AVe CONSULTORÍA · INGENIERÍA SISMORRESISTENTE

De Richter al sismo de diseño

Por qué un número en el sismógrafo no cuenta toda la historia, y cómo la NSR-10 traduce la amenaza sísmica en estructuras que no se caen.

VENEZUELA · 24 JUN 2026	PROFUNDIDAD	EPICENTRO	SE SINTIÓ EN
M 7.1	**~10 km**	**Morón, Carabobo**	**Caracas y Colombia**

01 / EL DETONANTE

Hoy tembló durísimo en Venezuela

En la tarde del 24 de junio de 2026, un sismo de magnitud **7.1** sacudió el noroccidente de Venezuela. El epicentro se ubicó cerca de Morón, en el estado Carabobo, a una profundidad **superficial de unos 10 km**. Hubo escenas de pánico en Caracas, colapso de algunas estructuras, réplicas, y el movimiento se sintió incluso en Bogotá.

Ese número —7.1— enciende las alarmas con razón. Pero por sí solo no dice cuánto daño hará un terremoto. Hay que separar dos ideas que se confunden: **cuánta energía libera el sismo** (la magnitud) y **qué tan fuerte sacude el suelo donde tú estás** (la aceleración). Este artículo conecta ambas con la herramienta que usan los ingenieros en Colombia para que los edificios no se caigan: el **espectro de diseño de la NSR-10**.

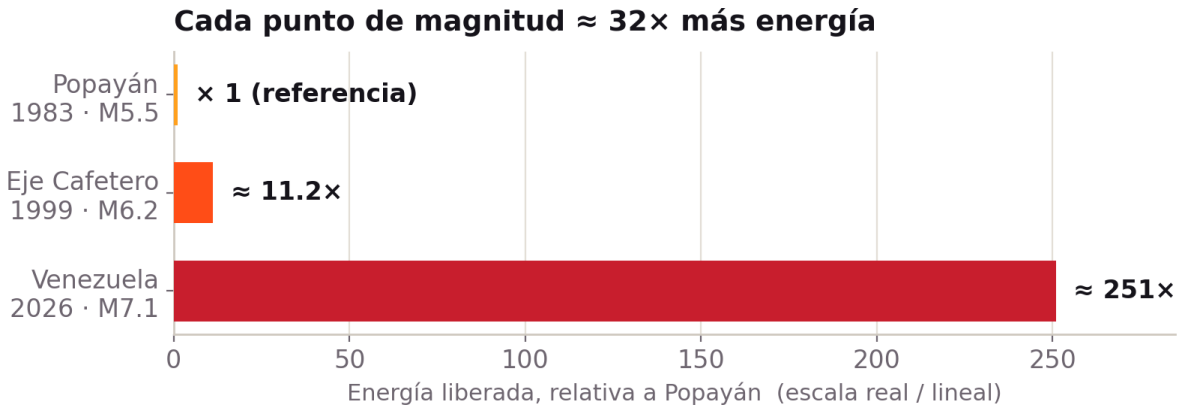
> **La pregunta que guía todo:** Popayán fue un sismo de magnitud 5.5 y mató a 267 personas. ¿Cómo puede un sismo “pequeño” ser tan letal, y qué tiene que ver eso con cómo diseñamos los edificios hoy?

02 / EL NÚMERO

¿Qué es la magnitud en la escala de Richter?

La **magnitud** mide la energía que libera el terremoto en su origen, bajo tierra. Es **un solo número para todo el sismo**: el de hoy fue 7.1 lo midas desde donde lo midas. La escala de Richter —hoy reemplazada en la práctica por la magnitud de momento Mw, más precisa para sismos grandes— tiene una trampa: **es logarítmica**.

Cada punto entero de magnitud equivale a multiplicar por **unas 32 veces** la energía liberada. No es que un sismo de 7 sea "un poco más fuerte" que uno de 6: libera unas 32 veces más energía. Y un 7 frente a un 5 libera cerca de **1.000 veces** más.



Energía liberada relativa a Popayán · el sismo de hoy ≈ 22× el Eje Cafetero y ≈ 251× Popayán

Ojo: magnitud ≠ intensidad. La magnitud es la energía en el foco (un número fijo). La **intensidad** es qué tan fuerte se sintió en un lugar concreto, y cambia con la distancia, la profundidad y —sobre todo— el tipo de suelo.

03 / TRES SISMOS, TRES LECCIONES

El terremoto no mata: matan los edificios

Si la magnitud lo explicara todo, el sismo más grande sería siempre el más mortal. La historia colombiana demuestra lo contrario:

Evento	Magnitud	Profundidad	Víctimas	¿Qué lo hizo grave?
Popayán 31 mar 1983	5.5	~12–15 km · muy superficial	**267** ~7.500 heridos	Suelos aluviales blandos que amplificaron la onda + construcción colonial sin refuerzo.
Eje Cafetero (Armenia) 25 ene 1999	6.2	~17–21 km · superficial	**~1.185** ~8.500 heridos · 36 mil viviendas	Falla cortical superficial (sistema Romeral) + edificaciones que no cumplían norma sismorresistente.
Venezuela (Morón) 24 jun 2026	7.1	~10 km · muy superficial	*en evaluación*	Mayor energía, pero el daño final dependerá del suelo y la calidad de lo construido.

La paradoja: **Popayán, con la magnitud más baja, fue desproporcionadamente letal**. La razón no está en la fuente sino en el **sitio**: gran parte de la ciudad estaba sobre depósitos aluviales que amplificaron la sacudida, y las edificaciones antiguas no tenían diseño sísmico.

Cada desastre empujó la norma hacia adelante. Popayán (1983) dio origen al **primer código sismorresistente del país (CCCSR-84)**. El Eje Cafetero (1999) impulsó la **NSR-98**, antecesora directa de la **NSR-10** que rige hoy. Las normas están escritas con la memoria de estas tragedias.

04 / LA CADENA DEL DAÑO

¿De qué depende que un sismo haga más o menos daño?

El daño se construye en cuatro etapas. La magnitud es apenas la primera:

01 La fuente: Magnitud (energía), profundidad (superficial = más destructivo) y dirección de la ruptura. Un sismo profundo se reparte; uno somero golpea seco.

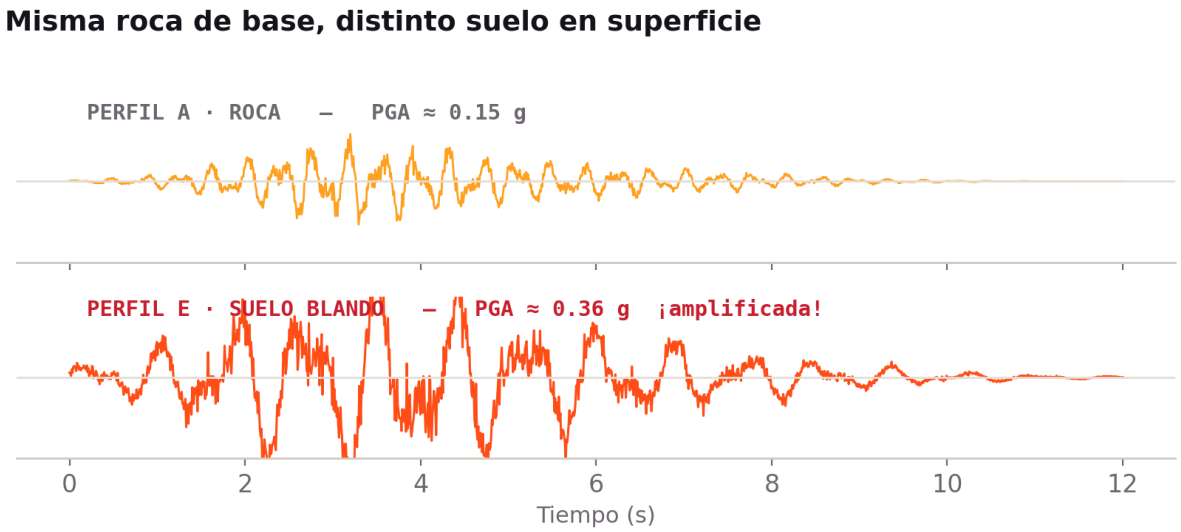
02 El trayecto: La onda se atenúa con la distancia. Por eso el sismo de hoy fue fuerte en Carabobo y apenas perceptible en Bogotá.

03 El sitio: El tipo de suelo manda. Un suelo blando amplifica la onda; la roca casi no. Aquí entran la resonancia y la topografía.

04 La estructura: El factor que más mata: la vulnerabilidad de lo construido. Diseño sismorresistente vs. construcción informal define quién vive.

La amplificación de onda: el suelo como amplificador

La misma onda llega a la base de dos terrenos vecinos. Bajo roca firme pasa casi sin alterarse. Bajo suelo blando (arcillas, rellenos, depósitos aluviales), **la onda se amplifica**: la aceleración en superficie puede duplicarse o triplicarse. Eso fue Popayán, y es lo que la NSR-10 captura con los **factores de sitio**.



Registro esquemático de aceleración: la misma señal se amplifica al atravesar suelo blando

Perfil	Descripción	Vs (m/s)	Amplificación
A	Roca dura competente	≥ 1500	mínima
B	Roca de rigidez media	760 – 1500	baja
C	Suelo muy denso o roca blanda	360 – 760	moderada
D	Suelo rígido	180 – 360	alta
E	Suelo blando	< 180	**muy alta**
F	Suelos especiales (licuables, arcillas muy plásticas): exigen estudio particular de sitio	—	**crítica**

Perfiles de suelo NSR-10 (A.2.4), clasificados por velocidad de onda cortante Vs

La aceleración de diseño y el espectro NSR-10

Un edificio no "siente" la magnitud. Siente cuánto y qué tan rápido se sacude el suelo bajo sus cimientos: la **aceleración**. Por eso la NSR-10 no diseña con la magnitud, sino con la **aceleración pico efectiva**.

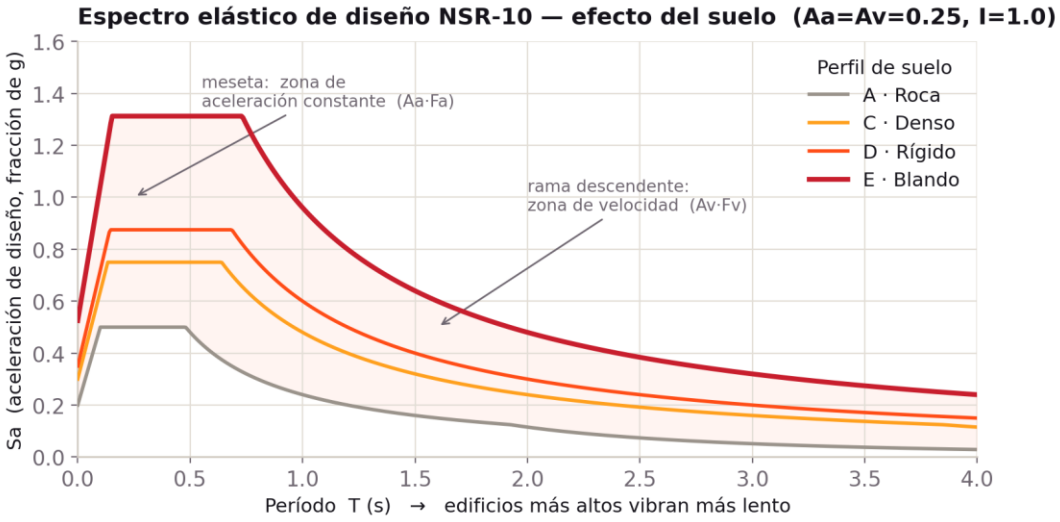
Distinción clave: la **aceleración pico (PGA)** es el máximo absoluto que registra el acelerógrafo —a veces un pico brevísimo que casi no daña—. La **aceleración pico efectiva** filtra esos picos engañosos y representa lo que de verdad sacude a los edificios. Se concreta en dos coeficientes:

Coef.	Significado en la NSR-10
Aa	Aceleración horizontal pico efectiva de diseño. Controla la parte de períodos cortos del espectro (la meseta).
Av	Velocidad horizontal pico efectiva de diseño. Controla la parte de períodos intermedios y largos (la rama descendente).

Ambos son adimensionales (fracciones de g), se leen de los mapas de amenaza o del Apéndice A-4 según el municipio, y definen el sismo de diseño para una probabilidad del **10% de ser excedido en 50 años** (período de retorno ≈ 475 años).

El espectro de diseño: el "filtro" con que se calculan las fuerzas

En el eje horizontal va el **período de vibración** de la estructura (edificios altos vibran lento; los bajos, rápido). En el vertical, la **aceleración de diseño Sa** que debe resistir. La meseta la fija Aa·Fa; la rama descendente, Av·Fv. Y los factores de sitio **Fa** y **Fv** son los que amplifican el espectro en suelos blandos.



Espectro elástico de diseño NSR-10: a suelo más blando, espectro más alto y fuerzas de diseño mayores

Perfil	Fa · per. cortos	Fv · per. largos	Efecto sobre el espectro
A · Roca	≈ 0.8	≈ 0.8	Reduce: la roca casi no amplifica.
C · Denso	≈ 1.2	≈ 1.6	Amplifica moderadamente.
D · Rígido	≈ 1.4	≈ 2.0	Amplifica de forma importante.
E · Blando	≈ 1.7–2.5	≈ 2.8–3.5	**Amplifica fuerte, sobre todo en períodos largos.**

Valores ilustrativos. Los exactos dependen de Aa/Av y del perfil (tablas A.2.4-3 y A.2.4-4 de la norma).

06 / LA CONEXIÓN

¿Hay relación entre Richter y el sismo de diseño?

Sí, pero **no es una ecuación directa**. No existe una fórmula del tipo "magnitud 7 → tal Aa". La conexión es **probabilística**, y pasa por la amenaza sísmica.

A partir del catálogo histórico de sismos de una región —magnitudes, fallas, frecuencias— se calcula qué **aceleración tiene cierta probabilidad de presentarse** en un sitio. La NSR-10 toma el nivel con 10% de probabilidad de excedencia en 50 años y de ahí salen los Aa y Av de cada municipio. Es decir:

> **Las magnitudes alimentan el estudio de amenaza → el estudio define Aa y Av → Aa y Av construyen el espectro → el espectro fija las fuerzas de diseño.**

La magnitud describe **la fuente**; el espectro describe **lo que el edificio debe aguantar en su sitio**. Y aquí cierra el círculo con Popayán: un sismo de magnitud modesta sobre suelo blando puede producir **aceleraciones de sitio mayores** que un sismo grande sobre roca lejana. La norma no pregunta qué tan grande fue el sismo, sino qué tan fuerte puede sacudirse este suelo, y si resiste eso lo que construimos encima.

07 / LA LECCIÓN

Construir bien es la única defensa real

No podemos evitar los terremotos ni predecir cuándo ocurrirán. Lo que sí controlamos es lo que ponemos encima del suelo. La diferencia entre Popayán 1983 y un edificio diseñado con NSR-10 sobre el mismo terreno es, literalmente, la diferencia entre el colapso y seguir en pie.

El propósito de la norma no es que las estructuras queden intactas tras un sismo fuerte —algunas se dañarán—, sino que **no colapsen**, para proteger la vida de quienes están dentro.

Para Venezuela hoy: el daño final del sismo de Morón no lo decidirá su magnitud 7.1, sino la combinación de profundidad, suelos y —sobre todo— qué tan bien construido estaba lo que la onda encontró en el camino.

FUENTES

- USGS y Servicio Geológico Colombiano — sismo de Venezuela, 24 jun 2026.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Título A.
- SGC, Wikipedia y prensa — terremotos de Popayán (1983) y Eje Cafetero (1999).
- Estudio de caso del terremoto del Eje Cafetero (ResearchGate, 2000).

Documento divulgativo de AVe Consultoría. Las decisiones de diseño deben basarse en la NSR-10 vigente y en estudios geotécnicos específicos de cada sitio, realizados por profesionales competentes.