



THEK RESEARCH INSTITUTE

THEK-RRAM

**Real-Record Attenuation Method:
Evolución estructural y ley de segunda generación**

*De la limitación epicentro-cola de la primera generación a una atenuación
espacial dependiente de la magnitud*

Marcelo Moncayo Theurer, M.Sc. (TUM)

THEK Research Institute · Universidad de Guayaquil

Agosto de 2026

Resumen

Este trabajo documenta la segunda etapa de desarrollo del Real-Record Attenuation Method (THEK-RRAM) de Moncayo Theurer. El Paper I presentó la base instrumental, la CMAR como envolvente de máximas aceleraciones registradas, las trece leyes históricas empleadas como referencia y la obtención de las cuatro leyes de primera generación. El presente Paper II conserva ese marco comparativo y se concentra en la evolución que condujo a la ley de segunda generación.

La necesidad de evolucionar la formulación apareció al contrastar las leyes de primera generación con nueva evidencia, especialmente durante la prueba realizada con el terremoto de Turquía de 2023, Mw 7.8.

Las ecuaciones de primera generación (1G) compartían una tasa espacial fija: al ajustar la zona próxima al epicentro, los valores calculados podían permanecer elevados a grandes distancias; al ajustar la cola de la curva, la respuesta cercana al epicentro podía resultar demasiado baja.

Moncayo Theurer reabrió entonces el cálculo de la curva mediante FGET-THEK-VRR-NFF y añadió un nuevo nivel de precisión sobre la magnitud, incorporando M^2 y la interacción MD.

La evolución produjo una ecuación en la que la amplitud depende de una estructura no lineal en M y la pendiente espacial deja de ser universal para depender de la magnitud. El paper reconstruye esa genealogía, compara las trece leyes históricas y las cuatro leyes 1G, explica el papel de Turquía 2023 como hito del reajuste y, al final, resume la validación académica posterior de Ramón Casquete y Zamora (2023), quienes evaluaron dieciocho formulaciones frente a cincuenta sismos de control [2].

Palabras clave: THEK-RRAM; ley de segunda generación; FGET; THEK-VRR; NFF; atenuación sísmica; CMAR; PGA; magnitud; distancia; evolución de fórmulas.

1. Continuidad con el Paper I

El punto de partida de este trabajo son las cuatro leyes de primera generación desarrolladas por Moncayo Theurer. Todas comparten una estructura general que relaciona principalmente la aceleración con la magnitud y la distancia.

$$a_{1G} = A e^{BM} e^{-0.005D}$$

Esta estructura tiene una consecuencia matemática directa: para cualquier valor de M, la pendiente logarítmica respecto de D es la misma.

$$\frac{\partial \ln(a_{1G})}{\partial D} = -0.005 \text{ km}^{-1}$$

Por tanto, las curvas 1G cambian de nivel vertical con la magnitud, pero mantienen idéntica tasa exponencial de disminución con la distancia. Esa propiedad, útil por su simplicidad, se convirtió también en el punto que debía revisarse cuando se incorporó nueva evidencia.

1.1 Relaciones históricas utilizadas como referencia comparativa

Las trece relaciones siguientes son las utilizadas en el estudio comparativo de Miyagi y en los trabajos posteriores de la línea THEK-RRAM [3,4,19].

Tabla 1. Trece leyes de atenuación históricas evaluadas y sus expresiones matemáticas [3].

Ley de atenuación	Ecuación
Donovan 1 (D1)	$a_h = 1320e^{0.580M}(R + 25)^{-1.520}$
Donovan 2 (D2)	$a_h = 1080e^{0.500M}(R + 25)^{-1.320}$
Donovan 3 (D3)	$\ln(a_h) = 6.98 + 0.50M - 1.25 \ln(R + 25)$
McGuire (MG)	$a_h = 472.3e^{0.640M}(R + 25)^{-1.301}$
Gómez, Ordaz y Tena (GOT1)	$\ln(a_h) = 2.308 + 0.780M - 0.844 \ln(R) - 0.004R$
Gómez, Ordaz y Tena (GOT2)	$\ln(a_h) = 1.237 + 1.519M - 0.0313M^2 - 0.844 \ln(R) - 0.004R$
Ordaz, Jara y Singh (OJS)	$\log_{10}(a_h) = 1.760 + 0.30M - \log_{10}(R) - 0.00310R$
Singh (Si)	$\log_{10}(a_h) = -0.148 + 0.623M - \log_{10}(R) - 0.00320R$

Grases 1 (G1)	$\ln(a_h) = 3.75 + 0.470M - 0.570[\ln(R + 10) - 0.670]$
Grases 2 (G2)	$\ln(a_h) = 3.75 + 0.470M - 0.570[\ln(R + 10) + 0.670]$
Aguiar 1 (Ag.1)	$\ln(a_h) = 6.35 + 0.99M - 1.76 \ln(R + 40) - 0.6$
Aguiar 2 (Ag.2)	$\ln(a_h) = 6.35 + 0.99M - 1.76 \ln(R + 40) + 0.6$
Sarangoni (Sa)	$\ln(a_h) = 8.54 + 0.570M - 1.73 \ln(R + 60)$

Estas ecuaciones constituyen el marco histórico de comparación.

1.2 Las cuatro leyes de primera generación de Moncayo Theurer

Las cuatro expresiones de primera generación comparten la misma tasa espacial de -0.005 km^{-1} . Cambian el nivel base y la sensibilidad a la magnitud, pero mantienen la misma pendiente exponencial con la distancia. Esa característica común es el punto matemático que posteriormente se reexaminó [1].

Tabla 2. Cuatro leyes de primera generación de Moncayo Theurer [1].

Ley	Expresión	Rasgo
Curva Original (CO)	$a_{CO} = 36 \cdot e^{0.52M} \cdot e^{-0.005D}$	Formulación base de primera generación.
Variante 1 (V1)	$a_{V1} = 12 \cdot e^{0.65M} \cdot e^{-0.005D}$	Mayor sensibilidad exponencial a M.
Variante 2 (V2)	$a_{V2} = 60 \cdot e^{0.45M} \cdot e^{-0.005D}$	Mayor escala A y menor exponente de M.
Original Rebajada	$a_{Reb} = 18 \cdot e^{0.52M} \cdot e^{-0.005D}$	Reducción del 50 % del factor A respecto de CO.

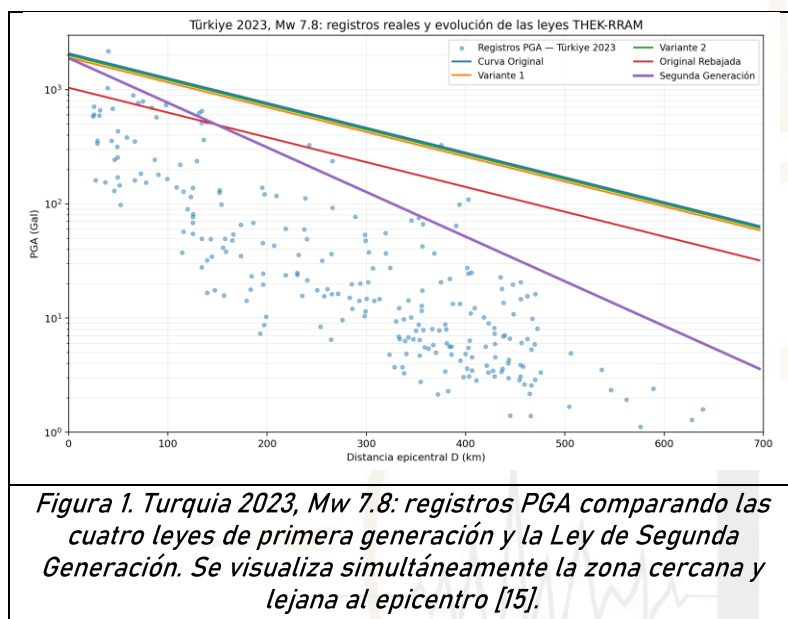
La Curva Original, Variante 1, Variante 2 y Original Rebajada permitieron explorar distintos balances entre nivel inicial y crecimiento con magnitud. Sin embargo, todas heredaban la misma tasa espacial -0.005 km^{-1} ; por tanto, ninguna podía cambiar por sí sola la forma de la cola en función de M.

2. El problema epicentro–cola evidenciado en Turquía 2023

Se observó que cuando los coeficientes se orientaban a reproducir las aceleraciones elevadas de la zona próxima al epicentro, las curvas podían conservar valores demasiado altos en la parte lejana; cuando el ajuste se llevaba hacia distancias grandes, la respuesta calculada cerca de Distancia ≈ 0 podía quedar demasiado baja. El problema no era únicamente de escala: era una limitación de la forma funcional o de forma de la curva.

La prueba con el terremoto de Turquía de 2023, Mw 7.8, desveló esta situación. Se compararon los registros PGA disponibles con las cuatro formulaciones 1G y se utilizó el evento como hito de una nueva etapa de ajuste [15]. El contraste mostró que mantener una única pendiente espacial para toda la curva dificultaba representar simultáneamente el campo cercano y la cola.

Turquía fue la evidencia que hizo visible una inconformidad de valores y obligó a reabrir la estructura matemática.



La Figura 1 muestra cómo las curvas de primera generación coinciden muy bien con el sismo de 7.8 de Turquía en 2023. Este resultado no fue ajustado de forma directa: las fórmulas de primera generación identificaron las aceleraciones máximas del sismo en la zona cercana al epicentro, pero, como se viene identificando, estas leyes, a partir de los 400 km, se alejan de los valores registrados; se debía

cambiar la forma de la curva para que los valores caigan. En esta gráfica se muestra cómo la variante 1 y 2 son más extremas y superiores; la fórmula original muestra valores más relacionados con los valores reales registrados, con la limitación indicada.

En la figura también se observa la curva de segunda generación y cómo podemos ver que esta curva se ajusta para valores cercanos y lejanos del epicentro, que era el objetivo de la investigación.

El problema de los valores correspondientes a distancias alejadas de $D = 0$, que eran muy altos, dio origen al segundo ciclo de FGET-THEK-VRR-NFF.

3. Reaplicación de FGET-THEK-VRR-NFF

El rasgo metodológico central de esta etapa es que no se trató la primera generación como una fórmula cerrada. La ecuación existente volvió a entrar al ciclo de desarrollo. En la terminología actual, FGET reabre la estructura funcional; THEK-VRR concentra la exploración en términos capaces de resolver

el defecto observado; y NFF reorganiza y anida las dependencias entre coeficientes y variables [5–7].

En esta segunda aplicación se introdujo una nueva capa de precisión sobre la magnitud. En 1G, M actuaba principalmente mediante un término lineal en el exponente, BM.

El nuevo cálculo permitió que la dependencia con la magnitud adquiriera curvatura mediante M^2 y que, además, M interactuara con la distancia mediante MD. El término M^2 amplía la capacidad de ajustar cómo crece la amplitud con la magnitud; el término MD es el que permite que la pendiente espacial deje de ser fija. Ambos forman conjuntamente el segundo nivel de anidación que corrige el compromiso epicentro–cola.

NFF siempre se ha utilizado para insertar nuevas variables en la fórmula. En este caso se lo utilizó, por segunda vez, sobre la misma variable M y, debido a esto, se refina el cálculo.

El procedimiento completo de exploración de candidatos, ponderación y selección constituye parte del know-how de THEK-RRAM. En este paper se presenta la genealogía matemática necesaria para entender el cambio de la ley de atenuación de primera generación a la de segunda generación. Para aplicaciones específicas, calibraciones o implementación detallada, el método debe discutirse con el autor en research@hithek.com.

4. ley de segunda generación

La ley de atenuación de segunda generación para el cálculo de aceleraciones se expresa, en Gal, mediante:

$$a_{2G} = (105 - 5M) e^{(0.235M+0.025M^2)} e^{(-0.0285D+0.0025MD)}$$

donde a_{2G} es la aceleración predicha por la ley de segunda generación en Gal (cm/s^2), M es la magnitud sísmica y D es la distancia epicentral en km.

El término M^2 modifica la dependencia de amplitud con la magnitud y el término MD acopla magnitud y distancia.

Dado que D se expresa en km, los coeficientes asociados a D poseen dimensionalidad compatible con km^{-1} para mantener adimensional el exponente.

La ecuación puede reorganizarse para hacer explícita la tasa espacial:

$$a_{2G} = (105 - 5M) e^{(0.235M+0.025M^2)} e^{D(-0.0285+0.0025M)}$$

$$k(M) = -0.0285 + 0.0025M$$

El término M^2 constituye la nueva capa de precisión sobre la magnitud: introduce una dependencia no lineal que no estaba presente en las cuatro leyes 1G. A su vez, la interacción MD hace que esa magnitud también modifique el decaimiento con D. Por ello, la solución de segunda generación (2G) es una estructura doblemente anidada sobre M.

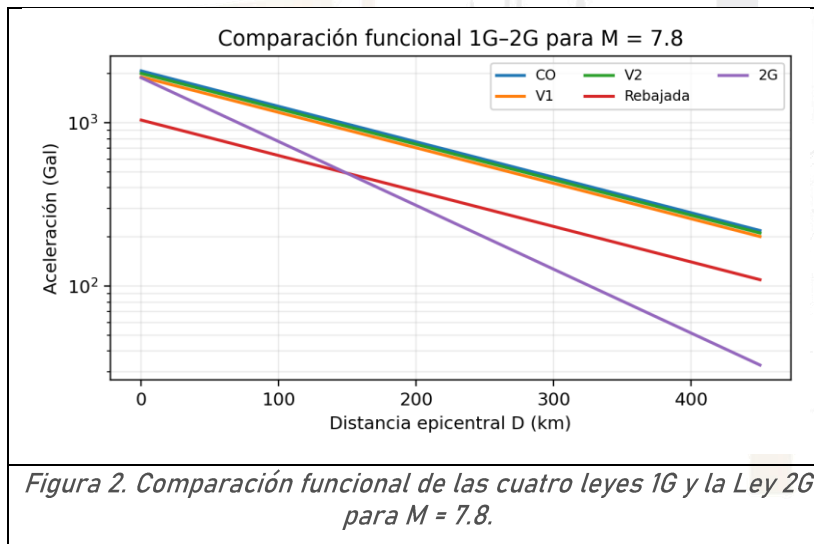
5. Qué cambia respecto de la primera generación

La diferencia entre generaciones puede verse directamente en la derivada logarítmica respecto de la distancia:

$$\begin{aligned} 1G: \quad \frac{\partial \ln(a_{1G})}{\partial D} &= -0.005 \\ 2G: \quad \frac{\partial \ln(a_{2G})}{\partial D} &= -0.0285 + 0.0025M \end{aligned}$$

En primera generación (1G), todas las magnitudes comparten la misma pendiente. En segunda generación (2G), la pendiente cambia con M.

El término MD hace que magnitud y distancia dejen de actuar de manera completamente separable.



Por la doble aplicación de NFF, se presenta la ley de segunda generación como una formulación más elaborada y la más efectiva de la familia. Esta valoración se basa en que 2G corrige la rigidez de la pendiente fija y puede representar con una sola estructura tanto la zona cercana como la lejana al

epicentro, tal como se ve en la figura.

6. Papel de la CMAR en la segunda generación

La evolución a 2G no cambia la definición fundamental de la CMAR utilizada por Moncayo Theurer. La CMAR representa la envolvente —envelope— de las máximas aceleraciones registradas en función de la distancia para cada sismo o clase de magnitud.

Es una referencia empírica superior, no una curva promedio.

THEK-RRAM tampoco pretende hacer coincidir sistemáticamente la ley de atenuación con la CMAR.

El criterio histórico de desarrollo sitúa la formulación aproximadamente por debajo de esa envolvente, en una zona del orden del 75–80 % de CMAR, buscando un equilibrio entre evitar subestimaciones severas y no trasladar cada máximo observado directamente al diseño.

$$CPAR < a_{\text{THEK-RRAM}} < CMAR$$

$$a_{\text{THEK-RRAM}} \approx (0.75-0.80)a_{\text{CMAR}}$$

La segunda generación conserva esta filosofía, pero intenta representar de manera más estable la evolución de la demanda con la distancia al permitir que su pendiente cambie con la magnitud.

7. Sensibilidad de la ecuación a la magnitud

La dependencia con M no se limita a un escalamiento vertical. Al derivar el logaritmo de la ecuación respecto de la magnitud se obtiene:

$$\frac{\partial \ln(a_{2G})}{\partial M} = -\frac{5}{105 - 5M} + 0.235 + 0.05M + 0.0025D$$

El término $0.0025D$ muestra que la sensibilidad a la magnitud aumenta también con la distancia. Esa propiedad es consistente con la intención de que los eventos grandes mantengan una influencia espacial distinta de los eventos menores. Es una propiedad matemática de la formulación.

8. Alcance de la originalidad metodológica

La contribución específica de este trabajo es la utilización integrada de la arquitectura FGET-VRR-NFF para volver a evolucionar una ecuación creada por la misma triada, habiendo encontrado una necesidad de refinamiento.

En ese sentido, el paso 1G→2G constituye una demostración interna del concepto de fórmula evolutiva: la ecuación no se considera definitiva por haber sido calibrada una vez, sino que puede regresar al ciclo de descubrimiento y modificar su estructura.

Este principio conecta THEK-RRAM con líneas contemporáneas de symbolic regression y physics-informed equation discovery, aunque mantiene una arquitectura propia y un objetivo de ingeniería específico [8–13].

9. Uso, trazabilidad y know-how

research@hithek.com Para aplicaciones profesionales, adaptación a bases regionales, definición del dominio de uso, comparación con una normativa específica o integración dentro de otros módulos THEK, se recomienda contactar a nuestro equipo de investigación en research@hithek.com.

Esa interacción permitirá conservar trazabilidad sobre la versión de la ecuación empleada, las unidades, el criterio de selección y las condiciones particulares de cada aplicación.

10. Limitaciones y trabajo siguiente

La segunda generación mantiene una parametrización deliberadamente reducida en M y D y no incorpora explícitamente todos los efectos de sitio, mecanismo de falla, ruptura o trayectoria empleados en GMM contemporáneos [14]. Se explicó en el primer paper que, como estrategia científica en la búsqueda de desarrollar un método de diseño por energías, la ley de atenuación debe mantenerse simple [17,18].

Estas limitaciones delimitan su dominio de comprobación.

11. Validación académica posterior: tesis de Ramón Casquete y Zamora (2023)

La validación académica posterior fue realizada en la tesis «Eficiencia de las leyes de atenuación frente a sismos reales», desarrollada por Adriana Lissette Ramón Casquete e Ingrid Zamora en la Universidad de Guayaquil en 2023 [2]. El estudio seleccionó cincuenta sismos de control, distribuidos por rangos de magnitud y con un mínimo aproximado de veinte registros por evento, y evaluó dieciocho formulaciones: las trece leyes históricas y las cinco leyes de la familia Moncayo Theurer, incluida la segunda generación.

Las autoras compararon las predicciones con los registros reales utilizando porcentajes de error respecto de PGA y de la CMAR, y sintetizaron el comportamiento mediante una matriz de decisión. Cinco eventos representativos permiten observar que el desempeño depende de la magnitud y del criterio de evaluación.

Tabla 3. Cinco sismos representativos de la validación de Ramón Casquete y Zamora (2023) [2].

Sismo de control	Mw	Resultado relevante	Lectura para 2G
California, EE. UU.	4.7	≈2 % de error respecto de PGA	Desempeño destacado de 2G.
Türkiye	5.8	Grases 1 / Aguiar 1 superaron en este caso	2G no es dominante.
Alaska, EE. UU.	6.1	2G ≈22 %; GOT2 ≈29 %	Resultado favorable para 2G.
Pedernales, Ecuador	7.8	2G ≈3 % respecto de PGA	Muy buena aproximación puntual.
Chile	8.8	2G ≈8 %; V2 ≈7 % respecto de CMAR	2G se mantiene competitiva en alta magnitud.

Esta tesis intenta hacer competir a las 18 leyes de atenuación y establecer cuál de ellas representa mejor las aceleraciones reales registradas en sismos. La conclusión global de la tesis no establece un ganador.

Pero para el rango aproximado Mw 4–6, la ley de segunda generación y GOT2 alcanzaron un empate técnico al encontrarse entre las formulaciones más acertadas para predecir las aceleraciones en los 50 sismos analizados. Para magnitudes a partir de Mw 7, GOT2 y Variante 1 fueron las formulaciones más efectivas para estimar las aceleraciones máximas en los 50 sismos estudiados. Se utilizó una metodología de matriz de decisión para determinar las mejores combinaciones [2].

La ley de segunda generación (2G) presentó aproximadamente 2 % de error respecto de PGA en California Mw 4.7; alrededor de 22 % en Alaska Mw 6.1 frente a aproximadamente 29 % de GOT2; cerca de 3 % respecto de PGA en Pedernales Mw 7.8; y alrededor de 8 % respecto de PGA en Chile Mw 8.8.

En este último evento, Variante 2 alcanzó aproximadamente 7 % de error. En el caso de Turquía Mw 5.8 de la tesis, algunas leyes históricas —Grases 1 y Aguiar 1— superaron a las formulaciones RRAM, confirmando la sensibilidad matemática natural de un modelo de estas características [2].

La tesis confirma un desempeño competitivo y resultados muy favorables para la ley de atenuación de segunda generación (2G) en varios eventos, pero también muestra que GOT2, Variante 1, Variante 2 u otras relaciones pueden ser superiores bajo determinados rangos y criterios.

12. Conclusiones

1. La segunda generación nace de una necesidad estructural identificada en las cuatro leyes de primera generación (1G): todas compartían una tasa espacial fija y, por tanto, una misma forma básica de decaimiento con D.
2. La prueba con Turquía 2023, Mw 7.8, acentuó la necesidad de una formulación que mantenga un decaimiento más pronunciado en los valores lejanos al epicentro.
3. El uso por segunda vez de la secuencia FGET-THEK-VRR-NFF y con propósitos de refinamiento sobre la variable M, abre interesantes líneas de investigación. Esto se considera un segundo nivel de anidación sobre la magnitud: M^2 añadió curvatura a la dependencia de amplitud y MD permitió que la tasa espacial dependiera de M.
4. La ley de segunda generación resultante conserva la forma explícita en M y D, pero sustituye la pendiente espacial fija de 1G por $k(M) = -0.0285 + 0.0025M$, refinando la forma que motivó la evolución.
5. CMAR continúa siendo la envolvente de máximas aceleraciones registradas; THEK-RRAM busca una demanda superior balanceada inferior a esa envolvente, aproximadamente del orden de 75–80 %, pero superior a los valores promedio, en correspondencia con el criterio de evento de valor extremo.
6. La tesis de Ramón Casquete y Zamora (2023), basada en cincuenta sismos de control y dieciocho leyes, aporta validación independiente: la ley de atenuación de segunda generación (2G) obtuvo resultados particularmente fuertes en la

mayoría de los eventos; otras leyes que sobresalieron fueron GOT2, Variante 2 y curva original.

Referencias

- [1] Moncayo Theurer, M. (2022). Nuevas leyes de atenuación ajustadas a registros actuales y reales. Documento técnico suministrado por el autor; antecedente directo de THEK-RRAM.
- [2] Ramón Casquete, A. L., & Zamora, I. (2023). Eficiencia de las leyes de atenuación frente a sismos reales. Trabajo de titulación, Universidad de Guayaquil.
- [3] Moncayo Theurer, M., Velasco, G., Rodríguez, J., & Terán, A. (2016). Análisis comparativo entre 13 leyes de atenuación y los registros de un evento de 7.1 en magnitud Richter ocurrido el 7 de abril de 2011, en las costas de Miyagi, Japón. Ingeniería—Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, 20(3), 137–146.
- [4] Moncayo Theurer, M., Mera Ortiz, W., et al. (s.f.). Comparación de leyes de atenuación con registros sísmicos del Gran Terremoto del Pacífico Oriental del 11 de marzo de 2011, Mw 9.0 en Japón. Manuscrito técnico suministrado por el autor.
- [5] Moncayo Theurer, M. (2026). Formula Genomics and Evolution Theory (FGET) — Teoría Genómica y Evolutiva de las Fórmulas. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20780971>
- [6] Moncayo Theurer, M. (2026). Nested Formula Framework (NFF): A Hierarchical Framework for Mathematical Discovery Through Recursive Coefficient Nesting. Zenodo, version 2. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20781769>
- [7] Moncayo Theurer, M. (2026). THEK-SPOT — Structural Period Estimation Technique: Compact Natural-Period Formula for Regular Reinforced-Concrete Frames Derived through THEK-VRR, NFF and FGET. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21896398>
- [8] Tavakoli, B., & Pezeshk, S. (2007). A new approach to estimate a mixed model-based ground motion prediction equation. Earthquake Spectra, 23(3), 665–684.
- [9] Schmidt, M., & Lipson, H. (2009). Distilling free-form natural laws from experimental data. Science, 324(5923), 81–85.

- [10] Brunton, S. L., Proctor, J. L., & Kutz, J. N. (2016). Discovering governing equations from data by sparse identification of nonlinear dynamical systems. *PNAS*, 113(15), 3932–3937.
- [11] Udrescu, S.-M., & Tegmark, M. (2020). AI Feynman: A physics-inspired method for symbolic regression. *Science Advances*, 6(16), eaay2631.
- [12] Chen, S., Liu, X., Fu, L., Wang, S., Zhang, B., & Li, X. (2024). Physics symbolic learner for discovering ground-motion models via NGA-West2 database. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 53(1), 138–151.
- [13] Liu, X., Chen, S., Li, X., Fu, L., & Cotton, F. (2025). A hybrid symbolic learning approach for Ground-Motion model Development. *Journal of Asian Earth Sciences*, 281, 106498.
- [14] Kaklamanos, J., & Baise, L. G. (2011). Model validations and comparisons of the Next Generation Attenuation of Ground Motions (NGA-West) Project. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 101(1), 160–175.
- [15] Moncayo Theurer, M. (2023–2026). Comparación de leyes de atenuación con registros PGA del terremoto de Türkiye Mw 7.8 de febrero de 2023. Archivo de cálculo y base de trabajo suministrados por el autor.
- [16] Moncayo Theurer, M. (2026). Soil Spring Model (SSM): Validated Empirical Correlations for Soil Spring Coefficient Estimation in Clay Soils Derived Through the Nested Formula Framework (NFF). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21447728>
- [17] Moncayo Theurer, M. (2026). Seismic Energy Release Risk Assessment (SERRA) — A Physical Energy-Based Framework for Seismic Behavior Characterization, Reactivation Stage Identification, and Seismic Risk Mapping. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20576713>
- [18] Moncayo Theurer, M. (2026). Empirical Validation of the Seismic Energy Release Risk Assessment (SERRA/MEL). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20588267>
- [19] Moncayo Theurer, M. (s.f.). Evaluación de 13 leyes de atenuación con registros de sismos de magnitud igual o menor a 6. Manuscrito técnico no publicado suministrado por el autor.
- [20] Moncayo Theurer, M., Velasco, G., Mora, C., Montenegro, M., & Córdova, J. (2017). Terremotos mayores a 6.5 en escala Richter ocurridos en Ecuador desde

1900 hasta 1970. Ingeniería—Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, 21(2).

[21] Moncayo Theurer, M., Vargas Jiménez, J., Moncayo Velasco, G., & Barzola Zambrano, I. (2017). Análisis sobre la recurrencia de terremotos severos en Ecuador. Prisma Tecnológico, 8(1), 12–17.

