



Artículo de investigación

Criterio de selección de registros sísmicos inspirado en N_p : aplicación a un edificio de C/R con diferente capacidad de ductilidad

Seismic record selection criterion inspired by N_p : application to a C/R building with different ductility capacity

Jesús David Tirado Ibarría , Edén Bojórquez Mora , Jesús Prisciliano Romo Villa , Juan Bojórquez Mora 

Facultad de Ingeniería Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa Cd. Universitaria, Blvd. de las Américas y Blvd. Universitarios, S/N, C.P. 80040, Culiacán Rosales, Sinaloa, México

Autor de correspondencia: Jesús David Tirado Ibarría, jesusdavidtirado.fic@uas.edu.mx, clave ORCID: 0009-0007-2088-2468. Edén Bojórquez Mora, eden@uas.edu.mx, clave ORCID: 0000-0001-6402-1693. Facultad de Ingeniería Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa Cd. Universitaria, Blvd. de las Américas y Blvd. Universitarios, S/N, C.P. 80040, Culiacán Rosales, Sinaloa, México.

Recibido: 29 de marzo del 2026

Aceptado: 2 de Julio del 2026

Publicado: 10 de julio del 2026

Resumen. – *La selección de registros sísmicos constituye un paso fundamental en el análisis dinámico no lineal, herramienta esencial para la evaluación sísmica de edificios; sin embargo, bajo los criterios normativos actuales este procedimiento suele derivar en una dispersión apreciable de la respuesta estructural. Por lo anterior, en este trabajo se propone un criterio de selección de registros sísmicos inspirado en el parámetro de forma espectral N_p . La metodología se aplica a un edificio de concreto reforzado (C/R) de ocho niveles diseñado para tres niveles de ductilidad ($Q = 2, 3$ y 4) de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Para demostrar las ventajas de utilizar el parámetro de forma espectral N_p , se realizan análisis dinámicos incrementales (ADI) de las tres versiones del edificio de C/R. Para los análisis sísmicos se utilizan 50 registros sísmicos obtenidos de suelo blando de la Ciudad de México y se obtienen los valores de N_p asociados a cada registro y caso particular de estructura. Los resultados muestran que el procedimiento basado en N_p disminuye el error estándar de la respuesta estructural, medido en términos de la distorsión máxima de entrepiso en todos los casos estudiados. En particular, se observa una reducción de hasta el 45% respecto a la metodología normativa, lo que permite una estimación más certera del desempeño estructural de las edificaciones. Por lo tanto, el parámetro de forma espectral N_p puede aplicarse eficazmente en la selección de registros sísmicos.*

Palabras clave: Selección de registros sísmicos; Parámetro de forma espectral N_p ; Respuesta sísmica; Edificios de concreto reforzado.

Abstract. – *The selection of seismic records is a fundamental step in nonlinear dynamic analysis, an essential tool for the seismic evaluation of buildings; however, under current regulatory criteria, this procedure often results in a significant dispersion of the structural response. Therefore, this paper proposes a seismic record selection criterion based on the spectral shape parameter N_p . The methodology is applied to an eight-story reinforced concrete (RC) building designed for three ductility levels ($Q = 2, 3$, and 4) according to the Building Code for Mexico City. To demonstrate the advantages of using the spectral shape parameter N_p , incremental dynamic analyses (ADI) are performed on the three versions of the RC building. For the seismic analyses, 50 seismic records obtained from soft soil in Mexico City are used, and the N_p values associated with each record and specific structural case are obtained. The results show that the N_p -based procedure reduces the standard error of the structural response, measured in terms of the maximum interstory drift, in all cases studied. Specifically, a reduction of up to 45% is observed compared to the standard methodology, allowing for a more accurate estimation of the structural performance of buildings. Therefore, the spectral shape parameter N_p can be effectively applied in the selection of seismic records.*

Keywords: Seismic record selection; Spectral shape parameter N_p ; Seismic response; Reinforced concrete buildings.





1. Introducción

La necesidad de aprovechar el espacio urbano en muchas ciudades ha derivado en el crecimiento de la edificación vertical de gran altura, lo que conlleva una mayor exigencia en el control de la respuesta dinámica. Paralelamente, la arquitectura contemporánea con frecuencia recurre a configuraciones irregulares que dificultan la predicción del comportamiento estructural ante cargas sísmicas, lo cual ocasiona que las metodologías de análisis elástico-lineales resulten insuficientes. Ante este escenario, el análisis dinámico no lineal (ADNL) se ha convertido no solo en una necesidad técnica, sino en un requerimiento normativo [1] para validar las condiciones de servicio y seguridad de ciertas estructuras en zonas de alta sismicidad. Sin embargo, la implementación práctica del ADNL implica un alto costo computacional y depende críticamente de una adecuada representación de la demanda sísmica. Este último aspecto se enfrenta a un desafío importante, dado que los sismos son fenómenos complejos gobernados por múltiples variables (magnitud, mecanismo de falla, distancia epicentral, entre otras).

Si bien es práctica común representar la demanda mediante espectros de respuesta, estos omiten información fundamental para el análisis no lineal como el contenido de frecuencias o la duración del movimiento. Por consiguiente, es indispensable el uso de registros sísmicos de aceleración (también llamados acelerogramas), que representen fielmente la excitación del terreno. En este contexto, el reto principal radica en realizar una selección adecuada de registros sísmicos que sea consistente con la sismicidad del sitio y estadísticamente suficiente [2].

Tradicionalmente, el criterio de selección se basaba en la magnitud, la distancia a la fuente y el tipo de falla de un escenario sísmico de diseño, para posteriormente escalar los registros a un nivel de intensidad objetivo [3-4]. Recientemente, varias investigaciones han demostrado que una selección basada únicamente en la magnitud o la distancia carece de una justificación sólida para predecir la respuesta no lineal, lo cual resalta que la consistencia en la forma espectral es un parámetro de selección más relevante [5-6]. Con base en lo anterior, el presente trabajo evalúa la eficiencia de un criterio de selección de acelerogramas basado en el parámetro de forma espectral N_p [7].

El estudio se aplica a un edificio de concreto reforzado de ocho niveles diseñado para tres distintos niveles de ductilidad ($Q = 2, 3$ y 4) conforme al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. El objetivo central es demostrar las ventajas de utilizar el parámetro de forma espectral N_p en la selección de registros sísmicos, respondiendo a la necesidad actual de mejorar la confiabilidad de los resultados del ADNL.

El presente artículo se organiza en cinco secciones. En la Sección 2 se exponen los antecedentes de las medidas de intensidad sísmica y su relevancia en la selección de registros, y se define el parámetro N_p . La Sección 3 describe la estrategia metodológica, la cual comprende la definición de los modelos de concreto reforzado y la ejecución de los análisis no lineales mediante un conjunto de 50 registros sísmicos.

En la Sección 4 se discuten los resultados derivados de los ADI y se evalúa la eficiencia del criterio de selección propuesto mediante su comparación directa con el procedimiento normativo. Por último, la Sección 5 presenta las conclusiones obtenidas del estudio.



2. Antecedentes

2.1 Estado del arte

Desde hace décadas se reconoce que la pseudoaceleración espectral elástica en el periodo fundamental de vibración de la estructura, $Sa(T_1)$, es una medida de intensidad (MI) útil para predecir la respuesta estructural no lineal de sistemas de un grado de libertad, e incluso resulta adecuada para sistemas de varios grados de libertad dominados por el primer modo. En las investigaciones de Shome y Cornell [7-8] se demostró su superioridad frente a la conocida aceleración máxima de terreno (PGA, por sus siglas en inglés de peak ground acceleration), en términos de eficiencia, al generar menos dispersión en la predicción de demandas máximas. Además, se encontró que la respuesta obtenida a través de un escalado en términos de $Sa(T_1)$ es estadísticamente independiente de la magnitud (M) y la distancia epicentral (R), lo que facilita el proceso de selección de registros, ya que permite utilizar aquellos con cualquier combinación de M-R y simplemente escalarlos al nivel de intensidad sísmica objetivo. Adicionalmente, se ha demostrado la importancia de considerar información respecto a periodos más allá del fundamental, ya sea por el alargamiento del periodo por la incursión no lineal [10], así como por la influencia de modos superiores [8]. Por consiguiente, la mayoría de los códigos y reglamentos establece una metodología estándar de selección de registros sísmicos, conocida como compatibilidad espectral, en la cual se establece que tanto el espectro de pseudoaceleraciones promedio como los individuales del conjunto de acelerogramas seleccionado sea igual o mayor que un espectro objetivo a lo largo de un intervalo de periodos alrededor del periodo fundamental. El intervalo varía de acuerdo con la normativa; por ejemplo, el Eurocódigo 8 [11] considera el intervalo $0.2T_1-2T_1$, al igual que el estándar del ASCE/SEI 7-22 [12], mientras que el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal especifica $0.1T_1-1.5T_1$ [1].

Aunque este criterio de compatibilidad es ampliamente aceptado, diversos estudios han demostrado que el uso de $Sa(T_1)$ no es una medida de intensidad óptima para estimar la respuesta no lineal de las estructuras [5-6, 13-18]. En consecuencia, ha surgido un gran número de propuestas de medidas de intensidad avanzadas tales como $\langle Sa(T_1), R_{T_1, T_2} \rangle$ [14], $\langle Sa(T_1), \varepsilon \rangle$ [18], o $\langle Sa(T_1), N_p \rangle$ e I_{N_p} [7]. Como resultado de estos trabajos se ha observado que se puede incrementar la confiabilidad de los análisis no lineales mediante estas aproximaciones, pero con la desventaja de la complejidad de su aplicación práctica. Asimismo, se ha encontrado que se puede conseguir una eficiencia similar a utilizar medidas de intensidad avanzadas mediante una selección adecuada de registros basada en algún parámetro que capture eficientemente la forma espectral [6, 18].

En años recientes, diversos investigadores han explorado la optimización de criterios de selección de registros sísmicos para el ADNL. Algunos trabajos lo han hecho desde un enfoque tradicional de minimizar la diferencia entre los espectros asociados a los registros seleccionados y el espectro de peligro uniforme (EPU) en un intervalo de periodos [19-21], evaluando la eficacia de diversos algoritmos. Por su parte, diversos autores han priorizado la metodología de selección bajo parámetros que describen la forma espectral [6, 22-23]. De los últimos se han destacado aquellos que utilizan N_p , ya que este parámetro ha demostrado contener información significativa sobre la forma espectral útil para estudios de fragilidad [24], presentar una mejor correlación con la ductilidad y ofrecer una capacidad predictiva robusta de la distorsión máxima de entrepiso, independientemente de la naturaleza del registro (ordinario, tipo pulso o de banda angosta) [7]. Sin embargo, se ha explorado únicamente la efectividad de este parámetro calculado



para intervalos fijos de periodos, de ahí que en este estudio se busca demostrar su capacidad para mejorar los resultados del ADNL para distintos intervalos.

2.2 El parámetro de forma espectral N_p

Se ha documentado ampliamente que las medidas de intensidad sísmica más eficientes para la predicción de la respuesta estructural son aquellas que incorporan información explícita de la forma espectral [7, 15, 17]. Una de las propuestas pioneras de esta categoría fue la medida vectorial $\langle Sa(T_1), \varepsilon \rangle$, desarrollada por Baker y Cornell [18], la cual demostró propiedades favorables de suficiencia y eficiencia.

Pese a ello, Tothong y Luco [25] evidenciaron que su capacidad predictiva disminuye en estructuras sujetas a movimientos sísmicos con efectos de fuente cercana. Posteriormente, se exploraron alternativas basadas en nuevos parámetros de la forma espectral. Destacan el parámetro $Sa_{avg}(T_1 \dots T_N)$ explorado por Baker y Cornell [6] definido como la media geométrica de las $Sa(T)$ en un rango de periodos, y el parámetro R_{T_1, T_2} , planteado por Córdova [13], el cual representa la $Sa(T_2)$ en un periodo dado normalizada por $Sa(T_1)$. A pesar de capturar parcialmente la forma del espectro, estos parámetros presentaron limitaciones importantes; por ejemplo, espectros que tienen formas totalmente distintas pueden arrojar valores similares de $Sa_{avg}(T_1 \dots T_N)$ y un fenómeno similar se presenta con el parámetro R_{T_1, T_2} ya que ignora información de periodos más allá de T_1 y T_2 [16, 26].

Basándose en la propuesta de Housner y Von Thun de usar el área bajo la curva del espectro de pseudoaceleración en un intervalo de T_1-T_N [27-28] y con el objetivo de caracterizar con mayor precisión la forma espectral normalizada por $Sa(T_1)$, surge N_p [16] definido originalmente como:

$$N_p = \frac{Sa_{avg}(T_1 \dots T_N)}{Sa(T_1)} \quad (1)$$

Este parámetro mejorado captura información de la forma espectral integralmente dentro de un intervalo de interés, demostrando ser más efectivo que $Sa_{avg}(T_1 \dots T_N)$ y R_{T_1, T_2} ; además, presenta mayor robustez descriptiva ante distintos tipos de movimiento de suelo en comparación con ε [7].

Más adelante, Bojórquez y colaboradores generalizaron la formulación matemática de N_p [29-30], permitiendo su determinación en cualquier intervalo de periodos (T_i-T_N) y su normalización respecto a cualquier periodo de referencia (T_j).

$$N_{pg} = \frac{S_{avg}(T_i \dots T_N)}{S(T_j)} \quad (2)$$

Esta generalización abre la posibilidad de evaluar la sensibilidad del intervalo de cálculo en la eficiencia de N_p como predictor de la respuesta estructural no lineal.

Si bien existen esfuerzos previos por optimizar este intervalo para perfeccionar medidas de intensidad sísmica avanzadas basadas en N_p [31], resulta de particular interés investigar la influencia de dichos intervalos en la eficacia de N_p cuando se utiliza específicamente como criterio de selección de registros sísmicos.



3. Metodología

La estrategia metodológica adoptada en esta investigación se desglosa en tres etapas principales. En la primera fase, se realiza el diseño estructural de los modelos de estudio para los diferentes niveles de ductilidad; posteriormente se llevan a cabo análisis no lineales de los edificios; por último, se evalúa la capacidad de una selección basada en N_p para reducir la dispersión de la respuesta no lineal de cada caso particular de estructura.

3.1 Descripción de los modelos estructurales

Los casos de estudio corresponden a edificios de oficinas estructurados mediante marcos de concreto reforzado de ocho niveles, con una configuración regular en planta y elevación. Las estructuras poseen una altura de entrepiso constante de 3.5 m y cuatro crujías de 6.0 m en ambas direcciones ortogonales. La figura 1 ilustra la vista general en elevación de los edificios de estudio.

El diseño estructural se realizó conforme al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias (2023) [1]. Los edificios se clasificaron en el grupo B, diseñándose para el estado límite de Seguridad de Vida. Se consideraron tres modelos distintos según el factor de comportamiento sísmico asociado a distinto nivel de ductilidad: baja ($Q = 2$), media ($Q = 3$) y alta ($Q = 4$). Los espectros de diseño se redujeron por los factores de sobrerresistencia y ductilidad. Asimismo, se verificó la rigidez lateral para cumplir con las distorsiones límite de entrepiso estipuladas por la norma: $\gamma_{SV} = 0.015$ para $Q = 2$, $\gamma_{SV} = 0.02$ para $Q = 3$ y $\gamma_{SV} = 0.03$ para $Q = 4$. La figura 2 presenta los espectros elásticos y de diseño utilizados.

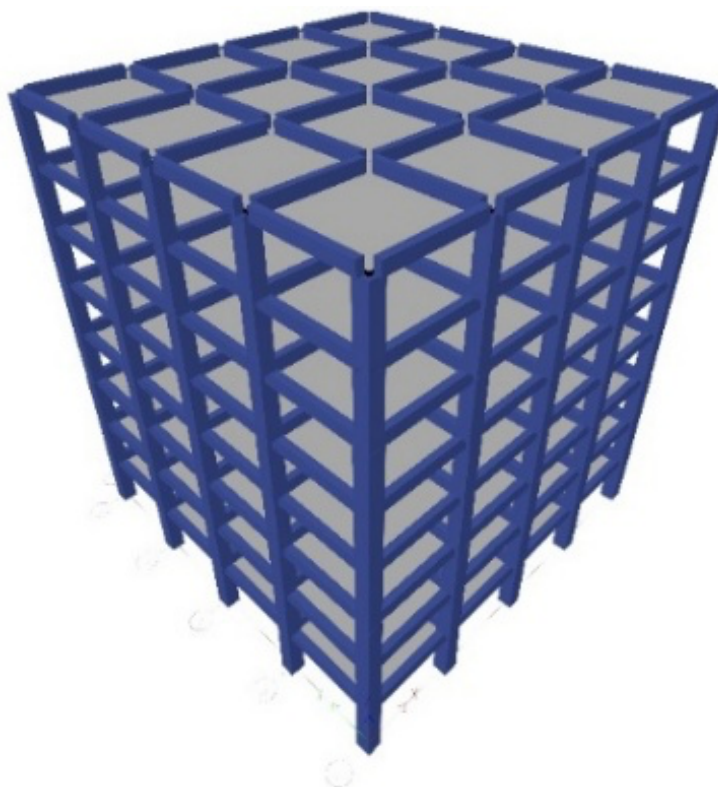


Figura 1. Vista en elevación de los edificios de concreto reforzado.

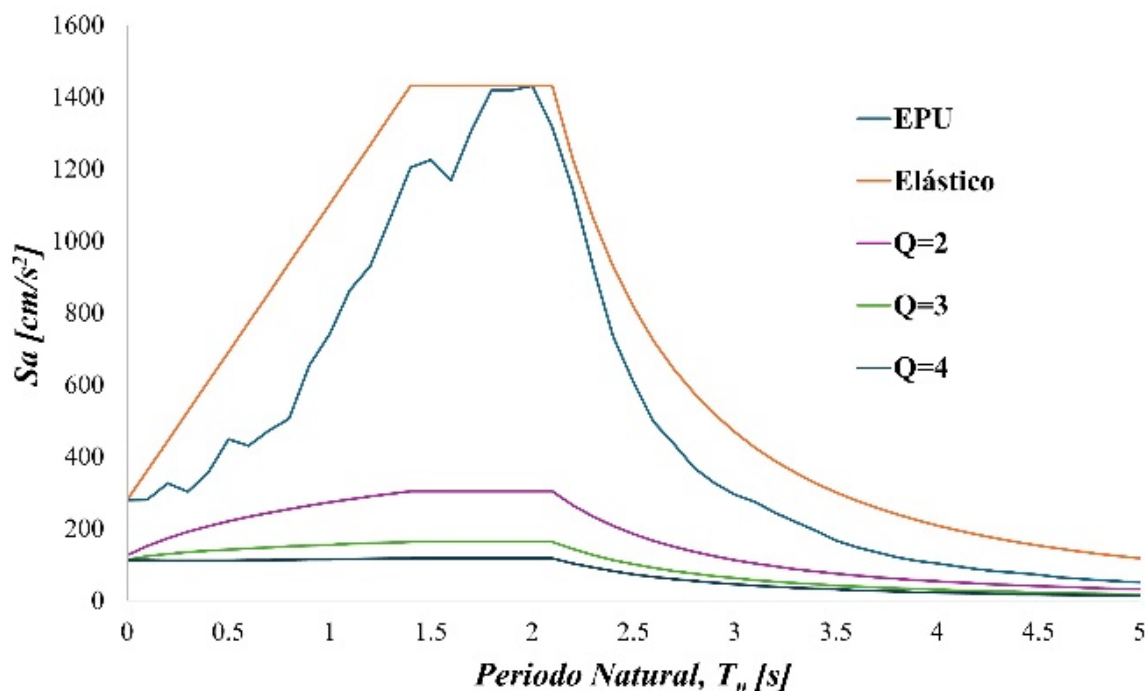


Figura 2. Espectros de diseño del sitio.

3.2 Análisis no lineal

Para evaluar el desempeño sísmico, los edificios de concreto reforzado fueron sometidos a Análisis Dinámicos Incrementales [32], con ayuda del software RUAUMOKO3D [33]. El comportamiento histerético del concreto reforzado se representó mediante el modelo de Takeda modificado [34]. En estos análisis se sometió a los edificios a un conjunto de 50 movimientos sísmicos registrados en suelo blando. Para ello, los registros sísmicos se escalaron a diferentes niveles de intensidad sísmica definida mediante la pseudoaceleración espectral elástica en el primer modo, $Sa(T_1)$, cubriendo un rango de intensidades de 50 a 1500 cm/s^2 con incrementos de 50 cm/s^2 . Como resultado, se obtuvieron curvas de respuesta que relacionan la intensidad sísmica con la distorsión máxima de entrepiso (DME). Finalmente se calcularon la mediana y la desviación estándar de los logaritmos de la DME para cuantificar la dispersión de los resultados, al demostrar que este parámetro de demanda se ajusta a una distribución log-normal [35].

3.3 Evaluación de la eficiencia del parámetro N_p

3.3.1 Evaluación mediante análisis dinámico incremental

Con el objetivo de validar a N_p como herramienta de selección de registros sísmicos robusta, se procedió a seleccionar subconjuntos de 12 registros (de la base de datos de 50) cuyos valores de N_p presentan la mayor proximidad al N_p del EPU correspondiente al sitio. Para cada subconjunto seleccionado, se determinó la desviación estándar de la respuesta (DME) y se contrastó con la dispersión obtenida utilizando el conjunto total de 50 registros. Estas comparaciones se realizaron para cada nivel de intensidad asociados a las distorsiones límites de seguridad de vida de cada modelo (0.015, 0.02 y 0.03).



Para el cálculo de N_p se consideraron 16 combinaciones distintas de intervalos definidos por un periodo inicial (T_i) y un periodo final (T_N).

$$N_p = \frac{Sa_{avg}(T_i \dots T_N)}{Sa(T_i)} \quad (3)$$

Los límites del intervalo se definieron en función del periodo fundamental (T_1) de cada estructura, adoptando T_i con valores de: $0.1T_1$, $0.2T_1$, $0.5T_1$ y $1.0T_1$, y T_N con los valores de: $1.5T_1$, $2.0T_1$, $2.5T_1$ y $3.0T_1$.

3.3.2 Comparación del criterio basado en N_p con el criterio normativo

Se comparó la eficiencia de un criterio de selección inspirado en N_p contra el criterio de compatibilidad espectral establecido por las NTC-2023.

- Criterio 1 (NTC-2023): Consiste en seleccionar un conjunto de 12 registros de la base de datos de 50, que minimice la diferencia cuadrática entre sus espectros y el EPU en el intervalo de $0.1T_1-1.5T_1$. Esto implica minimizar los parámetros de error, definidos como:

$$d_{Sa_{esj}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{Sa_{es}(T_i) - Sa_{EPU}(T_i)}{Sa_{EPU}(T_i)} \right)^2} \quad (4)$$

Donde $d_{Sa_{esj}}$ es el error normalizado del espectro individual j correspondiente a un registro real y el EPU en el intervalo de periodos $0.1T_1-1.5T_1$.

$$d_{Sa_{esp}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{Sa_{es}(T_i) - Sa_{EPU}(T_i)}{Sa_{EPU}(T_i)} \right)^2} \quad (5)$$

Donde $d_{Sa_{esp}}$ es el error normalizado del espectro promedio para el conjunto de N registros reales y el EPU en el intervalo de periodos $0.1T_1-1.5T_1$.

- Criterio 2 (basado en N_p): Consiste en seleccionar 12 registros cuyos valores de N_p sean los más próximos al N_p del EPU, calculados en el intervalo de $0.1T_1-2.0T_1$

Finalmente se llevaron a cabo análisis dinámicos paso a paso no lineales utilizando los dos subconjuntos de registros sísmicos obtenidos por ambos métodos y se obtuvieron las distorsiones máximas correspondientes. La eficiencia de ambos criterios se cuantificó mediante el error estándar (SE) asociado a una muestra de tamaño n , definido como:

$$SE = \frac{\sigma_{\ln(DME)}}{\sqrt{n}}$$



Donde $\sigma_{\ln(DME)}$ es la desviación estándar de los logaritmos naturales de las distorsiones máximas de entrepiso. Un menor valor de SE indica una menor incertidumbre en la estimación de la respuesta media, y por ende, un criterio de selección más eficiente.

4. Resultados y discusión

A partir de los Análisis Dinámicos Incrementales (ADI), se evaluó la eficacia de N_p como herramienta de selección considerando las 16 combinaciones de intervalos $[T_i, T_N]$ propuestas. Las tablas 1, 2 y 3 presentan los resultados en términos del porcentaje de reducción de la desviación estándar respecto al conjunto total de 50 registros. El análisis de los resultados permite identificar algunos puntos significativos en la eficiencia del parámetro N_p .

4.1 Reducción global de la incertidumbre

Para los tres niveles de ductilidad fue posible identificar intervalos de cálculo de N_p que permiten que una selección de 12 registros sísmicos basada en este parámetro arroje una menor dispersión de la respuesta no lineal, del orden de 46% a 59%, en comparación con el uso de un conjunto mucho más amplio de 50 registros. Esto confirma que una selección adecuada de registros sísmicos basada en un parámetro espectral como N_p puede ofrecer estimaciones de la respuesta no lineal con una fiabilidad equiparable a muestras de mayor tamaño, lo cual reduce significativamente el costo computacional.

4.2 Influencia de los límites del intervalo $[T_i-T_N]$

4.2.1 Edificio con capacidad de ductilidad baja ($Q = 2$)

Para el edificio con ductilidad baja, se identificó una marcada superioridad de intervalos que inician en periodos intermedios. De manera general, el uso de $T_i = 0.5T_1$ consiguió la mayor reducción de dispersión. Bajo esta configuración, la eficiencia del parámetro se mantuvo estable en el rango $1.5T_1 \leq T_N \leq 2.5T_1$, pero se observó una reducción severa al extender el límite superior a $T_N = 3.0T_1$. Este fenómeno sugiere que para bajas demandas de ductilidad, la inclusión de información excesivamente alejada del periodo fundamental introduce “ruido”, degradando la calidad de la selección. Por su parte, los intervalos que inician en valores bajos ($0.1T_1$ o $0.2T_1$) muestran una eficiencia aceptable aunque inferior a la alcanzada con $T_i = 0.5T_1$.

4.2.2 Edificios con capacidad de ductilidad media y alta ($Q = 3$ y 4)

A medida que aumenta la incursión no lineal, la tendencia cambia. Para $Q = 3$, y acentuándose notablemente en $Q = 4$, se observó una superioridad pronunciada al fijar el límite inferior en valores bajos ($T_i = 0.1T_1$ seguido por $T_i = 0.2T_1$). Es importante destacar que para el nivel de ductilidad alta, utilizar límites inferiores más altos ($0.5T_1$ o $1.0T_1$) resultó deficiente e incluso incrementó la dispersión en algunas combinaciones. Esto sugiere que la información contenida en periodos cortos asociados a modos superiores juega un papel preponderante en la definición de la información relevante de la forma espectral para estos edificios.



En cuanto al límite superior T_N , para $Q = 3$, en combinación con un límite inferior bajo ($T_i \leq 0.2T_l$), sus mejores resultados se observaron con $T_N \leq 2.0T_l$. Para $Q = 4$, extender el límite superior más allá de $2.5T_l$ en general resultó contraproducente, reduciendo la efectividad de la selección basada en N_p .

Finalmente, a pesar de que $T_i = 1.0T_l$ arrojó resultados que en promedio muestran una efectividad limitada para predecir la respuesta no lineal, se observó un comportamiento aceptable cuando se combinó con un límite superior alto como $T_N = 3.0T_l$. Esto evidencia que, si se omite la información de periodos cortos (modos superiores), se vuelve indispensable capturar la degradación de la rigidez y el alargamiento del periodo en un rango extenso para mantener una correlación aceptable con la respuesta.

Una vez demostrada la capacidad del parámetro de forma espectral N_p para reducir la dispersión en la respuesta estructural y habiendo analizado la influencia de su intervalo de cálculo, resulta pertinente contrastar esta metodología contra el procedimiento normativo convencional.

Tabla 1. Desviaciones estándar de la DME para el modelo $Q = 2$ asociada al estado límite de seguridad de vida ($\gamma=0.015$): Conjunto total vs Selección basada en N_p .

Conjunto total	Selección basada en N_p			
Desv. Est. σ_{50} Registros	No. de combinación	Intervalo de cálculo de N_p $[T_i - T_N]$	Desv. Est σ_{12} Registros	% de reducción de σ
0.431	1	$0.1T_l - 1.5T_l$	0.385	10.7
	2	$0.1T_l - 2.0T_l$	0.369	14.3
	3	$0.1T_l - 2.5T_l$	0.266	38.3
	4	$0.1T_l - 3.0T_l$	0.333	22.8
	5	$0.2T_l - 1.5T_l$	0.356	17.4
	6	$0.2T_l - 2.0T_l$	0.358	16.9
	7	$0.2T_l - 2.5T_l$	0.254	41.1
	8	$0.2T_l - 3.0T_l$	0.343	20.5
	9	$0.5T_l - 1.5T_l$	0.240	44.3
	10	$0.5T_l - 2.0T_l$	0.233	45.9
	11	$0.5T_l - 2.5T_l$	0.231	46.5
	12	$0.5T_l - 3.0T_l$	0.371	14.0
	13	$1.0T_l - 1.5T_l$	0.666	-54.7
	14	$1.0T_l - 2.0T_l$	0.465	-7.8
	15	$1.0T_l - 2.5T_l$	0.375	12.9
	16	$1.0T_l - 3.0T_l$	0.230	46.7



Tabla 2. Desviaciones estándar de la DME para el modelo $Q = 3$ asociada al estado límite de seguridad de vida ($\gamma=0.02$): Conjunto total vs Selección basada en N_p .

Conjunto total	Selección basada en N_p			
Desv. Est. σ_{50} Registros	No. de combinación	Intervalo de cálculo de N_p $[T_i - T_N]$	Desv. Est σ_{12} Registros	% de reducción de σ
0.434	1	$0.1T_1-1.5T_1$	0.225	48.1
	2	$0.1T_1-2.0T_1$	0.175	59.8
	3	$0.1T_1-2.5T_1$	0.247	43.3
	4	$0.1T_1-3.0T_1$	0.219	49.7
	5	$0.2T_1-1.5T_1$	0.225	48.2
	6	$0.2T_1-2.0T_1$	0.263	39.4
	7	$0.2T_1-2.5T_1$	0.327	24.8
	8	$0.2T_1-3.0T_1$	0.268	38.4
	9	$0.5T_1-1.5T_1$	0.232	46.7
	10	$0.5T_1-2.0T_1$	0.374	14.0
	11	$0.5T_1-2.5T_1$	0.342	21.2
	12	$0.5T_1-3.0T_1$	0.368	15.4
	13	$1.0T_1-1.5T_1$	0.309	29.0
	14	$1.0T_1-2.0T_1$	0.328	24.5
	15	$1.0T_1-2.5T_1$	0.299	31.1
	16	$1.0T_1-3.0T_1$	0.262	39.6

Tabla 3. Desviaciones estándar de la DME para el modelo $Q = 4$ asociada al estado límite de seguridad de vida ($\gamma=0.03$): Conjunto total vs Selección basada en N_p .

Conjunto total	Selección basada en N_p			
Desv. Est. σ_{50} Registros	No. de combinación	Intervalo de cálculo de N_p $[T_i - T_N]$	Desv. Est σ_{12} Registros	% de reducción de σ
0.343	1	$0.1T_1-1.5T_1$	0.182	47.1
	2	$0.1T_1-2.0T_1$	0.175	49.1
	3	$0.1T_1-2.5T_1$	0.163	52.4
	4	$0.1T_1-3.0T_1$	0.338	1.5
	5	$0.2T_1-1.5T_1$	0.146	57.4
	6	$0.2T_1-2.0T_1$	0.188	45.1
	7	$0.2T_1-2.5T_1$	0.252	26.6
	8	$0.2T_1-3.0T_1$	0.295	14.2
	9	$0.5T_1-1.5T_1$	0.429	-24.9
	10	$0.5T_1-2.0T_1$	0.313	8.8
	11	$0.5T_1-2.5T_1$	0.264	23.0
	12	$0.5T_1-3.0T_1$	0.328	4.5
	13	$1.0T_1-1.5T_1$	0.295	14.0
	14	$1.0T_1-2.0T_1$	0.366	-6.7
	15	$1.0T_1-2.5T_1$	0.370	-7.7
	16	$1.0T_1-3.0T_1$	0.251	26.7



4.3 Comparación de los criterios de selección

En las tablas 4 a la 9 se presentan los resultados de la implementación de dos métodos de selección de registros sísmicos: el Criterio 1, que sigue los requerimientos normativos que compatibilidad espectral en el intervalo de $0.1T_l-1.5T_l$ y el Criterio 2, consistente en elegir aquellos movimientos sísmicos cuyos valores de N_p sean los más próximos al N_p del EPU, calculados en el intervalo de $0.1T_l-2.0T_l$. Del análisis de estas tablas se puede apreciar que aun cuando la metodología tradicional (Criterio 1) logra una excelente compatibilidad en las amplitudes de las ordenadas espectrales, esto no garantiza que los registros seleccionados posean un N_p promedio o individual similar al correspondiente del espectro de peligro uniforme en el intervalo de análisis. Esta discrepancia es crítica, ya que, al ser N_p un parámetro directamente relacionado con la forma espectral, su inclusión influye en la predicción de la respuesta no lineal, por lo que considerarlo dentro de la selección sugiere una superioridad para disminuir la incertidumbre en los resultados.

Para cuantificar el impacto de esta diferencia metodológica en la estimación de la respuesta, se desglosa a continuación el desempeño de ambos criterios en función de ductilidad de diseño y los resultados se ilustran gráficamente en la Figura 3.

4.3.1 Desempeño en edificio con capacidad de ductilidad baja ($Q = 2$)

El criterio de selección basado en N_p (Criterio 2), muestra menor eficiencia en el edificio con $Q = 2$, como era de esperarse, debido a que en los análisis dinámicos incrementales no se observó el mejor desempeño con el intervalo $0.1T_l-2.0T_l$, pero, aun así, se consigue una reducción del error estándar del 8%.

4.3.2 Desempeño en edificio con capacidad de ductilidad media y alta ($Q = 3$ y 4)

Para los edificios con $Q = 3$ y $Q = 4$ los resultados con el criterio de selección propuesto fueron notoriamente superiores alcanzando reducciones de 31% y 45% del error estándar, respectivamente. Es importante señalar que, si bien la eficiencia del criterio propuesto varía para los tres casos de estudio, en todos los escenarios demostró una capacidad robusta para disminuir la dispersión de la respuesta no lineal. En la Figura 3 se ilustra gráficamente el error estándar obtenido con el empleo de los 17 criterios de selección evaluados; en ella es posible apreciar que diversas configuraciones fundamentadas en N_p presentaron niveles de dispersión menores a los obtenidos con el Criterio Normativo



Tabla 4. Resultados obtenidos de la selección de registros bajo el Criterio 1 del edificio de ductilidad baja ($Q = 2$).

No. de Registro	dSa_{esj}	dSa_{esp}	DME	Factor de escala	N_p
1	0.073	0.0422	0.024	1.9555	1.308
3	0.109	0.0422	0.018	19.405	1.389
5	0.061	0.0422	0.020	24.2217	1.159
7	0.067	0.0422	0.015	14.8238,	1.168
8	0.069	0.0422	0.015	31.6747	1.290
12	0.055	0.0422	0.021	17.5099	1.259
41	0.094	0.0422	0.017	8.9244	1.285
42	0.157	0.0422	0.023	21.4949	1.251
43	0.068	0.0422	0.017	6.6284	1.169
45	0.081	0.0422	0.015	18.8715	1.265
46	0.087	0.0422	0.023	30.0448	1.084
47	0.065	0.0422	0.016	38.7278	1.281
		Mediana=	0.018	Promedio=	1.242
		SE=	4.84%	N_{pEPU}=	1.454

Tabla 5. Resultados obtenidos de la selección de registros bajo el Criterio 2 del edificio de ductilidad baja ($Q = 2$).

No. de Registro	DME	Factor de escala	N_p
1	0.024	2.026	1.339
4	0.021	26.134	1.324
5	0.019	22.875	1.303
12	0.020	16.921	1.377
20	0.019	16.575	1.376
37	0.021	7.487	1.373
39	0.018	15.415	1.391
41	0.018	9.136	1.328
42	0.023	21.964	1.294
44	0.016	6.763	1.338
45	0.015	18.336	1.379
47	0.016	38.298	1.367
	Mediana=	0.019	Promedio=
	SE=	4.43%	N_{pEPU}=
			1.349
			1.345



Tabla 6. Resultados obtenidos de la selección de registros bajo el Criterio 1 del edificio de ductilidad media ($Q = 3$).

No. de Registro	dSa_{esj}	dSa_{esp}	DME	Factor de escala	N_p
11	0.084	0.0548	0.028	26.4202	1.138
12	0.090	0.0548	0.021	17.0201	1.341
22	0.151	0.0548	0.020	22.5421	1.441
24	0.089	0.0548	0.025	20.4535	1.271
26	0.178	0.0548	0.016	8.2796	1.579
28	0.104	0.0548	0.018	35.8908	1.398
29	0.081	0.0548	0.030	21.3831	1.154
31	0.118	0.0548	0.026	23.9971	1.370
32	0.075	0.0548	0.021	15.1812	1.263
38	0.076	0.0548	0.027	24.2784	1.202
41	0.093	0.0548	0.020	8.963	1.319
43	0.065	0.0548	0.019	6.6671	1.212
		Mediana=	0.022	Promedio=	1.307
		SE=	5.64%	N_{pEPU}=	1.316

Tabla 7. Resultados obtenidos de la selección de registros bajo el Criterio 2 del edificio de ductilidad media ($Q = 3$).

No. de Registro	DME	Factor de escala	N_p	
8	0.016	30.953	1.590	
12	0.022	17.334	1.521	
15	0.019	25.323	1.551	
20	0.022	17.041	1.512	
22	0.019	24.620	1.539	
28	0.019	36.484	1.590	
31	0.023	26.034	1.476	
35	0.021	42.303	1.528	
36	0.019	16.871	1.548	
44	0.019	7.052	1.454	
45	0.025	18.680	1.536	
47	0.023	39.186	1.536	
	Mediana=	0.020	Promedio=	1.532
	SE=	3.87%	N_{pEPU}=	1.524



Tabla 8. Resultados obtenidos de la selección de registros bajo el Criterio 1 del edificio de ductilidad alta ($Q = 4$).

No. de Registro	dSa_{esj}	dSa_{esp}	DME	Factor de escala	N_p
1	0.144	0.0807	0.030	2.1337	1.355
3	0.180	0.0807	0.027	18.9961	1.622
10	0.183	0.0807	0.018	18.8068	1.654
16	0.158	0.0807	0.016	6.0044	1.711
19	0.101	0.0807	0.030	24.6527	1.203
24	0.102	0.0807	0.034	20.9391	1.383
27	0.057	0.0807	0.035	25.8269	1.266
32	0.086	0.0807	0.026	15.5536	1.351
37	0.157	0.0807	0.026	7.8775	1.402
38	0.109	0.0807	0.036	25.3539	1.269
46	0.074	0.0807	0.034	29.7635	1.238
47	0.074	0.0807	0.023	38.9829	1.462
Mediana=			0.027	Promedio=	1.410
SE=			7.70%	N_{pEPU}=	1.454

Tabla 9. Resultados obtenidos de la selección de registros bajo el Criterio 2 del edificio de ductilidad alta ($Q = 4$).

No. de Registro	DME	Factor de escala	N_p
2	0.020	7.607	1.825
3	0.029	22.668	1.783
8	0.021	33.745	1.785
15	0.028	26.753	1.785
18	0.020	21.259	1.889
21	0.024	9.687	1.799
22	0.025	26.127	1.773
25	0.026	19.760	1.853
26	0.021	9.865	1.882
28	0.020	38.517	1.843
34	0.021	7.765	1.874
48	0.020	20.390	1.844
Mediana=	0.023	Promedio=	1.828
SE=	4.17%	N_{pEPU}=	1.834

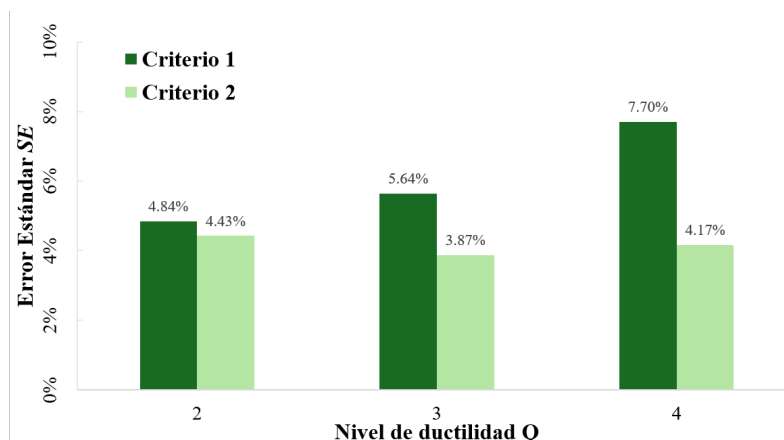


Figura 3. Errores estándar obtenidos mediante los dos criterios de selección para los distintos niveles de ductilidad de diseño.

5. Conclusiones

A partir del análisis de los resultados obtenidos para los edificios de ocho niveles con distintas ductilidades, se confirma que el parámetro de forma espectral N_p constituye una herramienta eficaz para reducir la dispersión en los análisis dinámicos no lineales, consolidando la evidencia existente en la literatura. Sin embargo, su eficiencia depende de manera crítica de la definición adecuada del intervalo de periodos $[T_i, T_N]$ sobre el cual se calcula. Para lograr una predicción eficiente de la respuesta de este tipo de estructuras, resultó indispensable capturar simultáneamente la influencia de los modos superiores y el alargamiento del periodo fundamental asociado al comportamiento inelástico. Finalmente, el criterio de selección propuesto, fundamentado en la compatibilidad de la forma espectral de los registros sísmicos medida mediante el parámetro N_p calculado en el intervalo $0.1T_1-2.0T_1$ (Criterio 2), demostró una superioridad frente al criterio normativo vigente (Criterio 1). Al lograr una mayor reducción en la dispersión de la respuesta no lineal, el enfoque propuesto ofrece una estimación más confiable del desempeño estructural, lo cual respalda su implementación como una mejora a los procedimientos de análisis actuales. Por todo lo anterior, dadas las ventajas observadas en el uso de N_p en la selección de registros sísmicos, se sugiere extender esta investigación evaluando su eficiencia en configuraciones estructurales distintas a las consideradas en el presente estudio, con el fin de generalizar la aplicabilidad del método.

5. Agradecimientos

El presente trabajo se desarrolló gracias al apoyo brindado por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) durante el transcurso de los estudios de posgrado del primer y tercer autor, así como mediante el proyecto Ciencia de Frontera CF-2023-G-1636.

6. Agradecimientos de autoría

Jesús David Tirado Ibarria: Conceptualización; Investigación; Metodología; Análisis formal; Borrador original. *Edén Bojórquez Mora*: Conceptualización; Ideas; Escritura; Revisión y edición; Administración de proyecto. *Jesús Prisciliano Romo Villa*: Análisis formal; Recursos; Validación; Revisión y edición. *Juan Bojórquez Mora*: Ideas; Conceptualización; Revisión y edición.



Referencias

- [1] Instituto para la seguridad de las construcciones en la Ciudad de México, *Normas Técnicas Complementarias (NTC-2023)*. Ciudad de México, México: Gaceta oficial de la Ciudad de México, 2023. Disponible: <https://www.isc.cdmx.gob.mx/directores-res/cursos-de-actualizacion-2022/normas-tecnicas-complementarias-2023>
- [2] M. Fragiadakis, D. Vamvatsikos, “Seismic assessment of structures and lifelines” *J. Sound and Vib.*, vol. 334, pp. 29–56, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2013.12.031>
- [3] R. Medina, H. Krawinkler, “*Seismic Demands for Nondeteriorating Frame Structures and Their Dependence on Ground Motions*”, Pacific Earthquake Engineering Research Center, Stanford University, PEER Report 2003/15, Stanford, CA, 2004. Disponible: <https://peer.berkeley.edu/publications/2003-15>
- [4] J. J. Bommer, A. B. Acevedo, “The use of real earthquake accelerograms as input to dynamic analysis”, *J. Earthq. Eng.*, Vol. 8, no. 1, pp. 43-91, 2004. <https://doi.org/10.1080/13632460409350521>
- [5] I. Iervolino, C. A. Cornell, “Record selection for nonlinear seismic analysis of structures,” *Earthq. Spectra*, vol. 21, no. 3, pp. 685–713, 2005. <https://doi.org/10.1193/1.1990199>
- [6] J. W. Baker and C. A. Cornell, “Spectral shape, epsilon and record selection,” *Earthq. Eng. & Str. Dyn.*, vol. 35, pp. 1077–1095, 2006. <https://doi.org/10.1002/eqe.571>
- [7] E. Bojórquez, I. Iervolino y G. Manfredi, “Spectral shape proxies and nonlinear structural response”, *Soil Dyn. and Earthq. Eng.*, vol. 31, no. 7, pp. 996-1008, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2011.03.006>
- [8] N. Shome, C. A. Cornell, P. Bazzurro, J. E. Carballo, “*Earthquake, Records and Nonlinear MDOF Responses*”, Dept. of Civil Eng., Stanford University; Stanford, CA, USA, Rep. RMS-29, 1997. <https://searchworks.stanford.edu/view/yn623sv4192>
- [9] N. Shome, C. A. Cornell, “*Probabilistic Seismic Demand Analysis of Nonlinear Structures*”, Dept. of Civil Eng., Stanford University; Stanford, CA, USA, Rep. RMS-35, 1999. <https://nehrpsearch.nist.gov/static/files/NSF/PB99143372.pdf>
- [10] R. P. Kennedy, et al., “Engineering characterization of ground motions–task I: effects of characteristics of free-field motion on structural response.” *NUREG/CR-3805*, vol. 1, 1984. Disponible: <https://www.osti.gov/servlets/purl/6848574>
- [11] CEN, *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings*. Brussels, Belgium: European Standard EN 1998-1, 2004.
- [12] American Society of Civil Engineers (ASCE), *ASCE/SEI 7-22: Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*, Reston, VA: ASCE, 2022.
- [13] J. W. Baker, C. A. Cornell, “Vector-valued intensity measures incorporating spectral shape for prediction of structural response”, *J. of Earthq. Eng.*, vol. 12, no. 4, pp. 534-554, 2008. <https://doi.org/10.1080/13632460701673076>
- [14] P. P. Córdova, G. G. Deierlein, S. S. F. Mehanny, and C. A. Cornell, “Development of a two-parameter seismic intensity measure and probabilistic assessment procedure”, *J. of Eng. and Applied Sc.*, vol. 51, pp. 1–20, 2001. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/228763557_Development_of_a_two-parameter_seismic_intensity_measure_and_probabilistic_assessment_procedure
- [15] N. Buratti, “A comparison of the performances of various ground-motion intensity measures” in Proc. 15th World Conf. on Earthquake Engineering, Lisbon, Portugal, 2012. Disponible: https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/WCEE2012_5499.pdf
- [16] E. Bojórquez, I. Iervolino, G. Manfredi, “Evaluating a new proxy for spectral shape to be used as an intensity measure”, in Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (MERCEA’08), Reggio Calabria, Italy, 2008, pp. 8-11. <https://doi.org/10.1063/1.2963788>
- [17] E. Bojórquez, R. Chávez, A. Reyes-Salazar, S. Ruiz, J. Bojórquez, “A new ground motion intensity measure IB”, *Soil Dyn. and Earthq. Eng.*, vol. 199, pp. 97–107, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2017.05.011>
- [18] J. W. Baker and C. A. Cornell, “A vector-valued ground motion intensity measure consisting of spectral acceleration and epsilon”, *Earthq. Eng. & Struct. Dyn.*, vol. 34, pp. 1193–1217, 2005. <https://doi.org/10.1002/eqe.474>
- [19] C. Smerzini, C. Galasso, I. Iervolino y R. Paolucci, “Ground Motion Record Selection Based on Broadband Spectral Compatibility”, *Earthq. Spectra*, vol. 30, no. 4, pp. 1427-1448, 2014. <https://doi.org/10.1193/052312EQS197M>
- [20] S. Yaghmaci-Sabegh, S. Karami, M. Hosseini-Moghadam, “Selection and scaling of spectrum-compatible ground motion



- records using hybrid coded genetic algorithms”, *Sci. Iran. A.*, vol. 24, no. 3, pp. 910-925, 2017. <https://doi.org/10.24200/sci.2017.4075>
- [21] M. Georgioudakis, M. Fragiadakis, M. Papadrakakis, “Multi-criteria selection and scaling of ground motion records using Evolutionary Algorithms”, In Proc. 10th International Conf. on Structural Dynamics, EURO-DYN, Rome, Italy, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.09.504>
- [22] E. Bojórquez, “A New Spectral Shape-Based Record Selection Approach Using N_p and Genetic Algorithms” *Math. Prob. in Engineering*, vol. 2013, no. 679026, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/679026>
- [23] E. Bojórquez, et al. “Optimal Acceleration and Energy-Based Record Selection Using Artificial Intelligence Approaches and N_p ” *J. Earthq. Eng.*, vol. 28, no. 2, pp. 582-601, 2023.
- [24] E. Bojórquez, I. Iervolino, A. Reyes-Salazar y S. Ruiz, “Comparing vector-valued intensity measures for fragility analysis of steel frames in the case of narrow-band ground motions”, *Eng. Struct.*, vol. 45, 472-480, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2012.07.002>
- [25] P. Tothong, N. Luco, “Probabilistic seismic demand analysis using advanced ground motion intensity measures”, *Earthq. Eng. and Struct. Dyn.*, vol. 36, no. 13, pp. 1837–1860, 2007. <https://doi.org/10.1002/eqe.696>
- [26] E. Bojórquez, J. Carvajal, S. E. Ruiz y J. Bojórquez, “Reliability-based ductility reduction factors surfaces using the generalized Bojórquez ground motion intensity measure I_{Bg} ”, *R. in Eng.*, vol. 23, no. 102756, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102756>
- [27] G. W. Housner, "Spectrum Intensities of Strong Motion Earthquakes", in Proc. Symposium on Earthquake and Blast Effects on Structures, Los Angeles, CA, 1952, pp. 20-36.
Disponibile: <https://authors.library.caltech.edu/records/x3jjd-y5366>
- [28] J. L. Von-Thun, L. H. Roehm, G. A. Scott y J. A. Wilson, "Earthquake Ground Motions for Design and Analysis of Dams", in Earthquake Engineering and Soil Dynamics II - Recent Advance in Ground-Motion Evaluation, Geotechnical Special Publication 20. NY, New York, USA: ASCE, 1988, pp. 463-481.
- [29] E. Bojórquez, V. Baca, J. Bojórquez, A. Reyes-Salazar, R. Chávez, and M. Barraza, “A simplified procedure to estimate peak drift demands for mid-rise steel and R/C frames under narrow-band motions in terms of the spectral-shape-based intensity measure I_{N_p} ”, *Eng. Struct.*, vol. 150, pp. 334–345, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.07.046>
- [30] E. Bojórquez, L. Astorga, A. Reyes-Salazar, A. Terán-Gilmore, J. Velázquez, J. Bojórquez, y L. Rivera, “Prediction of hysteretic energy demands in steel frames using vector-valued IMs”, *Steel and Composite Struct.*, vol. 19, no. 3, pp. 697–711, 2015. <https://doi.org/10.12989/scs.2015.19.3.697>
- [31] M. Kaplán, “Optimización de la intensidad generalizada de Bojórquez para maximizar el desempeño sísmico de edificaciones de concreto reforzado”, Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa, Mexico, 2025.
- [32] Vamvatsikos D, Cornell CA, “Incremental dynamic analysis”, *Earthq. Eng. and Struct. Dyn.*, vol. 31, no. 3, pp. 491–514, 2002. <https://doi.org/10.1002/eqe.141>
- [33] A.J. Carr, *Ruaumoko3D: Inelastic three-dimensional analysis program*, Christchurch, New Zealand: University of Canterbury 2007.
- [34] T. Takeda, M. A. Sozen y N. N. Nielsen, “Reinforced concrete response to simulated earthquakes”, *J. Struct. Div. ASCE*, vol. 96, no. 12, pp. 2557-2573, 1970. <https://doi.org/10.1061/JSDEAG.0002765>
- [35] H. Aslani, E. Miranda, “Probabilistic response assessment for building-specific loss estimation”, PEER Report 2003/03, Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California at Berkeley, Berkeley, California, pp. 49, 2003. Disponible: https://peer.berkeley.edu/sites/default/files/0303_e_miranda_h_aslani.pdf



Derechos de Autor (c) 2026 Jesús David Tirado Ibarría, Edén Bojórquez Mora, Jesús Prisciliano Romo Villa, Juan Bojórquez Mora



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#).

Usted es libre para compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)