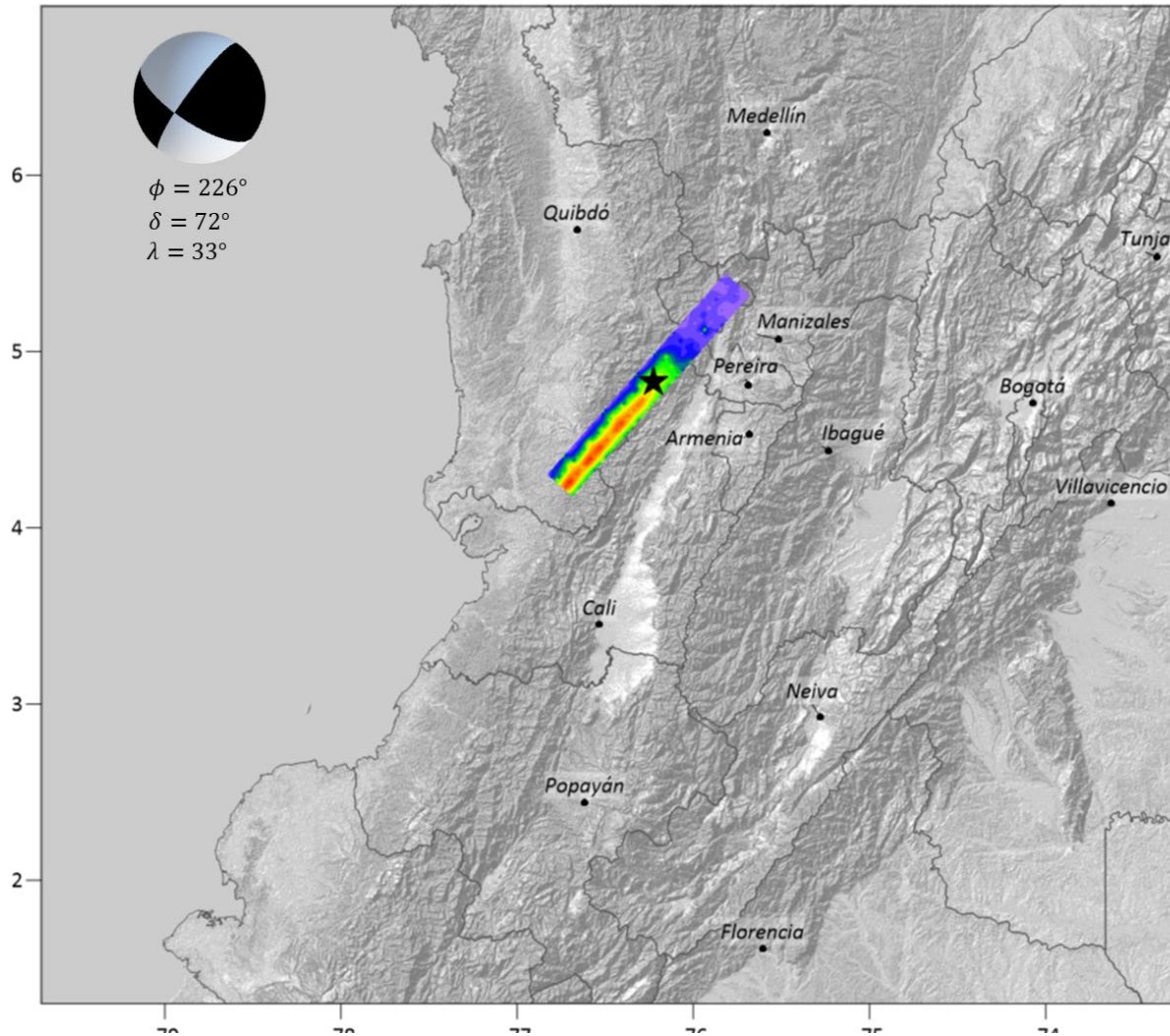


Figura 3. Modelo de fuente en el contexto regional de la simulación

A partir de este modelo de ruptura se simuló las aceleraciones de movimiento fuerte a nivel superficial, con el propósito de caracterizar la distribución regional del movimiento sísmico. Los resultados muestran niveles de intensidad significativos incluso en zonas relativamente alejadas del epicentro, particularmente en sectores localizados a lo largo del valle del río Cauca y en el litoral sur del Chocó. Este comportamiento sugiere que las condiciones locales de sitio, asociadas a la presencia de depósitos de suelo, pudieron desempeñar un papel especialmente relevante en la amplificación del movimiento sísmico y, por tanto, en la explicación de los niveles de intensidad registrados en estas regiones.

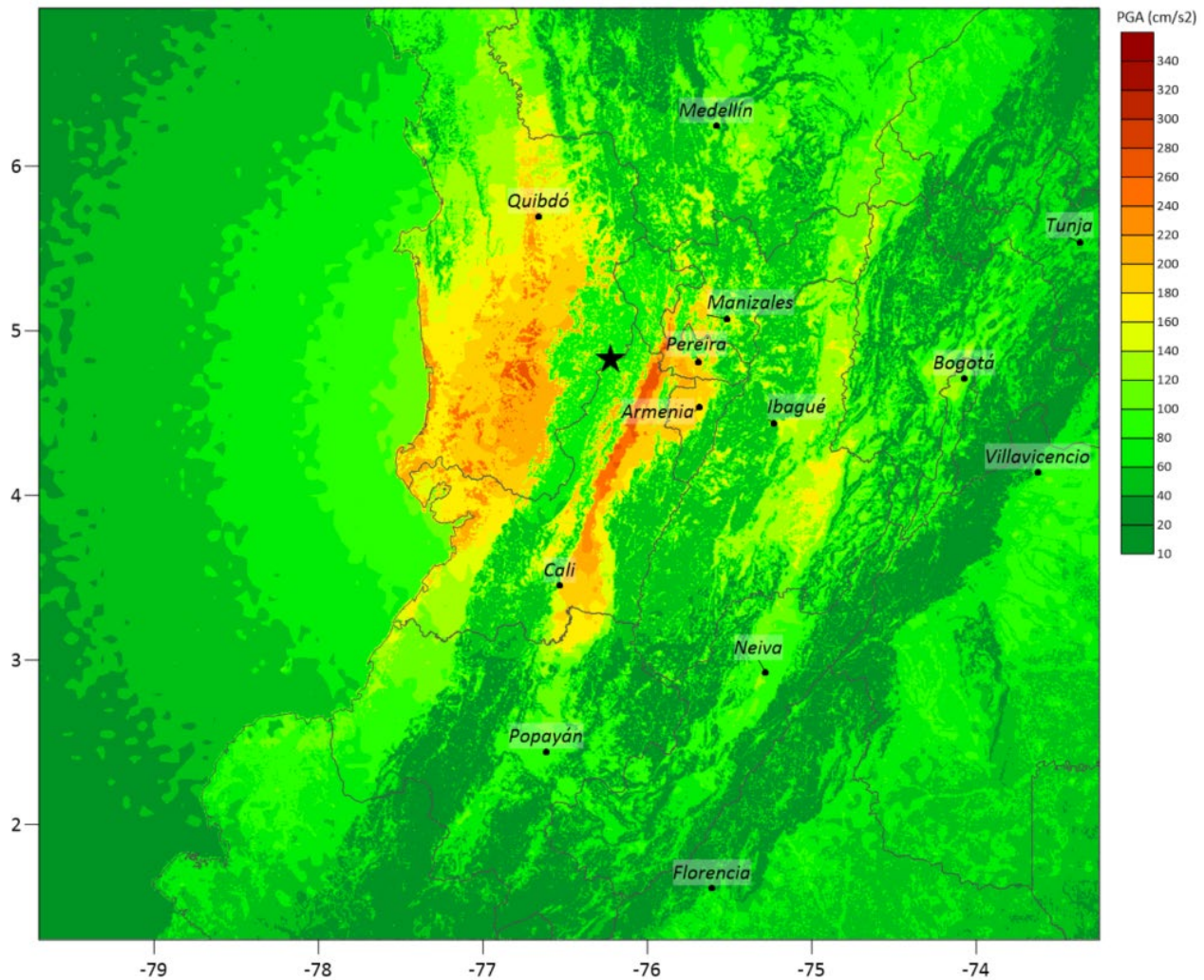


Figura 4. Mapa simulado de aceleración máxima del terreno

A partir de la ruptura simulada se obtienen acelerogramas a nivel de roca firme consistentes con los niveles de intensidad y las duraciones reportadas y percibidas durante el terremoto. En este evento, la duración del movimiento fuerte constituye un factor particularmente relevante para interpretar los daños observados. Un terremoto de esta magnitud, con un área de ruptura superior a 2.000 km², puede requerir del orden de 40 segundos para completar el proceso de ruptura y liberar la mayor parte del momento sísmico, generando desde la fuente un movimiento de duración considerable. A esto se suma el efecto de la propagación de las ondas sísmicas a través de la corteza y el manto superior, particularmente relevante dada la profundidad del evento, cercana a los 100 km, que contribuye a extender la duración del movimiento registrado en superficie.

Adicionalmente, las condiciones locales de suelo, que como se mencionó anteriormente parecen haber desempeñado un papel especialmente importante durante este evento, pueden incrementar aún más la duración del movimiento debido a los procesos de amplificación, dispersión y modificación de su contenido frecuencial. La combinación de estos efectos permite explicar duraciones registradas superiores

a 50 o 60 segundos en algunas ubicaciones. Desde el punto de vista de la respuesta estructural, este aspecto resulta fundamental: un determinado nivel de intensidad actuando durante unos pocos segundos no representa la misma demanda que un movimiento de intensidad similar sostenido durante cerca de un minuto. Una mayor duración implica un mayor número de ciclos de respuesta y una mayor acumulación de deformaciones inelásticas y daño, especialmente en estructuras que ingresan al rango no lineal. Por esta razón, la duración excepcionalmente prolongada del movimiento puede contribuir a explicar una parte importante de los daños observados en las edificaciones, al menos desde la perspectiva de la demanda sísmica a la que estuvieron sometidas.

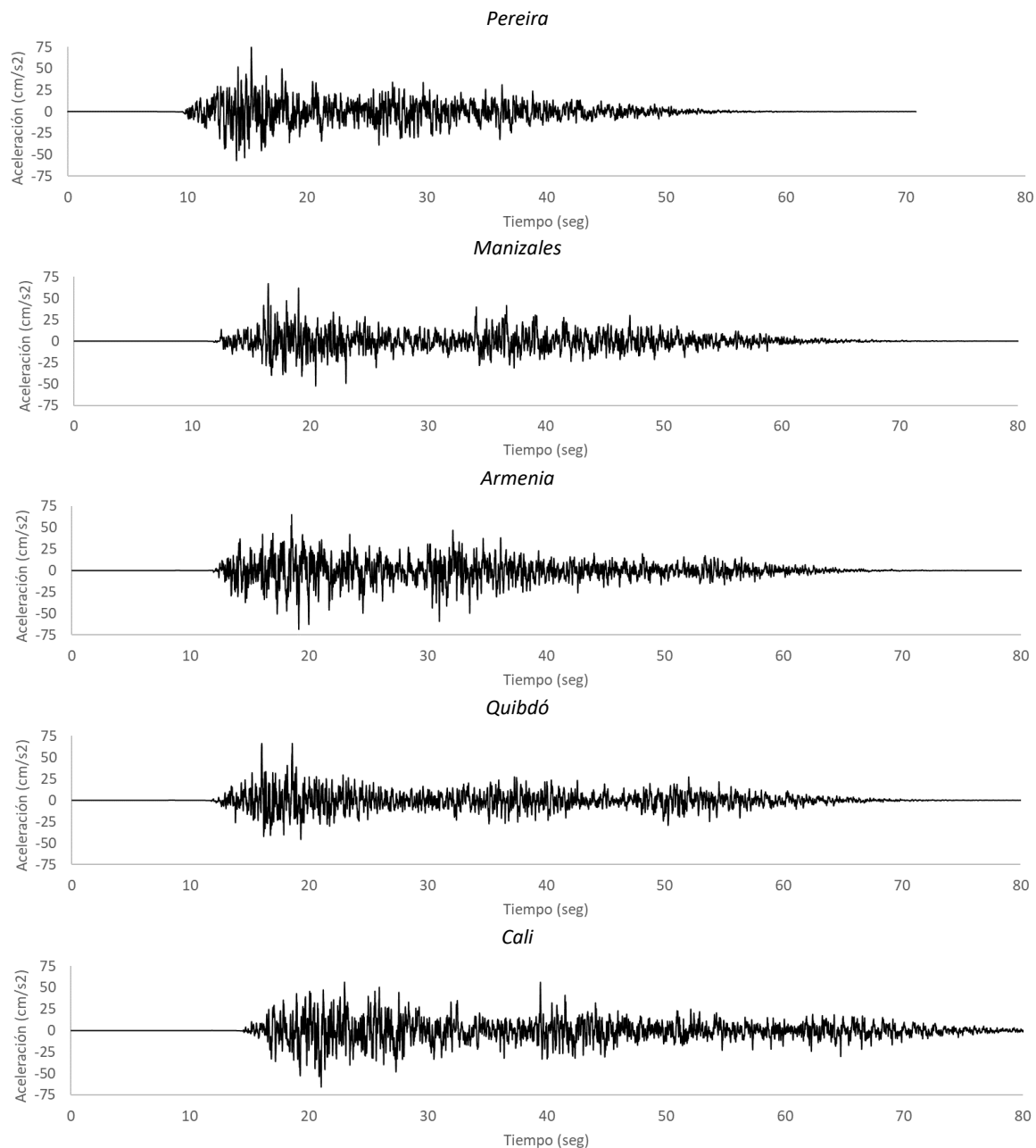


Figura 5. Acelerogramas simulados a nivel de roca firme en algunas capitales afectadas

3 EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

Para modelar la exposición se utilizaron dos modelos consistentes a escala nacional. El primero corresponde al desarrollado por INGENIAR para la E2050⁶, un modelo de exposición de edificaciones a escala de manzana cartográfica que cubre la totalidad del territorio nacional. Si bien fue originalmente concebido para evaluaciones de riesgo climático, en este caso se adaptó para la modelación de pérdidas por terremoto, manteniendo una resolución espacial apropiada para los objetivos del análisis. Este modelo representa la distribución y caracterización de las edificaciones de uso residencial únicamente.

El segundo corresponde al modelo de exposición desarrollado por INGENIAR y UNEP-GRID en el marco del modelo GIRI de la CDRI⁷, el cual representa la distribución y caracterización de elementos asociados a infraestructura de transporte (aeropuertos, puertos, carreteras y ferrocarriles), servicios públicos (plantas de tratamiento de agua, sistemas de acueducto y alcantarillado, generación y distribución eléctrica) y producción de petróleo y gas. El valor total expuesto correspondiente a las edificaciones e infraestructura consideradas en estos modelos para Colombia se estima en aproximadamente 2,942 billones de pesos. Para los cinco departamentos considerados en este estudio, el valor expuesto total asciende a cerca de 453 billones de pesos, de los cuales aproximadamente el 72 % corresponde a edificaciones y el 28 % a infraestructura.

El modelo de exposición de edificaciones de la E2050 consiste en un modelo vectorial a escala de manzana cartográfica, conformado por más de 429,486 elementos individuales, distribuidos en zonas urbanas y rurales y con cobertura de la totalidad del territorio colombiano. La Figura 2 presenta la distribución geográfica de este modelo de exposición. Este nivel de resolución se considera suficiente para los propósitos de la evaluación aquí presentada. Asimismo, el modelo de exposición considera más de 110 combinaciones de uso, sistema estructural, altura y nivel de código sísmico empleado en la construcción, a partir de las cuales se definieron las diferentes tipologías de edificaciones.

Por su parte, el modelo de exposición de infraestructura GIRI-CDRI representa la localización exacta de cada elemento o, en el caso de componentes lineales como las carreteras, de cada segmento considerado en la modelación. A partir de las características de los elementos expuestos se definieron, además, más de 50 arquetipos de infraestructura para la modelación de la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad física se cuantifica mediante funciones de vulnerabilidad. Para las edificaciones se utilizaron más de 35 funciones, mientras que para la infraestructura se emplearon más de 50, correspondientes a los diferentes arquetipos considerados. Cada función establece una relación entre el nivel de amenaza (en este caso la aceleración del terreno en cada ubicación) y el nivel de daño esperado. De esta manera, la vulnerabilidad se representa mediante un enfoque continuo y cuantitativo que permite, además, incorporar su carácter probabilista.

⁶ Estrategia Climática de Largo Plazo E2050 de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural. 2018.

⁷ <https://giri.unepgrid.ch/sites/default/files/2023-11/2.5-INGENIAR-CDRI-Background-Report-GIRI-Index>.

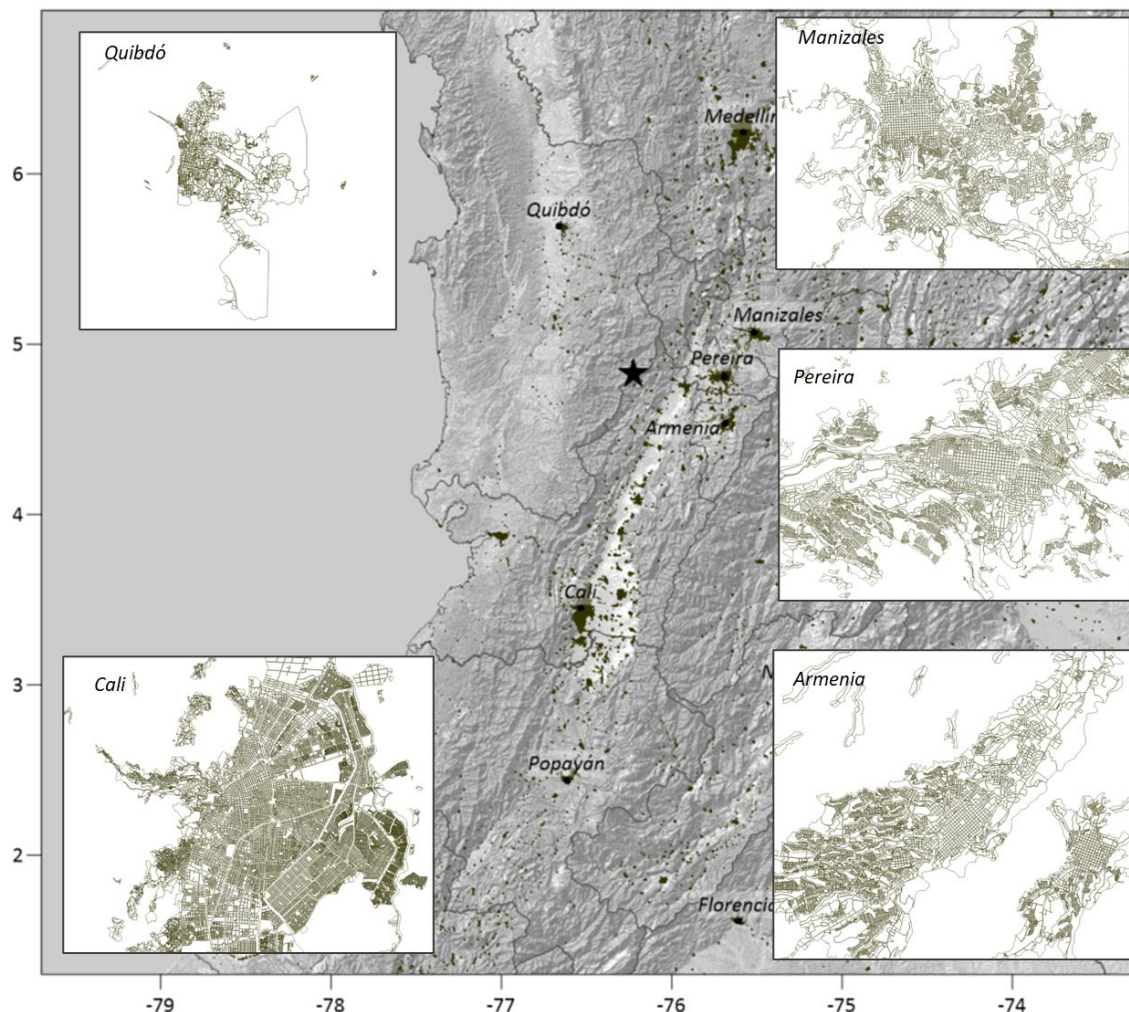


Figura 6. Mapa de distribución geográfica del modelo de exposición de edificios adaptado de E2050.

4 PÉRDIDAS MODELADAS

Con base en la modelación realizada, se estima que los daños físicos directos ocasionados por el terremoto del 10 de agosto de 2026 en Colombia, particularmente en los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Quindío, Risaralda y Caldas, ascienden a aproximadamente **\$30 billones de pesos (USD 9,500 millones)**, considerando conjuntamente edificaciones e infraestructura. Este nivel de pérdidas corresponde aproximadamente a un período de retorno de 40 años en la curva de Pérdida Máxima Probable (PML) evaluada para Colombia, de acuerdo con el perfil de riesgo del país (Cardona et al., 2023).

Para el portafolio de edificaciones, y considerando únicamente los cinco departamentos analizados, los daños se estiman en aproximadamente **\$24.5 billones de pesos (USD 7,700 millones)**, equivalentes al 7.6 % del valor total expuesto. Por su parte, para el portafolio de infraestructura, los daños se estiman en alrededor de **\$5.5 billones de pesos (USD 1,700 millones)**, correspondientes aproximadamente al 4.3 % del valor total expuesto en los cinco departamentos considerados.

A nivel de los departamentos considerados, las pérdidas en edificaciones e infraestructura se distribuyen como se ilustra en la Tabla 2.

Tabla 2. Pérdidas totales desagregadas por departamento

Departamento	Edificaciones		Infraestructura	
	Pérdida (COP billones)	Relativa al valor expuesto	Pérdida (COP billones)	Relativa al valor expuesto
Caldas	1.65	3.9%	0.61	2.7%
Chocó	0.70	19.0%	0.26	5.6%
Quindío	1.84	7.5%	0.36	5.1%
Risaralda	4.63	9.4%	0.80	5.5%
Valle del Cauca	16.00	7.8%	3.52	4.4%

La distribución de las pérdidas por departamento muestra diferencias importantes tanto en términos absolutos como en relación con el valor expuesto. En edificaciones, las mayores pérdidas se estiman en Valle del Cauca, con \$16 billones, seguido por Risaralda (\$4.63 billones), Quindío (\$1.84 billones), Caldas (\$1.65 billones) y Chocó (\$0.70 billones). Sin embargo, al expresar las pérdidas como proporción del valor expuesto, la distribución cambia de manera importante: Chocó alcanza el mayor nivel de pérdida relativa, con 19 %, seguido por Risaralda (9.4 %), Valle del Cauca (7.8 %), Quindío (7.5 %) y Caldas (3.9 %). Esto evidencia las diferencias entre la concentración del valor expuesto y los niveles relativos de afectación estimados en cada departamento.

Para la infraestructura se observa un patrón similar, aunque con niveles de pérdida relativa menores que los estimados para las edificaciones. Valle del Cauca concentra nuevamente la mayor pérdida absoluta, con \$3.52 billones, seguido por Risaralda (\$0.80 billones), Caldas (\$0.61 billones), Quindío (\$0.36 billones) y Chocó (\$0.26 billones). En términos relativos al valor expuesto de infraestructura, los resultados son más homogéneos entre departamentos: Chocó presenta el mayor porcentaje, con 5.6 %, seguido muy de cerca por Risaralda (5.5 %) y Quindío (5.1 %), mientras que Valle del Cauca alcanza 4.4 % y Caldas 2.7 %. En conjunto, estos resultados permiten diferenciar los departamentos que concentran las mayores pérdidas monetarias de aquellos en los que el impacto representa una mayor proporción del valor expuesto.

Para los sectores considerados de infraestructura, las pérdidas totales se presentan en la Tabla 3 desagregadas por sector.

Tabla 3. Pérdidas de infraestructura desagregadas por sector

Sector	Pérdida (COP millones)
Puertos y aeropuertos	663,379
Petróleo y gas	811
Energía	2,341,542
Vías y ferrocarriles	1,816,031
Agua y saneamiento	716,748
Telecomunicaciones	7,414

La distribución sectorial de las pérdidas en infraestructura muestra que las mayores afectaciones económicas se concentran en los sectores de energía y vías y ferrocarriles, con pérdidas estimadas en

aproximadamente \$2.34 billones y \$1.82 billones de pesos, respectivamente. Les siguen los sectores de agua y saneamiento, con cerca de \$717 mil millones, y puertos y aeropuertos, con aproximadamente \$663 mil millones. Las pérdidas estimadas en telecomunicaciones son considerablemente menores, del orden de \$7.400 millones, mientras que para el sector de petróleo y gas se estiman pérdidas cercanas a \$811 millones. En conjunto, los resultados muestran que la mayor parte de las pérdidas modeladas en infraestructura se concentra en los sistemas de energía y transporte terrestre.

La Figura 7 presenta la distribución espacial a nivel municipal de las pérdidas totales estimadas, considerando conjuntamente edificaciones e infraestructura, para los cinco departamentos analizados, expresadas tanto en términos relativos al valor expuesto como en valores económicos absolutos. El mapa de pérdidas relativas permite identificar las zonas donde el impacto representa una mayor proporción del valor total expuesto, observándose sectores con niveles superiores al 20 %, particularmente en algunos municipios de Chocó, Risaralda y Valle del Cauca. Por su parte, el mapa de pérdidas absolutas evidencia una mayor concentración económica de los daños en zonas de Valle del Cauca y Risaralda, particularmente en Cali y Pereira.

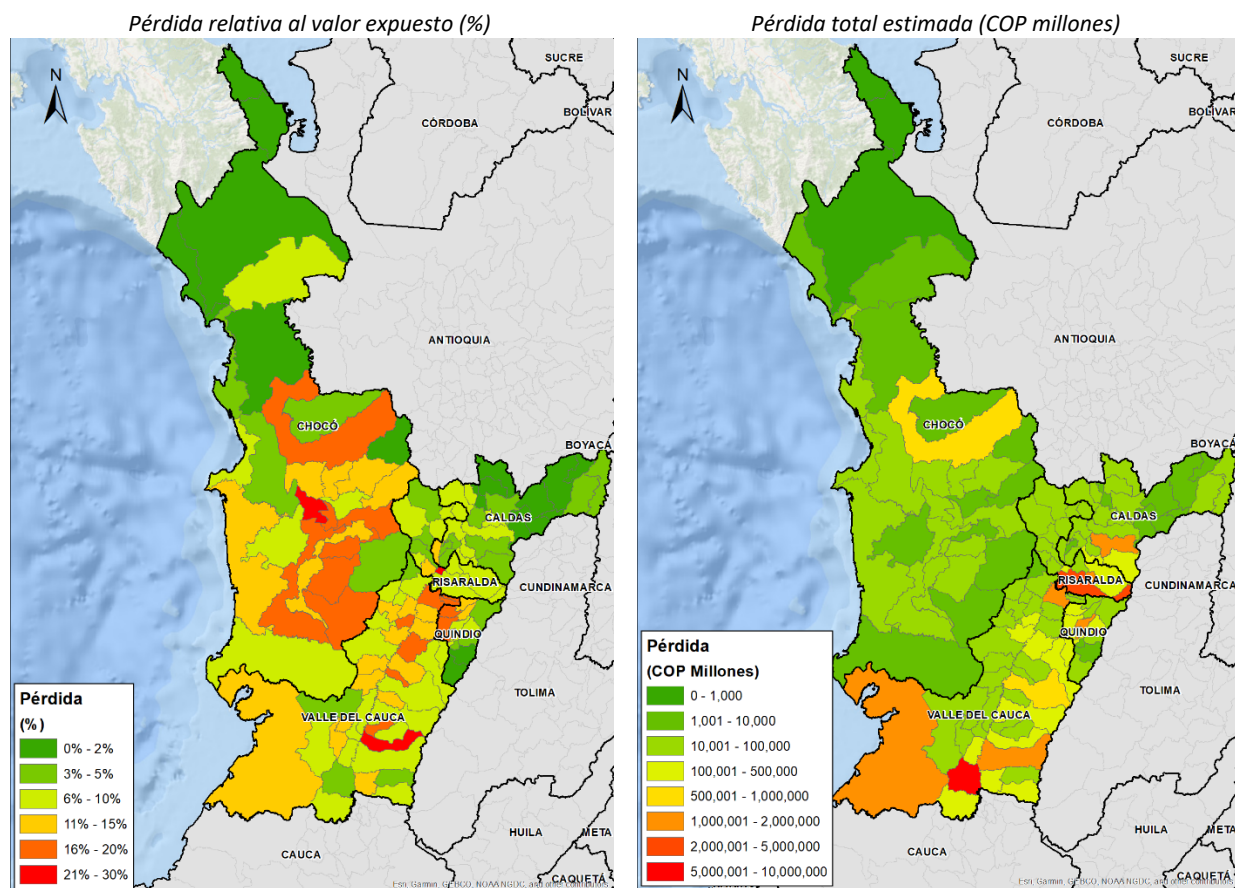


Figura 7. Mapas municipales de pérdida estimada relativa (izq.) y absoluta (der.)

La Figura 7 presenta la distribución espacial de las pérdidas estimadas en la red vial de los cinco departamentos analizados, expresadas en millones de pesos por kilómetro de vía. Los resultados muestran una afectación distribuida a lo largo de buena parte de la red, con una concentración de los mayores niveles de pérdida en algunos corredores de Valle del Cauca, Risaralda y Caldas, donde se identifican

segmentos que alcanzan valores superiores a \$300 millones de pesos por kilómetro. En Valle del Cauca se observa, además, una afectación extensa de la red vial, particularmente en el corredor central del departamento, mientras que en Chocó las pérdidas se concentran en un número más reducido de corredores. La representación a nivel de segmento permite identificar espacialmente los tramos de la red en los que se concentran las mayores pérdidas modeladas y, por tanto, visualizar con mayor detalle la distribución territorial del impacto sobre la infraestructura vial.

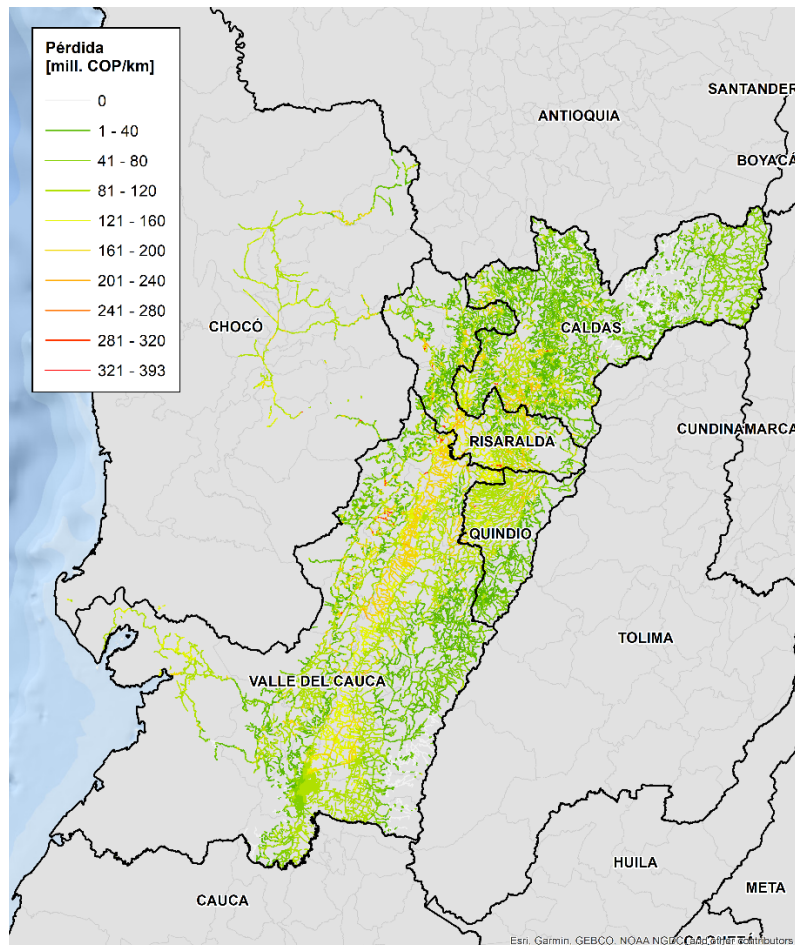


Figura 8. Mapas de pérdidas estimadas en tramos viales

Finalmente, la pérdida total estimada para el evento se comparó con el perfil de riesgo sísmico más reciente disponible para Colombia, publicado por la CDRI⁸ y calculado por INGENIAR (Cardona et al., 2023), considerando conjuntamente edificaciones e infraestructura. La curva de Pérdida Máxima Probable (PML) se presenta en la Figura 8. De acuerdo con este perfil, la pérdida estimada para el terremoto del 10 de agosto de 2026 corresponde aproximadamente a un período de retorno de 40 años. Esto significa que un nivel de pérdida de esta magnitud tiene una probabilidad de excedencia cercana al 20 % en 10 años y al 70 % en 50 años, por ejemplo. La curva completa de probabilidad de excedencia para una pérdida de 40 años de periodo de retorno se presenta en la Figura 8.

⁸ <https://giri.unepgrid.ch/facts-figures/earthquake>

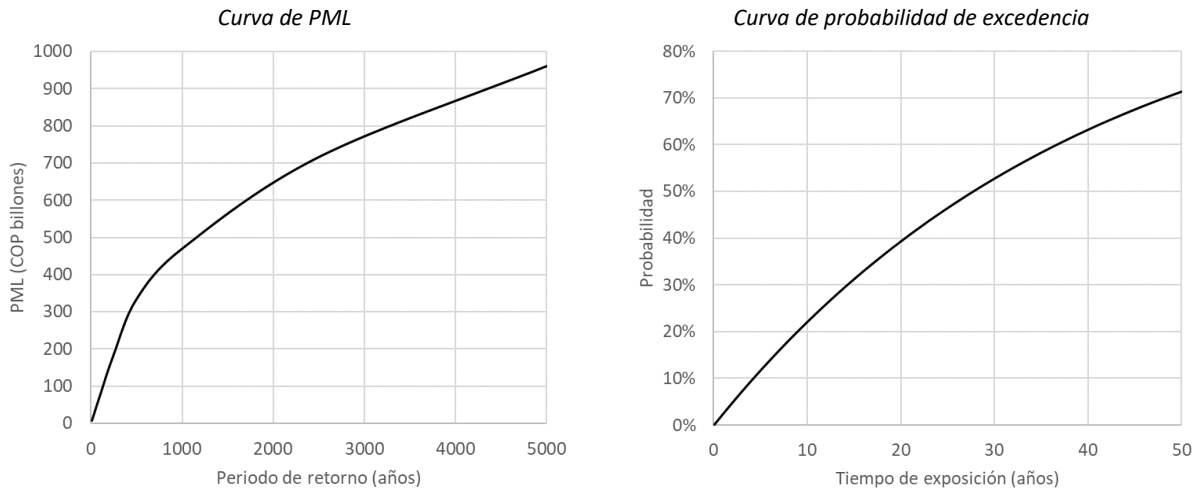


Figura 9. Izq.: Curva de PML por terremoto para Colombia. Der.: Curva de probabilidad de excedencia de una PML de 40 años de periodo de retorno.

Estos resultados permiten poner en perspectiva la magnitud del evento dentro del perfil de riesgo sísmico del país. Si bien el terremoto del 10 de agosto de 2026 produjo consecuencias económicas y sociales muy significativas, está lejos de representar el evento más catastrófico que podría enfrentar Colombia. En el territorio nacional pueden ocurrir terremotos que, por sus características particulares de magnitud, profundidad y ubicación, generen pérdidas considerablemente superiores a las estimadas para este evento. En este sentido, las pérdidas asociadas a este evento, si bien constituyen una materialización importante del riesgo sísmico existente, no representan el límite de las consecuencias socioeconómicas que podrían derivarse de futuros terremotos en el país.

5 CONCLUSIONES

Las evaluaciones de pérdida aquí presentadas constituyen una primera aproximación técnicamente consistente para comprender la magnitud del desastre derivado de la ocurrencia del terremoto, apoyar las investigaciones posteriores y orientar los procesos de rehabilitación, reconstrucción y reducción del riesgo. A continuación, se presentan algunas conclusiones generales que se derivan de este estudio:

1. Un terremoto de gran alcance regional y duración excepcionalmente prolongada. El terremoto del 10 de agosto de 2026, de magnitud Mw 7.4 y profundidad cercana a 100 km, generó niveles significativos de movimiento sísmico sobre una extensa región del occidente y centro de Colombia. Su profundidad intermedia favoreció la propagación de la energía a grandes distancias, mientras que la magnitud y extensión de la ruptura produjeron movimientos de larga duración, superiores a 50 o 60 segundos en algunas ubicaciones. Las condiciones locales de suelo parecen haber contribuido adicionalmente a amplificar y prolongar el movimiento en algunas regiones, configurando una demanda sísmica particularmente exigente para las estructuras.

2. La duración del movimiento constituye un factor fundamental para interpretar los daños observados. Más allá de los valores máximos de aceleración alcanzados, la duración del movimiento fuerte implica que las estructuras estuvieron sometidas a un número elevado de ciclos de carga sísmica. Para aquellas edificaciones que alcanzaron el rango de comportamiento inelástico, esta condición favorece la

acumulación progresiva de deformaciones y daño. En consecuencia, la severidad de los efectos observados no debe interpretarse únicamente a partir de los niveles máximos de intensidad, sino considerando también la duración excepcionalmente prolongada de la demanda sísmica.

3. Las pérdidas económicas directas alcanzan una magnitud considerable. La modelación realizada estima daños físicos directos por aproximadamente \$30 billones de pesos (USD 9,500 millones) en edificaciones e infraestructura de los cinco departamentos analizados. De este total, cerca de \$24.5 billones corresponden a edificaciones y \$5.5 billones a infraestructura, equivalentes respectivamente al 7.6% y 4.3% del valor expuesto de cada portafolio dentro del área evaluada. Estos resultados evidencian la magnitud económica del desastre y la importancia de considerar conjuntamente las pérdidas en edificaciones y en los diferentes sistemas de infraestructura.

4. Valle del Cauca concentra la mayor parte de las pérdidas económicas. Los resultados muestran una marcada concentración de las pérdidas absolutas en el Valle del Cauca, con aproximadamente \$16 billones en edificaciones y \$3.5 billones en infraestructura, para un total cercano a \$19.5 billones de pesos. Le sigue Risaralda, con pérdidas aproximadas de \$5.4 billones de pesos. Esta distribución refleja la combinación entre los niveles de movimiento sísmico alcanzados y la concentración de valor expuesto en los diferentes departamentos analizados.

5. Chocó presenta la mayor afectación relativa de las edificaciones. Aunque las pérdidas económicas absolutas en Chocó son inferiores a las estimadas en Valle del Cauca, Risaralda, Quindío y Caldas, su impacto relativo resulta particularmente significativo. Las pérdidas en edificaciones alcanzan aproximadamente el 19 % del valor expuesto, considerablemente por encima de los demás departamentos analizados. En infraestructura, las mayores pérdidas relativas se presentan en Chocó (5.6%), Risaralda (5.5%) y Quindío (5.1%). Estos resultados muestran que la magnitud absoluta de las pérdidas no necesariamente refleja la severidad relativa del impacto sobre cada territorio.

6. El evento representa una pérdida significativa, pero está lejos de constituir el peor escenario sísmico posible para Colombia. La pérdida total estimada corresponde aproximadamente a un período de retorno de 40 años en la curva de Pérdida Máxima Probable (PML) evaluada para Colombia. Esto permite dimensionar el evento dentro del perfil de riesgo sísmico nacional: se trata de un terremoto de consecuencias económicas muy importantes, pero evidentemente no representa el peor evento que puede impactar al país. El perfil de riesgo de Colombia contempla escenarios sísmicos menos frecuentes y potencialmente mucho más severos, capaces de generar pérdidas considerablemente superiores a las estimadas para este terremoto. En este sentido, el evento constituye también una referencia concreta de la elevada exposición y vulnerabilidad sísmica existente en el país, aun frente a eventos que no se encuentran en el extremo de su distribución de pérdidas.

SOFTWARE DE MODELACIÓN

Las simulaciones de realizadas en este trabajo fueron ejecutadas en los programas *SMA - Strong Motion Analyst* y *RiskOne*, pertenecientes a la plataforma de modelación de riesgo catastrófico CAPRA ROBOT, y se encuentran disponible para descarga de forma gratuita en el siguiente vínculo: <https://github.com/ingeniarrisk/CAPRA-ROBOT>

REFERENCIAS

Bernal, G. A. *Strong Motion Analyst (SMA): Computer Program for Processing and Analysis of Seismic Strong-Motion Data*. CAPRA-ROBOT Software Suite. INGENIAR CAD/CAE Ltd.

Bernal, G. A. *RiskOne: High-Performance Computational Engine for Probabilistic Catastrophe Risk Assessment*. CAPRA-ROBOT Software Suite. INGENIAR CAD/CAE Ltd.

Cardona, O. D., Bernal, G. A., Villegas, C. P., Molina, J. F., Herrera, S. A., Marulanda, M. C., Rincón, D. F., Grajales, S., Marulanda, P. M., Gonzalez, D., Maskrey, A. (2023). *Multi-hazard Disaster Risk Model of Infrastructure and Buildings at the Global Level*. Background Report, INGENIAR: Risk Intelligence for the CDRI Flagship Report.

Cardona, O. D., Bernal, G., Pabón, J. D., Escovar, M.A., Rincón, D., Marulanda, M. C., González, D., Villegas, C., Grajales, S., Marulanda, P., Molina, J. F. (2020). *Evaluación del riesgo de línea base. Estudio de Riesgo por Efectos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación para la Estrategia a Largo Plazo E2050 de Colombia – Fase 1*. INGENIAR CAD/CAE Ltd.

Comité AIS 300. *Documento AIS 300-26: Modelo de Amenaza Sísmica de Colombia*. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS.