

Informe #1: Análisis de la demanda sísmica registrada en diferentes sitios de Cali, Colombia, durante el sismo de San José del Palmar (M7.4) del 10 de agosto de 2026

Bayron Salazar

Ingeniero Civil, Estudiante de Doctorado, Universidad del Valle

Felipe García

Ingeniero Civil, Estudiante de Maestría, Universidad del Valle

Maia Insuasty

Estudiante de Ingeniería Civil, Universidad del Valle

Danna Forero

Estudiante de Ingeniería Geomática, Universidad del Valle

César Augusto Cardona

Contratista, Observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente Colombiano (OSSO), Universidad del Valle

Alejandro Cruz

Profesor asociado, Universidad del Valle

Albert Ortiz

Profesor titular, Universidad del Valle

Miembro de la Red Colombiana de Investigación en Ingeniería Sísmica (CEER)

Eimar Sandoval

Profesor titular, Universidad del Valle

Director del Centro de Observación y Análisis de Licuación en Aguablanca (COALA)

Elkin de Jesús Salcedo

Profesor titular, Universidad del Valle

Director del Observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente Colombiano (OSSO), Universidad del Valle

Representante por las Universidades Públicas al Comité Nacional para la Reducción del Riesgo

Jhon Erazo

SSI Ingeniería S.A.S.

Tabla de Contenido

	Página
1. Introducción	1
2. Contexto tectónico y características del sismo	3
2.1. Contexto tectónico regional	3
2.2. Características del sismo del 10 de agosto de 2026	3
2.3. Momento sísmico y mecanismo focal	5
2.4. Antecedentes sísmicos relevantes	5
3. Microzonificación sísmica y sitios instrumentados	8
3.1. Microzonificación sísmica de Cali	8
3.1.1. Zona 1: Cerros	8
3.1.2. Zona 3: Piedemonte	9
3.1.3. Zona 4A: Abanico medio de Cali	9
3.1.4. Zona 4C: Abanico de Cañaveralejo	9
3.1.5. Zona 4D: Abanico de Meléndez y Lili	9
3.1.6. Zona 6: Llanura Aluvial	10
3.2. Sitios instrumentados	10
4. Datos y procesamiento de los registros	13
4.1. Registros instrumentales en Cali	13
4.2. Registro regional en roca de Trujillo, Valle del Cauca	13
4.3. Señales de diseño en roca	14
4.4. Parámetros de demanda sísmica considerados	14
5. Registros de aceleración	15
5.1. RAC03	15
5.2. Nova Club	16
5.3. Clínica Imbanaco	16
5.4. Solevante	17
5.5. Jardín Central	17
5.6. Clínica de Occidente	18
5.7. COALA	18
5.8. Registro en roca de Trujillo y señales de diseño	19
5.9. Comparación de las aceleraciones máximas registradas en Cali	19
6. Espectros de respuesta	20
6.1. RAC03	20
6.2. Nova Club	21
6.3. Clínica Imbanaco	21

6.4. Solevante	22
6.5. Jardín Central	22
6.6. Clínica de Occidente	23
6.7. COALA	23
6.8. Trujillo	24
6.9. Síntesis de la demanda espectral	24
7. Edificaciones colapsadas	26
8. Discusión	31
9. Conclusiones y limitaciones	34

Índice de figuras

1. Localización de la ciudad de Cali, Valle del Cauca, afectada por el sismo.	1
2. Localización del epicentro del sismo y principales ciudades consideradas en el contexto regional del evento.	4
3. Diagrama de la solución del mecanismo focal del terremoto del 10 de agosto de 2026	5
4. Contexto tectónico del Suroccidente colombiano.	7
5. Mapa de microzonas sísmicas de Cali con los sitios instrumentados.	12
6. Registros de aceleración en la estación RAC03 (Zona 3).	15
7. Registros de aceleración en la estación Nova Club (Zona 4D).	16
8. Registros de aceleración en la Nueva Clínica Imbanaco (Zona 4C).	16
9. Registros de aceleración en Solevante (Zona 1).	17
10. Registros de aceleración en Jardín Central (Zona 4D).	17
11. Registros de aceleración en Clínica Occidente (Zona 4A).	18
12. Registros de aceleración en el observatorio COALA (Zona 6).	18
13. Comparación de los registros de la estación CTRUJ con los sismos de diseño. . . .	19
14. Espectros de respuesta de la estación RAC03.	20
15. Espectros de respuesta de la estación NOVA.	21
16. Espectros de respuesta de la estación en la nueva clínica Imbanaco.	21
17. Espectros de respuesta de la estación en el conjunto residencial Solevante.	22
18. Espectros de respuesta de la estación en Jardín Central.	22
19. Espectros de respuesta de la estación en Clínica de Occidente.	23
20. Espectros de respuesta del observatorio COALA en el distrito de Aguablanca. . . .	23
21. Espectros de respuesta en la estación CTRUJ.	24
22. Espectros de respuesta de CTRUJ comparados con los sismos de diseño en roca de Japón (2003) y Chile (2005).	24
23. Edificaciones colapsadas identificadas en el entorno de los sitios instrumentados. .	30

Índice de tablas

1.	Solución del mecanismo focal del terremoto del 10 de agosto de 2026	5
2.	Sismicidad histórica asociada a la fuente intraplaca.	6
3.	Microzonas de respuesta sísmica identificadas en la ciudad de Cali.	8
4.	Sitios instrumentados considerados en el estudio.	10
5.	Características de los registros acelerográficos.	13
6.	Aceleraciones máximas registradas en los sitios instrumentados de Cali.	19
7.	Síntesis de la demanda espectral registrada.	25
8.	Ubicación, zona MZSC y número de pisos de edificaciones colapsadas en Cali. . .	27

1. Introducción

El 10 de agosto de 2026 ocurrió un sismo de magnitud de momento (M) 7.4, con epicentro en el municipio de San José del Palmar, departamento del Chocó, Colombia. En este estudio se analiza la demanda sísmica registrada en diferentes sitios de Cali, localizada en el suroccidente de Colombia, entre las cordilleras Occidental y Central. La Figura 1 muestra la localización de Cali dentro del contexto colombiano y del departamento del Valle del Cauca, ciudad en la que se analiza la respuesta sísmica registrada durante el evento.

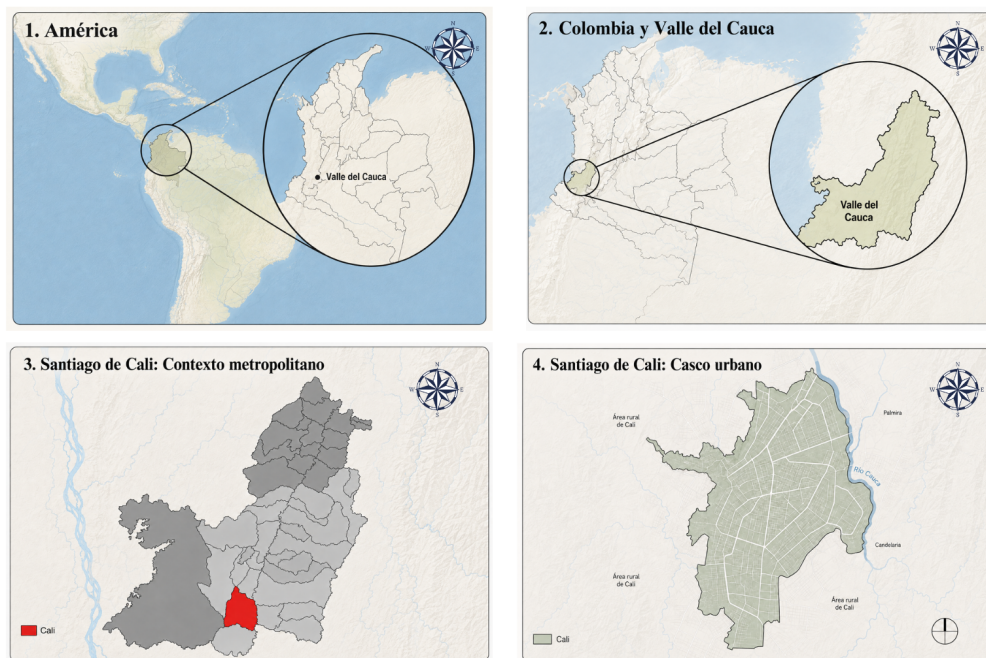


Figura 1. Localización de la ciudad de Cali, Valle del Cauca, afectada por el sismo.

Cali presenta una importante variabilidad espacial de las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del subsuelo. La microzonificación sísmica de la ciudad (Ingeominas & DAGMA, 2005) reconoce sectores con características dinámicas diferenciadas, asociadas, entre otros aspectos, con la naturaleza y el espesor de los depósitos, la geometría de la cuenca y sus periodos predominantes. Estas diferencias pueden modificar la amplitud del movimiento sísmico y su respuesta espectral y, en consecuencia, la demanda experimentada por las edificaciones localizadas en diferentes sectores de la ciudad. Como ejemplo de esta variabilidad, existen zonas con un periodo fundamental representativo cercano a 0.25 s, mientras que otras pueden tener un periodo representativo de 1.8 s. De igual manera, en algunos sitios se encuentran depósitos con formaciones rocosas que se identifican a pocos metros de profundidad, mientras que otros están conformados por depósitos de suelos arcillosos, y en otros sitios licuables, en los cuales el basamento rocoso se encuentra a varios cientos de metros de profundidad.

El evento del 10 de agosto constituye, por tanto, una oportunidad para analizar la demanda sísmica realmente registrada en distintos sectores de la ciudad y contrastarla con las características de las respectivas microzonas sísmicas y con los niveles de demanda establecidos en las normas sismorresistentes y en la microzonificación local. La disponibilidad de registros obtenidos en diferentes condiciones de sitio permite evaluar la variabilidad espacial del movimiento y examinar diferencias en parámetros como la aceleración máxima registrada y la respuesta espectral. Parte de la información disponible corresponde a registros acelerográficos obtenidos en estaciones y edificaciones instrumentadas localizadas en diferentes sectores de la ciudad. Se consideraron siete sitios: RAC03, Nova Club, Imbanaco, Solevante, Jardín Central, Clínica de Occidente y Centro de Observación y Análisis de Licuación en Aguablanca (COALA), en los cuales se registró el movimiento sísmico del 10 de agosto de 2026. Estos sitios se encuentran distribuidos en seis de las diez distintas microzonas sísmicas de la ciudad, como se discute en detalle en la Sección 3.

Como referencia regional en roca, se utiliza además el registro obtenido en la estación CTRUJ, localizada en Trujillo, Valle del Cauca. Este registro se compara con dos de las señales de diseño en roca seleccionadas por la Microzonificación Sísmica de Cali (Ingeominas & DAGMA, 2005) para el escenario de subducción profunda: Japón (2003) y Chile (2005).

En este contexto, el objetivo de este estudio es caracterizar y comparar la demanda sísmica registrada en diferentes sitios instrumentados de Cali durante el sismo del 10 de agosto de 2026, mediante el análisis de los registros de aceleración, las aceleraciones máximas registradas y los espectros de respuesta, considerando las condiciones locales definidas por la microzonificación sísmica y comparando la demanda espectral con los espectros de diseño aplicables. De manera complementaria, se examina la información disponible sobre edificaciones cuyo colapso fue identificado en las proximidades de los sitios instrumentados, con el propósito de explorar posibles correspondencias espaciales entre la demanda sísmica registrada, las condiciones locales de sitio y los efectos observados en el entorno construido.

Estas observaciones se incorporan como información complementaria, reconociendo que la proximidad espacial a una estación no implica que el registro obtenido represente exactamente la demanda experimentada por una estructura en particular.

2. Contexto tectónico y características del sismo

La dinámica tectónica del Suroccidente colombiano está controlada por la interacción entre diferentes placas y bloques tectónicos, dando lugar tanto a sismicidad asociada con la interfaz de subducción como a eventos que ocurren al interior de la placa subducida. En esta sección se presenta brevemente el contexto tectónico regional, las características generales del sismo del 10 de agosto de 2026 y algunos antecedentes sísmicos relevantes para el Suroccidente colombiano.

2.1. Contexto tectónico regional

De acuerdo con el modelo nacional de amenaza sísmica para Colombia (Arcila et al., 2020), los procesos geodinámicos en el territorio colombiano se caracterizan por:

- La convergencia de las placas de Nazca y Caribe hacia la placa Sudamericana.
- El desplazamiento en dirección O-E del Bloque de Panamá hacia la placa Sudamericana.
- El desplazamiento del Bloque de los Andes en dirección SSO-NNE (Taboada et al., 2000).

La placa de Nazca subduce bajo la placa Sudamericana a una tasa de aproximadamente 6 cm por año, un proceso geodinámico que afecta la costa del Pacífico colombiano (Taboada et al., 2000). Este fenómeno genera una zona de subducción interplaca, resultado de la interacción entre ambas placas, donde son abundantes los sismos inversos (Arcila et al., 2020).

En la costa Pacífica colombiana, la porción de la placa de Nazca que subduce bajo la placa Sudamericana se flexiona mientras interactúa con el manto circundante. Esto genera fracturas en su superficie superior y produce sismos intraplaca, caracterizados por mecanismos focales compuestos o normales (Lay & Wallace, 1995; Taboada et al., 2000; Thingbaijam et al., 2017). Estos eventos intraplaca suelen tener epicentros ubicados en un radio de hasta 300 km con respecto a ciudades del Suroccidente colombiano y del Eje Cafetero. Esto, sumado a que presentan profundidades a partir de 60 km tiene una influencia significativa en las evaluaciones de amenaza sísmica para estas ciudades (Arcila et al., 2020).

2.2. Características del sismo del 10 de agosto de 2026

De acuerdo con el reporte de la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) del Servicio Geológico Colombiano (SGC), el 10 de agosto de 2026 a las 07:34:27, hora local de Colombia (12:34:27 UTC) ocurrió un sismo de M7.4, con epicentro localizado en el municipio de San José del Palmar, departamento del Chocó, en las coordenadas 4.99° de latitud norte y 76.29° longitud oeste (Servicio Geológico Colombiano, 2026).

El evento tuvo una profundidad de 103 km, por lo cual se enmarca en la sismicidad de profundidad intermedia asociada con la placa de Nazca subducida bajo la placa Sudamericana. Fue un evento intraplaca, en la placa de Nazca, consistente con la ocurrencia histórica de otros sismos de profundidad intermedia en esta región.

El sismo fue ampliamente sentido en el territorio colombiano. El SGC recibió más de 12 000 reportes de percepción procedentes de aproximadamente 900 centros poblados, así como reportes de daños en diferentes ciudades, entre ellas Cali, Manizales, Pereira, Quibdó y Buenaventura. La intensidad máxima reportada por el United States Geological Survey (USGS) en la Escala Modificada de Mercalli (Stover & Coffman, 1993) alcanzó un valor de VIII¹.

La Figura 2 presenta la localización del epicentro respecto a Cali y de algunas de las principales ciudades del centro-occidente colombiano en las que se reportaron efectos del evento. También se incluye la localización de Trujillo, Valle del Cauca, un municipio donde se dispone del registro acelerográfico en roca utilizado posteriormente en este estudio.

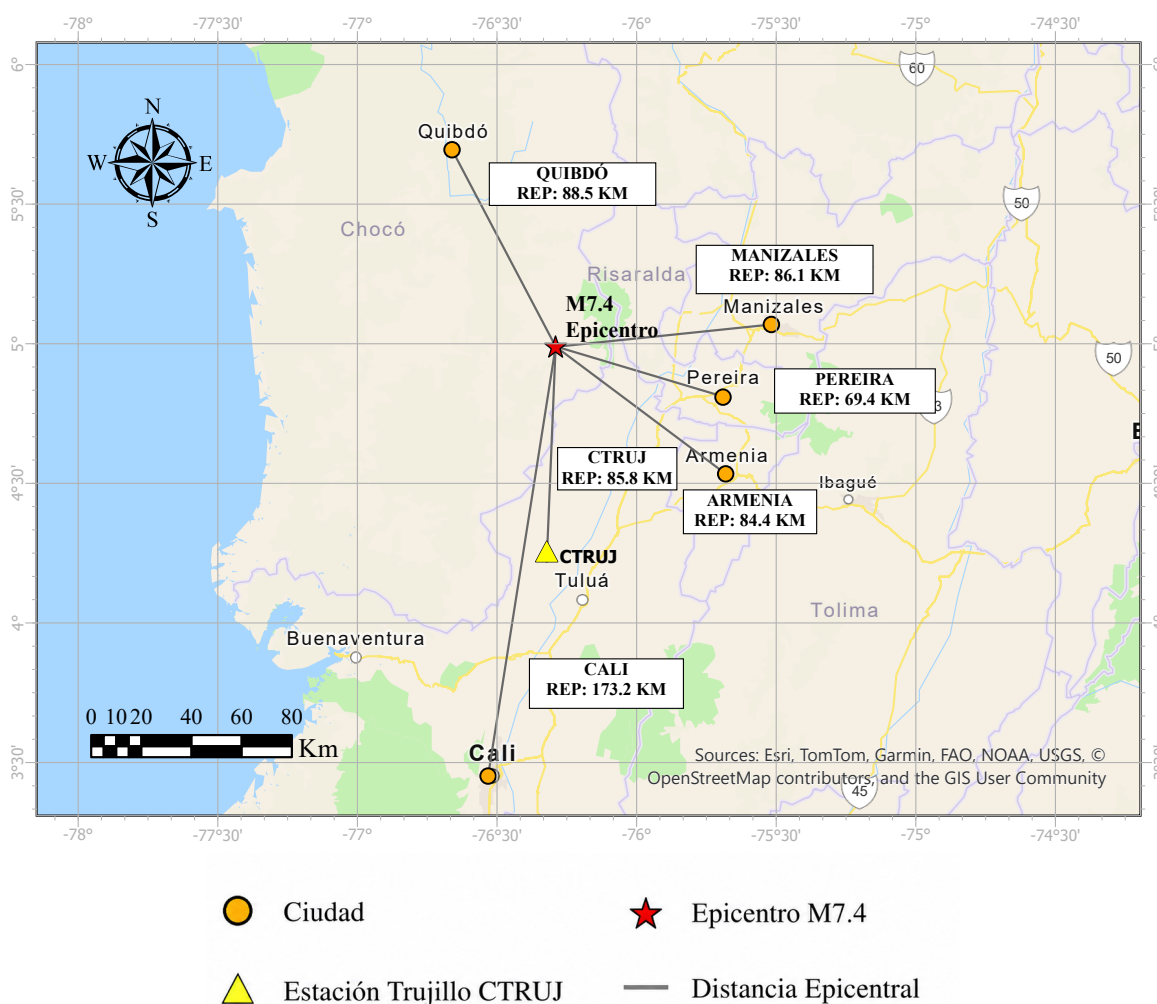


Figura 2. Localización del epicentro del sismo y principales ciudades consideradas en el contexto regional del evento.

¹El mapa de intensidades se puede consultar en: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000tj12/map>

2.3. Momento sísmico y mecanismo focal

El terremoto del 10 de agosto de 2026 se produjo como resultado, principalmente, de una falla de desplazamiento lateral a una profundidad de aproximadamente 103 km. La solución del mecanismo focal de este evento publicado por la RSNC, indica que la ruptura se produjo en una falla inversa oblicua de gran inclinación y una falla de desplazamiento lateral izquierda, bien en una falla de desplazamiento lateral de inclinación moderada y predominantemente a la derecha (Tabla 1, Figura 3).

Tabla 1. Solución del mecanismo focal del terremoto del 10 de agosto de 2026, según datos de la Red Sismológica Nacional de Colombia (SGC). Fuente: <https://www.sgc.gov.co/detalleevento/SGC2026pqqmro/tm>

Momento sísmico (M_0) (N·m)	Planos nodales						Ejes principales					
	NP1			NP2			T		P		N	
	Strike (φ)	Dip (δ)	Rake (λ)	Strike (φ)	Dip (δ)	Rake (λ)	Az (Φ)	Pl (Θ)	Az (Φ)	Pl (Θ)	Az (Φ)	Pl (Θ)
1.61×10^{20}	233°	58°	49°	111°	58°	136°	-9°	4°	86°	56°	-103°	33°

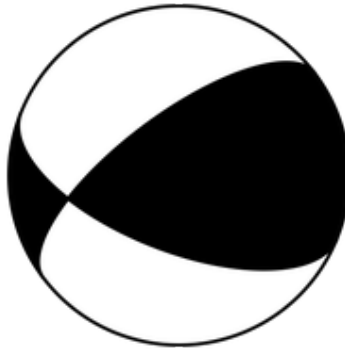


Figura 3. Diagrama de la solución del mecanismo focal del terremoto del 10 de agosto de 2026, según datos de la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC).

2.4. Antecedentes sísmicos relevantes

El contexto sísmico del Pacífico colombiano incluye tanto grandes sismos de subducción interplaca como eventos intraplaca que han producido efectos importantes en el Suroccidente del país. El sismo de Tumaco del 31 de enero de 1906 ha sido el de mayor magnitud de momento registrado en esta fuente sísmica (M entre 8.4 y 8.8 según Yamanaka y Tanioka (2021)). El evento alcanzó intensidad X en la Escala Macrosísmica Europea (EMS-98) y generó un tsunami que afectó diferentes localidades de la costa Pacífica colombiana, además de producir daños asociados con licuación y subsidencia (Sarabia Gómez et al., 2022).

Dentro de la sismicidad intraplaca, algunos eventos históricos han producido efectos importantes en el suroccidente colombiano y particularmente en Cali. El sismo del 7 de junio de 1925, con epicentro en Tuluá, Valle del Cauca, fue sentido en el centro y occidente del país y produjo daños incluso en Popayán, ubicada aproximadamente a 220 km del epicentro. Cali fue una de las ciudades más afectadas, donde se reportaron cuatro fallecidos y el colapso de la iglesia La Ermita, el Hotel Francia y algunas viviendas del barrio Cañaveralejo. También se registraron daños en Restrepo, El Cerrito, Yotoco, Sevilla, Buga y La Cumbre (Sarabia Gómez et al., 2022).

Otro antecedente relevante corresponde al sismo del 23 de noviembre de 1979 (M7.2), que constituyó uno de los eventos intraplaca de mayor magnitud registrados antes del sismo del 10 de agosto de 2026. Sus efectos se extendieron sobre una amplia región que incluyó los departamentos de Caldas, Antioquia, Chocó, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. De acuerdo con la información recopilada, aproximadamente 50 personas fallecieron y cerca de 500 resultaron heridas (Ramírez & Goberna, 1980).

La Tabla 2 contiene la sismicidad histórica recopilada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) asociada a este tipo de fuente para magnitudes mayores a 6.0. Los eventos entre 1938 y 1995 tuvieron una intensidad de VIII o superior en la escala EMS-98 (Grünthal, 1998), los cuales resultaron en aproximadamente 160 muertes, 1300 heridos y 900 edificaciones destruidas (Sarabia Gómez et al., 2022).

Tabla 2. Sismicidad histórica asociada a la fuente intraplaca.

Fecha	Epicentro Latitud	Epicentro Longitud	Magnitud	Profundidad [km]	Intensidad máxima (EMS-98)	Área epicentral
1911/04/10	7.2	-75.3	6.4	120	VII	Yarumal, Antioquia
1925/06/07	3.96	-76.31	6.1	120	VIII	Tuluá, Valle del Cauca
1938/02/04	4.68	-75.69	7.0	150	VIII	Eje Cafetero, Colombia
1961/12/20	4.49	-75.51	6.8	163	VIII	Eje Cafetero, Colombia
1962/07/30	5.17	-76.35	6.5	64	VIII	Eje Cafetero, Colombia
1973/04/03	4.58	-75.57	6.2	150	VII	Salento, Quindío
1979/11/23	4.73	-76.16	7.2	110	VIII	Eje Cafetero, Colombia
1995/02/08	4.06	-76.56	6.4	71	VIII	Calima (Darién), Valle del Cauca
2013/02/09	1.113	-77.561	7.0	163	VII	Guaitarilla, Nariño
2026/08/10	4.99	-76.29	7.4	103	VII	San José del Palmar, Chocó

Estos antecedentes evidencian la relevancia de la sismicidad asociada tanto a la subducción interplaca como a los eventos intraplaca para el Suroccidente colombiano y proporcionan el contexto regional para el sismo de San José del Palmar del 10 de agosto de 2026. La Figura 4 presenta el marco tectónico regional y la localización de los eventos de 1925, 1979 y 2026 considerados en este estudio.

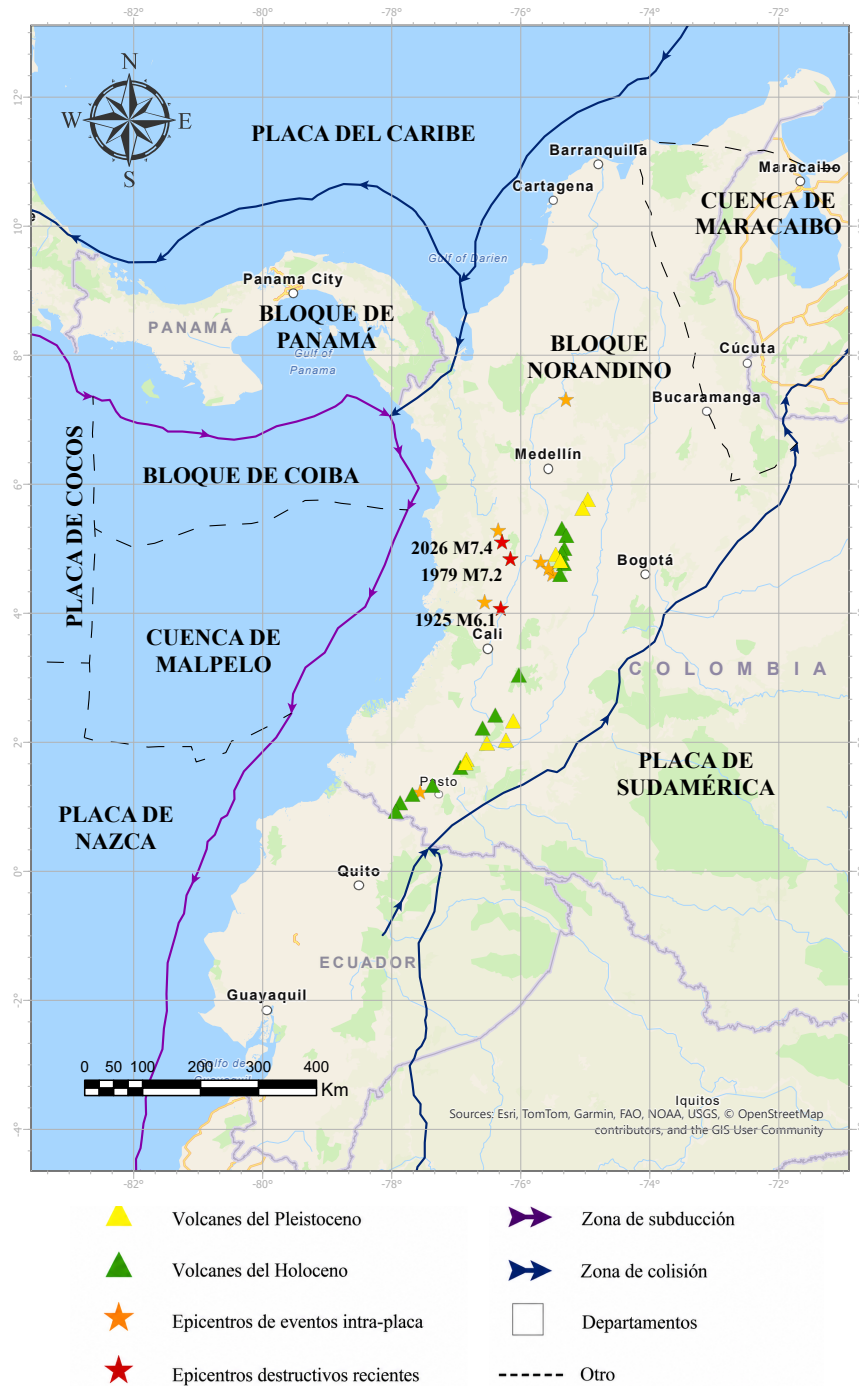


Figura 4. Contexto tectónico del Suroccidente colombiano y localización de eventos sísmicos relevantes. Fuente: modificado de *New Maps of Global Geological Provinces and Tectonic Plates* (Hasterok et al., 2022).

3. Microzonificación sísmica y sitios instrumentados

Las condiciones locales del subsuelo constituyen un elemento relevante para la interpretación de la demanda sísmica registrada en diferentes sectores de Cali. En esta sección se presentan las principales características de las microzonas sísmicas en las que se localizan los sitios considerados en el estudio, así como la distribución de los sitios instrumentados utilizados para el análisis del evento del 10 de agosto de 2026.

3.1. Microzonificación sísmica de Cali

En el año 2005, Ingeominas y el Departamento Administrativo de la Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) desarrollaron el estudio de microzonificación sísmica de Cali (Ingeominas & DAGMA, 2005). En dicho estudio, se identificaron 10 microzonas de respuesta sísmica en la ciudad. La Tabla 3 indica las zonas establecidas, con la correspondiente zona geotécnica y unidad geológica superficial. En las siguientes secciones se incluye un resumen de las zonas para las cuales se presentan registros de aceleraciones en este informe.

Tabla 3. Microzonas de respuesta sísmica identificadas en la ciudad de Cali.

Zona de respuesta sísmica	Zona geotécnica	Unidad geológica superficial
Zona 1	Roca y material intermedio	Rv, Rs, Iv y Is
Zona 2	Flujos y suelo residual	Sft, Sfa y Sv
Zona 3	Piedemonte	Sal2
Zona 4A	Abanico medio de Cali	Sal2
Zona 4B	Abanico distal de Cali y Menga	Sal2
Zona 4C	Abanico de Cañaveralejo	Sal2
Zona 4D	Abanico de Meléndez y Lili	Sal2
Zona 4E	Abanico de Pance	Sal2
Zona 5	Transición abanicos-llanura	Sal1 y Sal2
Zona 6	Llanura aluvial	Sal1, Sal4 y Sal5

donde, *Rv*: roca de origen volcánico, *Rs*: roca sedimentaria, *Iv*: material intermedio volcánico, *Is*: material intermedio sedimentario, *Sft*: suelo fluvio-torrencial, *Sfa*: suelo fluvio arcilloso, *Sv*: suelo residual de la formación volcánica, *Sal2*: abanicos aluviales, *Sal1*: llanura aluvial del río Cauca, *Sal4*: depósitos de pantanos aluviales, *Sal5*: zonas desecadas y rellenos de cauce .

3.1.1. Zona 1: Cerros

Comprende los barrios Menga, Santa Mónica, Fátima, Normandía, Mortiñal, San Francisco, Siloé, El Cortijo, Los Chorros, La Morelia, Cristales y San Fernando Viejo, entre otros. Corresponde

a las formaciones rocosas volcánicas y sedimentarias con materiales intermedios localizadas al occidente de la ciudad. En general, estas rocas se encuentran medianamente fracturadas, son pesadas, densas y muy duras, con un perfil de meteorización aproximado entre 5 y 10 m. Los periodos fundamentales son bajos, entre 0.20 y 0.30 s.

3.1.2. Zona 3: Piedemonte

Comprende los barrios San Fernando Viejo, Santa Isabel, El Lido, Cuarto de Legua, Puente Palma, Nuevo Refugio, Caldas, Belisario Caicedo, entre otros. Corresponde a los depósitos de piedemonte localizados en el sector occidental de los abanicos de Cañaveralejo, Cali, Bosque y Menga, con espesor aproximado de 300 m al terciario y 1000 m al basamento rocoso. Esta zona puede generar amplificaciones por cambios topográficos en la geometría de la cuenca y tiene periodos fundamentales entre 0.60 y 1.20 s, con un valor representativo de 0.95 s.

3.1.3. Zona 4A: Abanico medio de Cali

Los principales barrios en esta zona son Granada, Versalles, San Nicolás, La Merced, Barrio Obrero, San Pascual, Bretaña y Alameda, entre otros. Corresponde al Abanico medio del Río Cali que abarca la zona central de la ciudad. Esta zona se caracteriza por la presencia de una capa superficial de arcillas limosas, con espesores entre 5 y 15 m, siendo los menores en las cercanías al río Cali. Bajo este estrato se presenta una serie de intercalaciones de cantos y bloques subredondeados con capas de arcilla de 10 m de espesor promedio. El espesor aproximado de los depósitos es de 400 m al terciario y 1200 m al basamento rocoso. Esta zona tiene periodos fundamentales entre 1.0 y 1.3 s, con un valor promedio de 1.1 s.

3.1.4. Zona 4C: Abanico de Cañaveralejo

Comprende los barrios El Cedro, San Fernando, Colseguros, Tequendama, Los Cámbulos, Panamericano, Primero de Mayo, Los Fundadores, entre otros. Corresponde al Abanico del Río Cañaveralejo localizado al sur del abanico medio del Río Lili. Los depósitos se caracterizan por la presencia de suelos arcillosos y limosos con intercalaciones de capas de material orgánico de hasta 1 m de espesor. Esporádicamente se pueden encontrar lentes de arena fina y algunas gravas, pero en muy poca proporción. El espesor aproximado de los depósitos es de 600 m al terciario y 1200 m al basamento rocoso. Esta zona tiene periodos fundamentales entre 1.5 y 2.0 s, con un valor promedio de 1.8 s.

3.1.5. Zona 4D: Abanico de Meléndez y Lili

Comprende los barrios Alférez Real, Ciudad Capri, Las Quintas de Don Simón, El Limonar, El Ingenio, Univalle y parte de Ciudad Jardín. Corresponde al Abanico del Río Meléndez y Lili, al sur de la ciudad. Se caracteriza por la presencia de suelo limoso de consistencia dura de aproximadamente 10 m de espesor. Esta capa suprayace estratos de gravas, cantos y bloques de rocas diabásicas, en matriz areno-arcillosa con intercalaciones de arcillas duras. El espesor aproximado de los depósitos varía

entre 100 y 200 m al terciario y 600 m al basamento rocoso. Esta zona tiene periodos fundamentales entre 0.5 y 1.3 s, con un valor promedio de 1.0 s.

3.1.6. Zona 6: Llanura Aluvial

Sobre esta zona se localiza parte de Navarro, algunos sectores de Aguablanca, los barrios Unión de Vivienda Popular Ciudad Córdoba, Laureano Gómez, Antonio Nariño, Alirio Mora Beltrán, Comuneros (Laguna de Regulación), Decepaz, Pizamos, Alfonso López, Petecuy, San Luis, Alcázares y Floralia. Corresponde a la Llanura Aluvial del río Cauca, localizada en el sector oriental de la ciudad. Está conformada por depósitos antiguos del río Cauca, dejados a lo largo de la evolución y divagación del cauce. Se caracteriza por la presencia de una capa de materiales limo arcillosos sobreconsolidados de espesor entre 5 y 10 m, bajo los cuales se presenta un depósito de arenas finas normalmente consolidadas, de compacidad suelta a media. Este depósito tiene aproximadamente 10 m de espesor, y en profundidad los depósitos aumentan su tamaño y compacidad hasta encontrar gravas finas y gruesas de alta compacidad. El espesor aproximado de los depósitos varía entre 800 y 1400 m al terciario y entre 1600 y 2200 m al basamento rocoso. Esta zona tiene periodos fundamentales entre 1.4 y 1.75 s, y en algunos sectores como Navarro pueden llegar hasta 2 s.

3.2. Sitios instrumentados

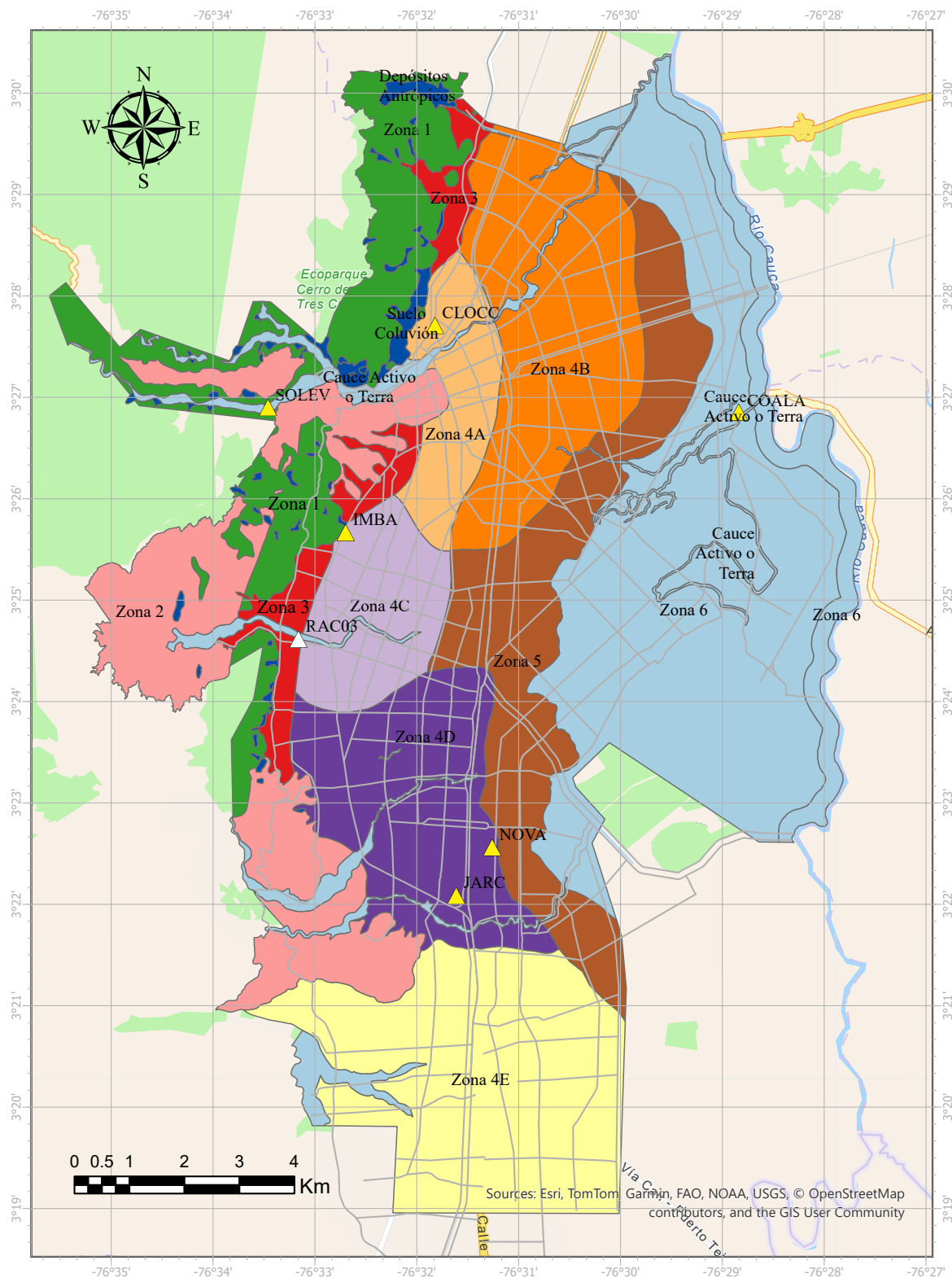
Se obtuvieron registros de siete sitios instrumentados, dos en campo libre: RAC03 y COALA y cinco en la base de los edificios: Nova Club, Imbanaco, Solevante, Jardín Central y Clínica de Occidente. Estos sitios se encuentran distribuidos en seis de las diez microzonas sísmicas de la ciudad, permitiendo comparar registros obtenidos bajo diferentes condiciones locales de sitio. La Tabla 4 muestra los sitios considerados, su localización dentro de la microzonificación sísmica de Cali y el periodo característico de cada microzona. La Figura 5 ilustra las diferentes microzonas sísmicas de la ciudad con la correspondiente ubicación de los siete sitios instrumentados.

Tabla 4. Sitios instrumentados considerados en el estudio.

Sitio instrumentado	Código estación	Coordenadas		Microzona sísmica	Periodo característico de la microzona [s]
		Latitud	Longitud		
Seminario Teológico Bautista	RAC03	3.408836	-76.552635	Zona 3	0.95
Edificio Nova Club	NOVA	3.374694	-76.520998	Zona 4D	1.0
Clínica Imbanaco	IMBA	3.426428	-76.544975	Zona 4C	1.8
Edificio Solevante	SOLEV	3.446993	-76.557669	Zona 1	0.25
Edificio Jardín Central	JARC	3.366739	-76.526876	Zona 4D	1.0
Clínica de Occidente	CLOCC	3.460490	-76.530362	Zona 4A	1.1
PTAR Pto. Mallarino	COALA*	3.446248	-76.480659	Zona 6	1.58

*Centro de Observación y Análisis de Licuación en Aguablanca (COALA)

3 MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y SITIOS INSTRUMENTADOS



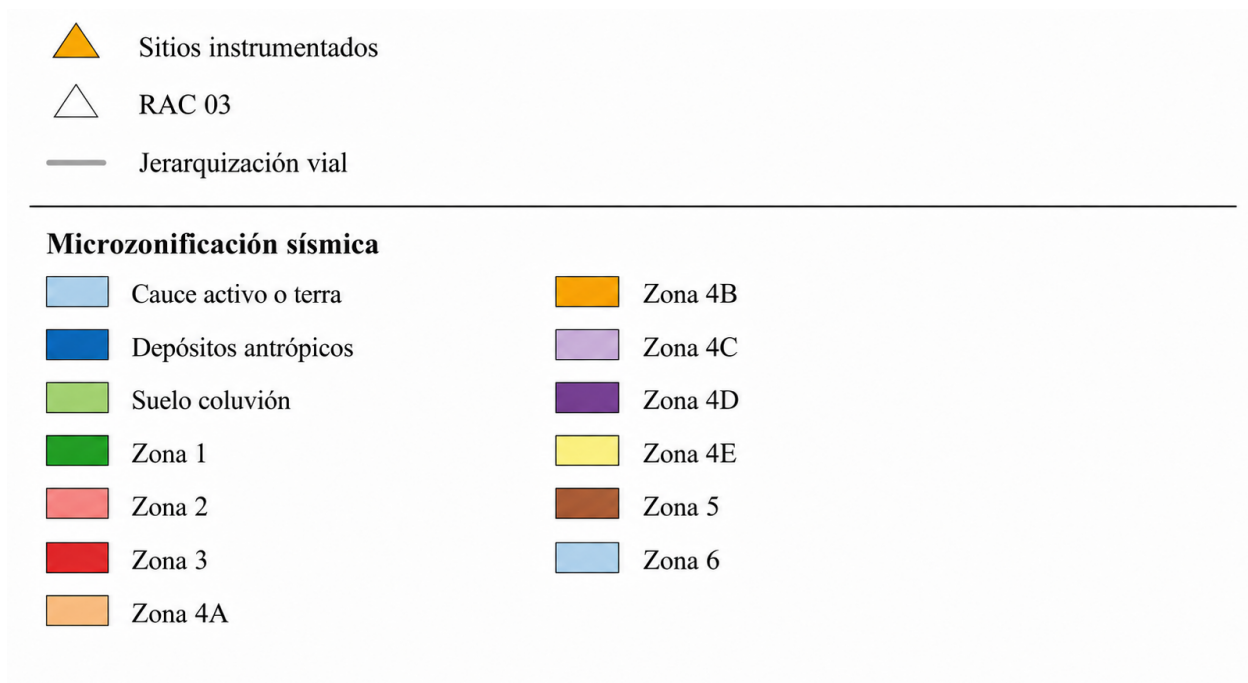


Figura 5. Mapa de microzonas sísmicas de Cali con los sitios instrumentados.

4. Datos y procesamiento de los registros

En esta sección se presentan los datos utilizados para el análisis y el procesamiento aplicado a los registros acelerográficos. Se describen los registros obtenidos en los sitios instrumentados de Cali, el registro regional en roca de la estación CTRUJ y las señales de diseño en roca seleccionadas por la Microzonificación Sísmica de Cali. Finalmente, se indican los parámetros utilizados para caracterizar la demanda sísmica. Los registros de aceleración fueron procesados mediante corrección de línea base y filtrado, el procesamiento se realizó independientemente para las componentes EW, NS y Z, y las aceleraciones procesadas se expresan en unidades de g. Las ventanas temporales de los registros pueden diferir entre estaciones debido a las características de adquisición y disparo de cada instrumento. Estas diferencias no afectan la determinación de las aceleraciones máximas ni el cálculo de los espectros de respuesta, los cuales se obtienen independientemente para cada registro.

4.1. Registros instrumentales en Cali

Las características principales de los registros acelerográficos de los sitios instrumentados incluidos en este informe se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Características de los registros acelerográficos.

Sitio instrumentado	Frecuencia de muestreo [Hz]	Ubicación del sensor	Instrumento
RAC03	100	Suelo	Kinematics
Edificio Nova Club	250	Base*	Wáleker
Clínica Imbanaco	200	Sótano	REFTEK
Edificio Solevante	200	Sótano	REFTEK
Edificio Jardín Central	250	Base**	Wáleker
Clínica de Occidente	250	Sótano	Wáleker
COALA	200	Suelo	SARA Electronic

*Instrumento instalado en base con dos sótanos por debajo.

**Instrumento instalado en base sin sótanos por debajo.

4.2. Registro regional en roca de Trujillo, Valle del Cauca

Además de los registros obtenidos en Cali, se utiliza el registro acelerográfico del mismo evento obtenido en la estación CTRUJ del Servicio Geológico Colombiano, localizada sobre roca en Trujillo, Valle del Cauca. Debido a las diferencias de localización, distancia a la fuente y trayectoria de propagación respecto de Cali, este registro no se utiliza para calcular factores de amplificación entre roca y suelo. Se emplea únicamente como referencia regional de la demanda registrada en roca. La

estación CTRUJ se encuentra a una distancia epicentral de aproximadamente 86 km, mientras que los sitios instrumentados de Cali se localizan a distancias cercanas a 180 km.

4.3. Señales de diseño en roca

Como referencia para la comparación con el registro regional en roca de Trujillo, se utilizaron señales de diseño seleccionadas en el Estudio de Microzonificación Sísmica de Cali. En dicho estudio, la desagregación de la amenaza sísmica permitió identificar tres ambientes sismotectónicos relevantes para la ciudad: fuentes corticales, subducción profunda y subducción superficial. Se seleccionaron diez señales acelerográficas internacionales representativas de estos escenarios, correspondientes a registros obtenidos en roca (Ingeominas & DAGMA, 2005).

Para el escenario de subducción profunda se seleccionaron tres registros correspondientes a Japón (2003), Perú (1974) y Chile (2005). En el presente estudio se dispone de dos de estas señales: Japón (2003), M7.0, profundidad de 61 km y distancia epicentral de 89 km; y Chile (2005), M7.9, profundidad de 117 km y distancia epicentral de 119 km. Estos registros se emplean como señales de diseño en roca para el escenario de subducción profunda y se comparan con el registro obtenido durante el sismo de 2026 en la estación CTRUJ.

4.4. Parámetros de demanda sísmica considerados

A partir de los registros de aceleración procesados se determinó, para cada componente, la aceleración máxima absoluta (*Peak Ground Acceleration* PGA) como fracción de la gravedad (g). También, para las componentes horizontales Este-Oeste (EW) y Norte-Sur (NS) se calcularon espectros de respuesta de pseudoaceleración $S_a(T)$, considerando un amortiguamiento viscoso equivalente del 5 % y periodos comprendidos hasta $T=5$ s.

Los registros de aceleración y los valores de la PGA se presentan en la Sección 5. Los espectros de respuesta se presentan en la Sección 6 y, para los sitios instrumentados de Cali, se comparan con los espectros de diseño establecidos por las reglamentaciones sismorresistentes colombianas CCCSR-84 (Ministerio de Obras Públicas y Transporte & Sociedad Colombiana de Ingenieros, 1984), NSR-98 (Ministerio de Desarrollo Económico & Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 1998) y NSR-10 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), así como con los espectros definidos por la Microzonificación Sísmica de Cali (Ingeominas & DAGMA, 2005) para la microzona correspondiente a cada sitio. Para la estación CTRUJ, localizada en roca, el espectro registrado se compara tanto con los espectros obtenidos para las señales de diseño en roca de Japón (2003) y Chile (2005), como con los espectros normativos correspondientes a condición de roca.

5. Registros de aceleración

En esta sección se presentan los registros de aceleración y los valores de PGA correspondientes a los sitios instrumentados considerados en el estudio. Las Figuras 6 a 12 presentan los registros de aceleración de los siete sitios instrumentados de Cali en las componentes EW, NS y Z. La Figura 13 compara las componentes horizontales del registro obtenido en la estación CTRUJ durante el sismo de San José del Palmar de 2026 con las señales de diseño en roca de Japón (2003) y Chile (2005), seleccionadas por la Microzonificación Sísmica de Cali (Ingeominas & DAGMA, 2005) para el escenario de subducción profunda. Finalmente, la Tabla 6 sintetiza los valores de PGA registrados en los sitios instrumentados de Cali.

5.1. RAC03

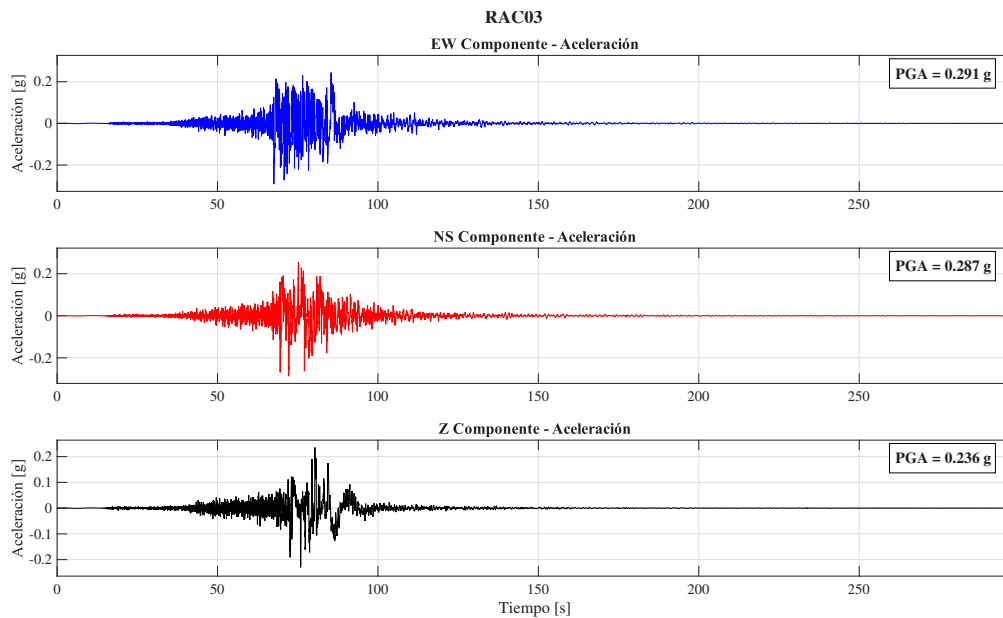


Figura 6. Registros de aceleración en la estación RAC03 (Zona 3).

5.2. Nova Club

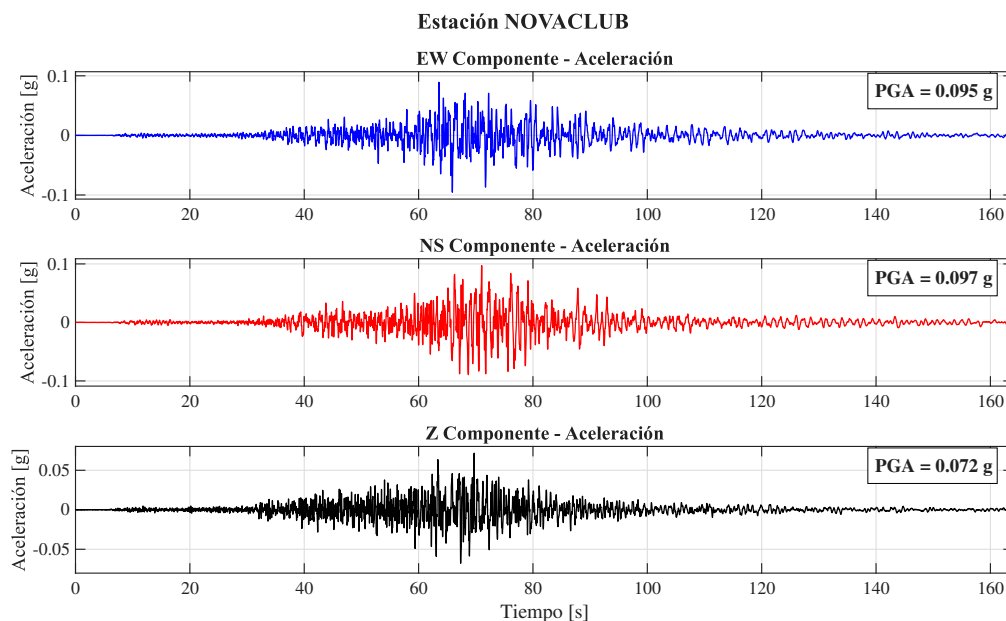


Figura 7. Registros de aceleración en la estación Nova Club (Zona 4D).

5.3. Clínica Imbanaco

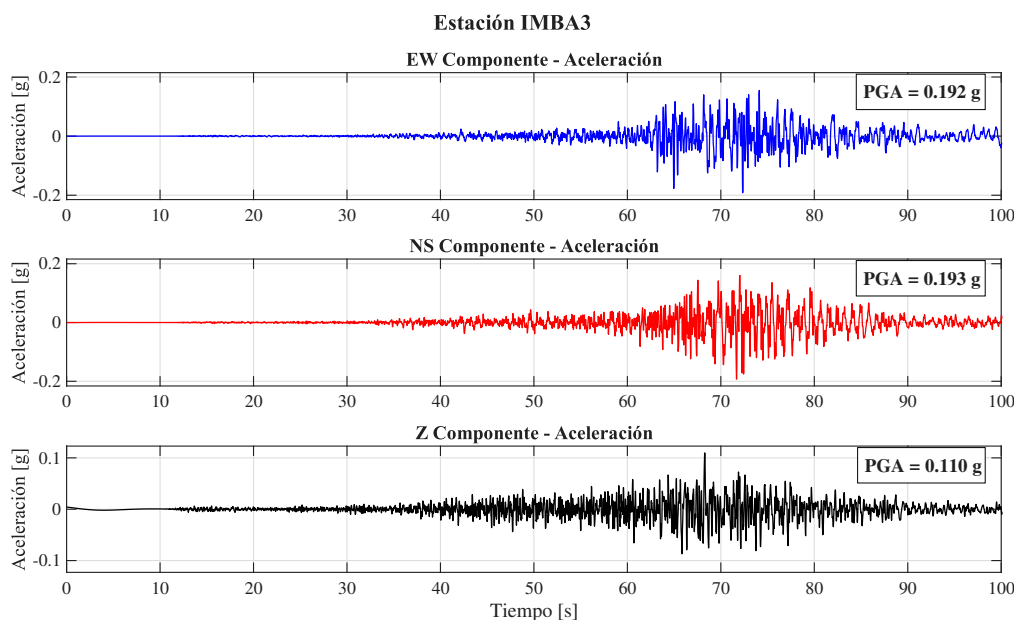


Figura 8. Registros de aceleración en la Nueva Clínica Imbanaco (Zona 4C).

5.4. Solevante

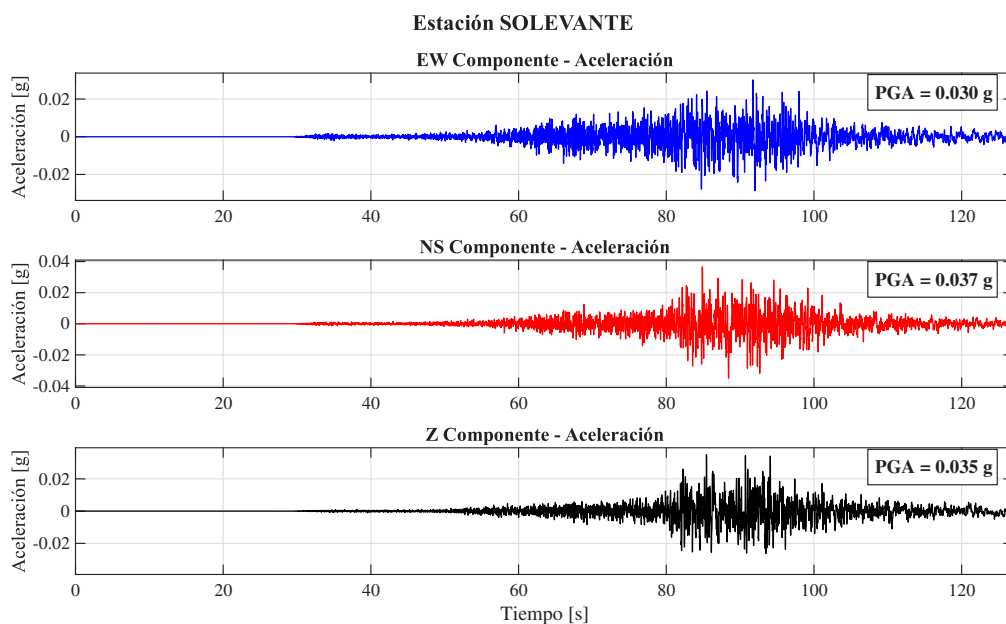


Figura 9. Registros de aceleración en Solevante (Zona 1).

5.5. Jardín Central

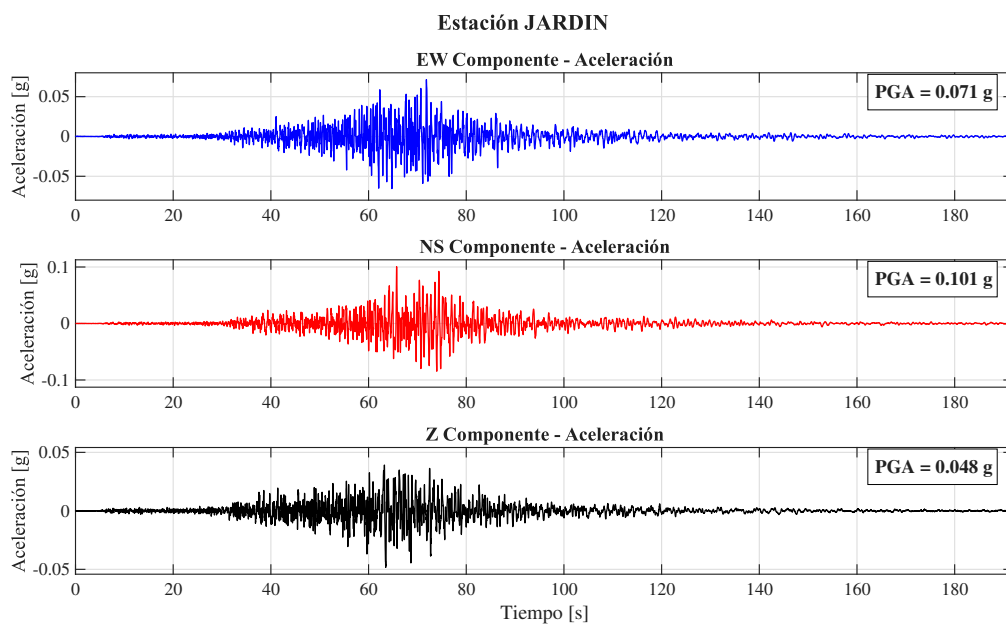


Figura 10. Registros de aceleración en Jardín Central (Zona 4D).

5.6. Clínica de Occidente

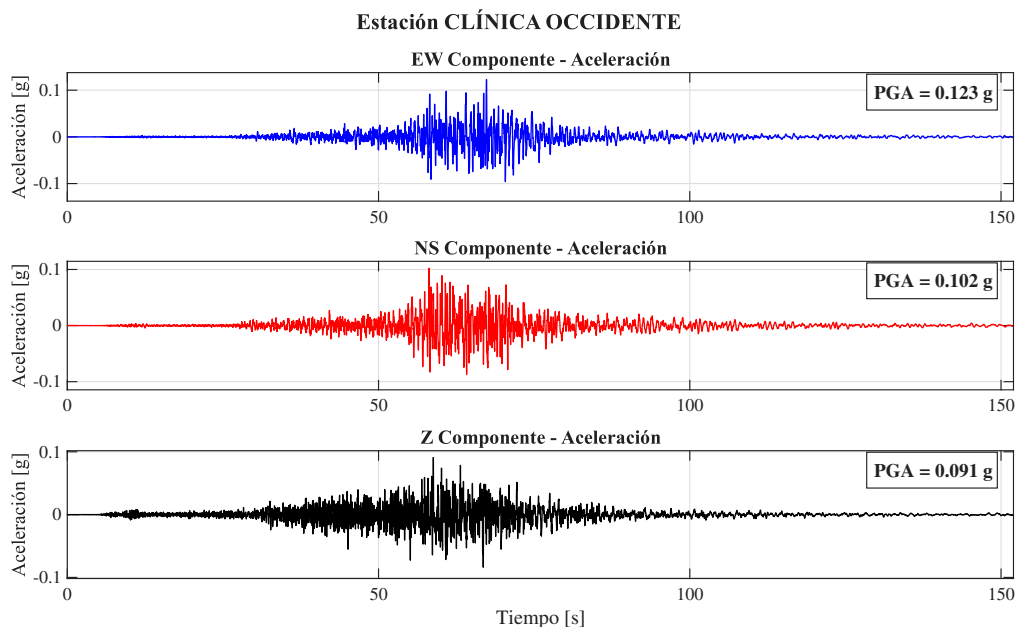


Figura 11. Registros de aceleración en Clínica Occidente (Zona 4A).

5.7. COALA

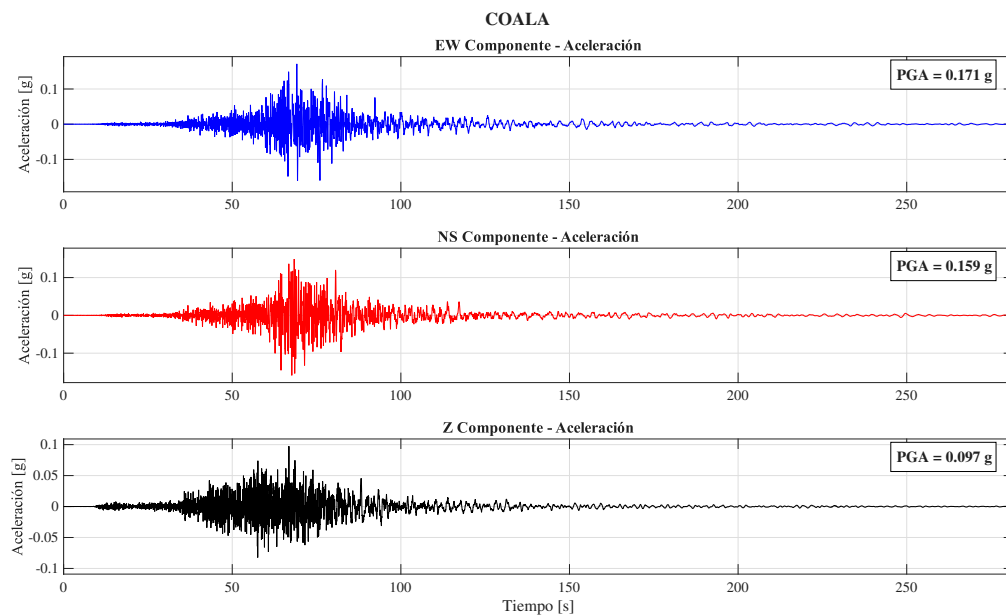


Figura 12. Registros de aceleración en el observatorio COALA (Zona 6).

5.8. Registro en roca de Trujillo y señales de diseño

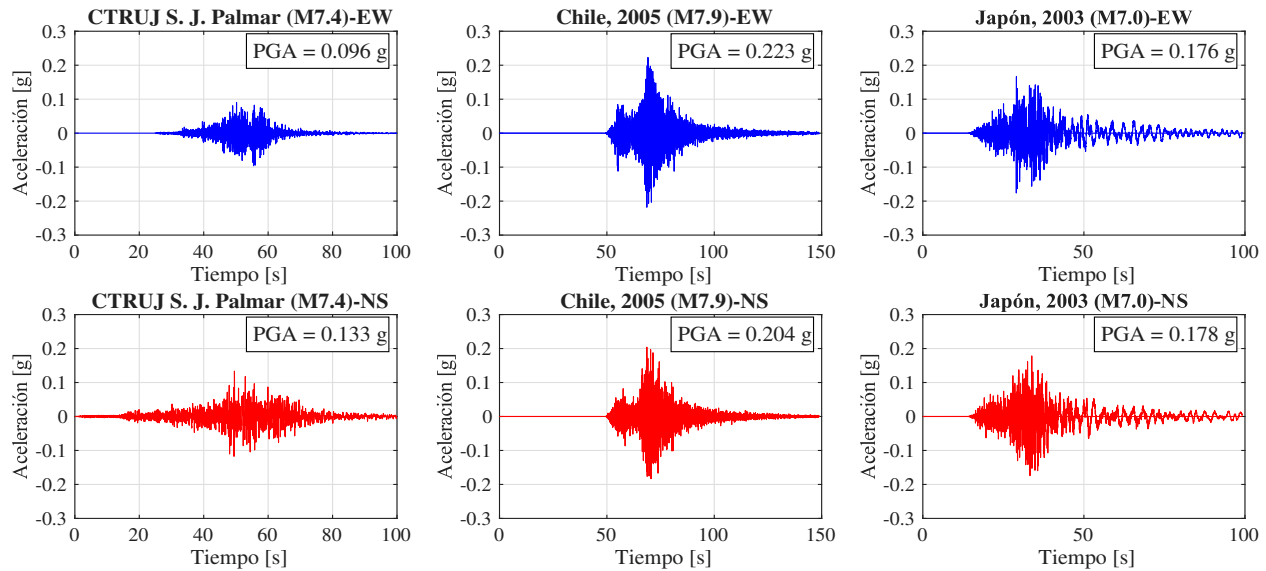


Figura 13. Comparación de los registros de aceleración horizontal de la estación CTRUI durante el sismo de San José del Palmar con dos de las señales de diseño en roca seleccionadas por la Microzonificación Sísmica de Cali para el escenario de subducción profunda: Japón (2003) y Chile (2005).

5.9. Comparación de las aceleraciones máximas registradas en Cali

Tabla 6. Aceleraciones máximas registradas en los sitios instrumentados de Cali.

Sitio	Microzona sísmica	PGA EW [g]	PGA NS [g]	PGA Z [g]
RAC03	Zona 3	0.29	0.29	0.24
Edificio Nova Club	Zona 4D	0.10	0.10	0.07
Clínica Imbanaco	Zona 4C	0.19	0.19	0.11
Edificio Solevante	Zona 1	0.03	0.04	0.04
Edificio Jardín Central	Zona 4D	0.07	0.10	0.05
Clínica de Occidente	Zona 4A	0.12	0.10	0.09
COALA	Zona 6	0.17	0.16	0.10

6. Espectros de respuesta

En esta sección se presentan los espectros de respuesta de pseudoaceleración obtenidos para los registros considerados en el estudio, con un amortiguamiento del 5 %. Las Figuras 14 a 20 presentan los espectros de los siete sitios instrumentados en Cali y su comparación con los espectros normativos y con los definidos por la Microzonificación Sísmica de Cali para la microzona correspondiente. Se usó un coeficiente de importancia de 1.0 para los espectros normativos. Para la estación CTRUJ, localizada en roca, la Figura 21 compara el espectro registrado durante el sismo de San José del Palmar de 2026 con los espectros normativos correspondientes a condición de roca, mientras que la Figura 22 lo compara con los espectros de las señales de diseño en roca de Japón (2003) y Chile (2005), seleccionadas para el escenario de subducción profunda. Finalmente, la Tabla 7 sintetiza los principales parámetros de la demanda espectral registrada en los sitios instrumentados de Cali, incluyendo la máxima ordenada espectral, su periodo asociado y los valores de S_a en periodos seleccionados.

6.1. RAC03

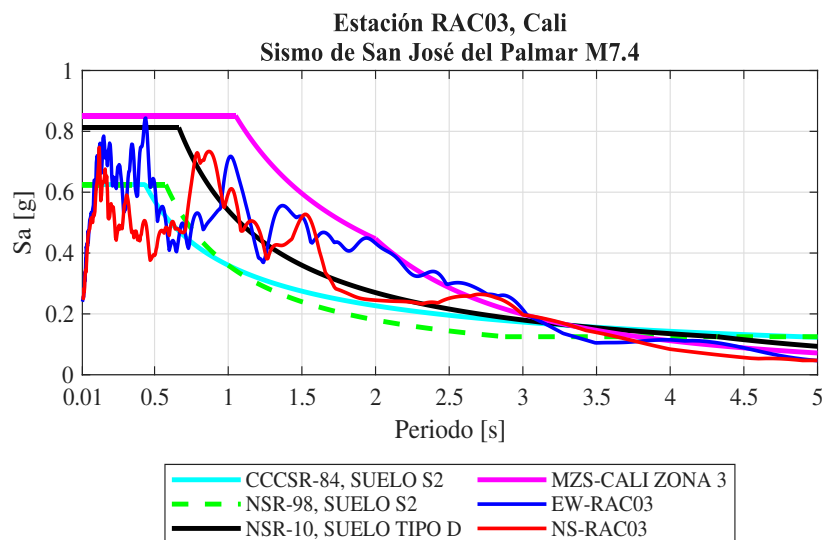


Figura 14. Espectros de respuesta de pseudoaceleración con 5 % de amortiguamiento para la estación RAC03, comparados con los espectros normativos y con el espectro correspondiente de la Microzonificación Sísmica de Cali.

6.2. Nova Club

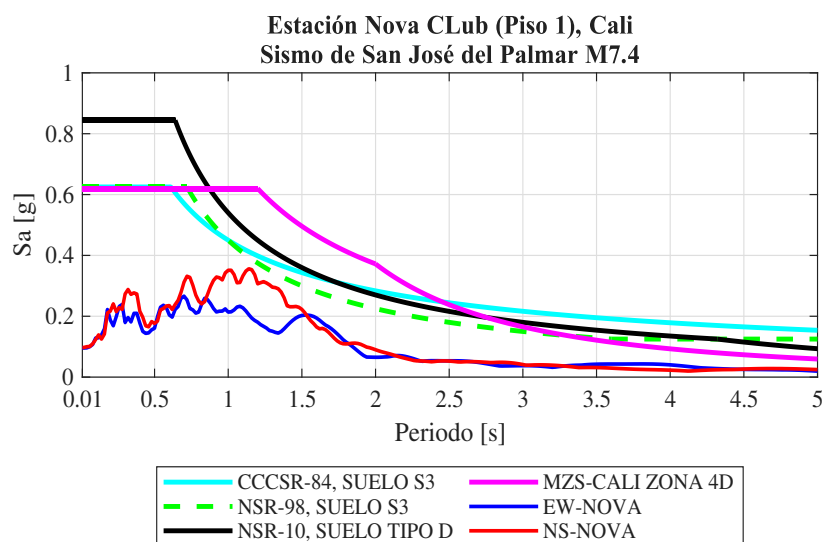


Figura 15. Espectros de respuesta de pseudoaceleración con 5 % de amortiguamiento para la estación en Nova Condominio Club, comparados con los espectros normativos y con el espectro correspondiente de la Microzonificación Sísmica de Cali.

6.3. Clínica Imbanaco

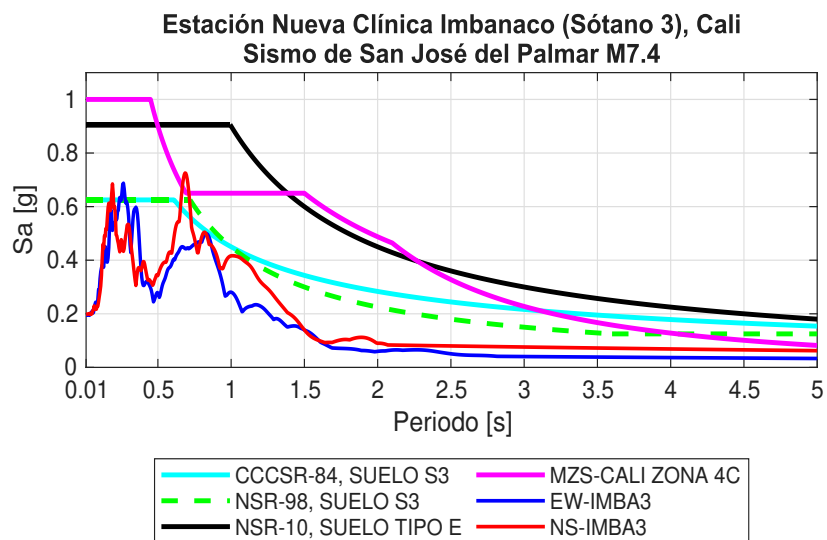


Figura 16. Espectros de respuesta de pseudoaceleración con 5 % de amortiguamiento para la estación en la nueva clínica Imbanaco, comparados con los espectros normativos y con el espectro correspondiente de la Microzonificación Sísmica de Cali.

6.4. Solevante

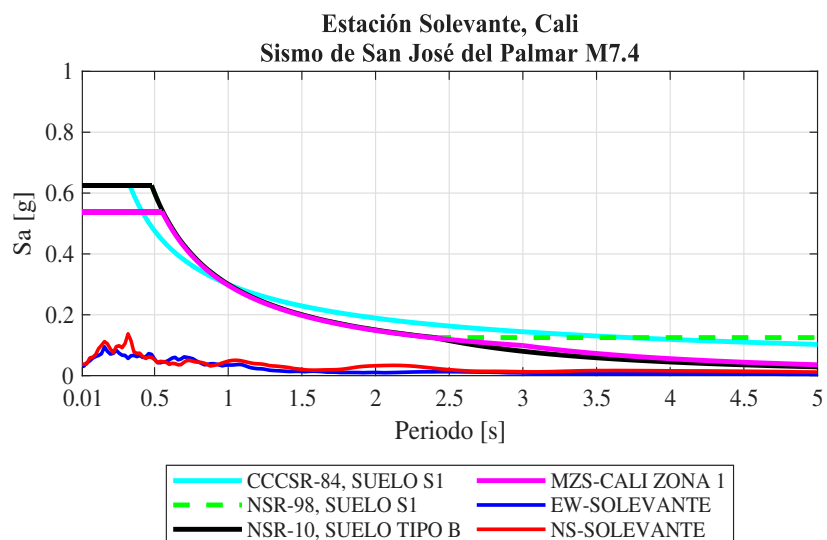


Figura 17. Espectros de respuesta de pseudoaceleración con 5 % de amortiguamiento para la estación en el conjunto residencial Solevante, Torre 2, comparados con los espectros normativos y con el espectro correspondiente de la Microzonificación Sísmica de Cali.

6.5. Jardín Central

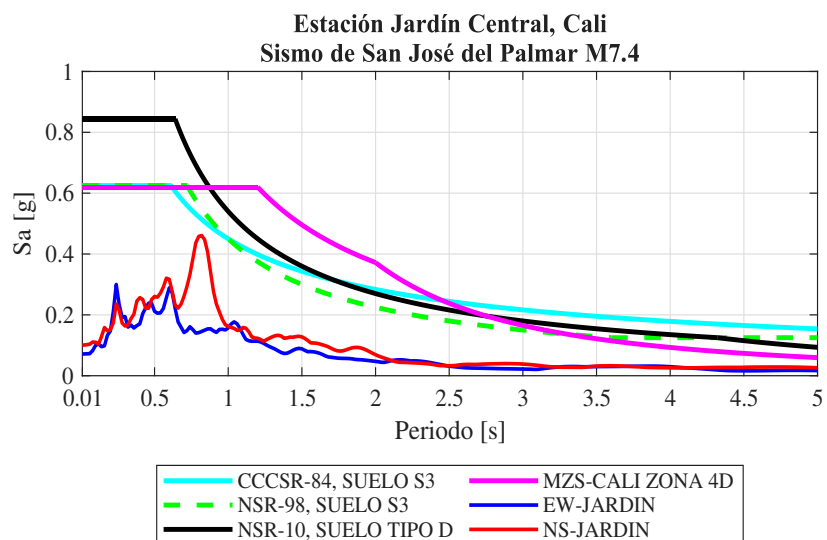


Figura 18. Espectros de respuesta de pseudoaceleración con 5 % de amortiguamiento para la estación en Jardín Central, comparados con los espectros normativos y con el espectro correspondiente de la Microzonificación Sísmica de Cali.

6.6. Clínica de Occidente

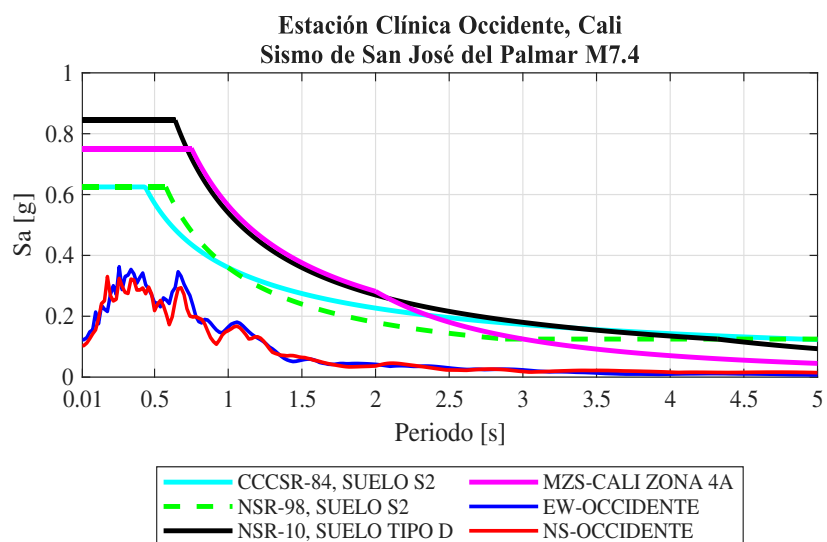


Figura 19. Espectros de respuesta de pseudoaceleración con 5 % de amortiguamiento para la estación en Clínica de Occidente, comparados con los espectros normativos y con el espectro correspondiente de la Microzonificación Sísmica de Cali.

6.7. COALA

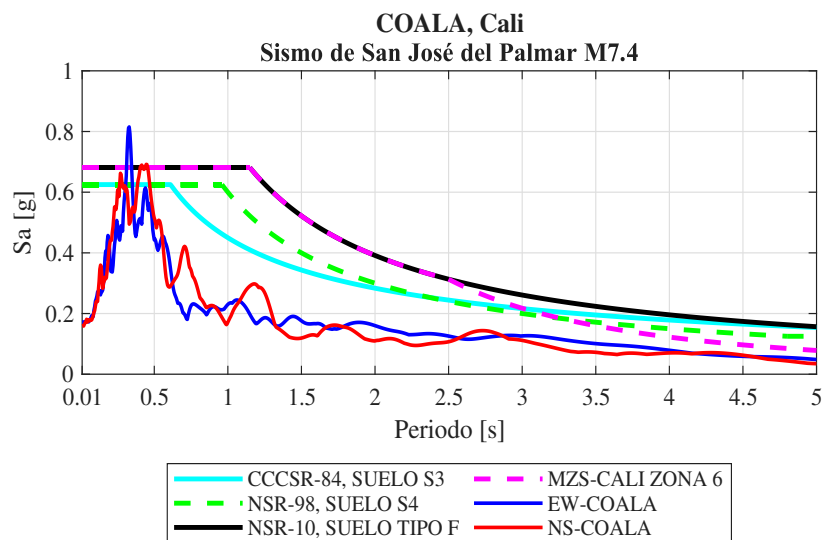


Figura 20. Espectros de respuesta de pseudoaceleración con 5 % de amortiguamiento para el observatorio COALA, comparados con los espectros normativos y con el espectro correspondiente de la Microzonificación Sísmica de Cali.

6.8. Trujillo

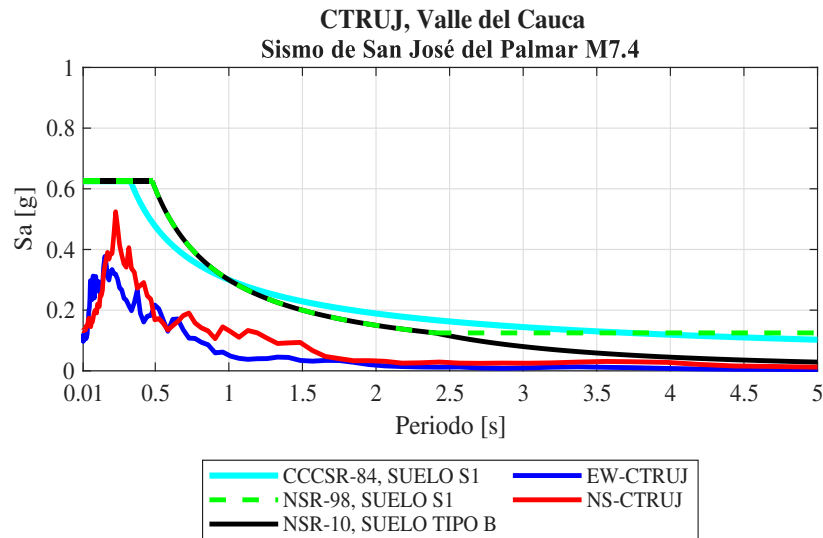


Figura 21. Espectros de respuesta de pseudoaceleración con 5 % de amortiguamiento para la estación CTRUJ, comparados con los espectros de diseño normativos.

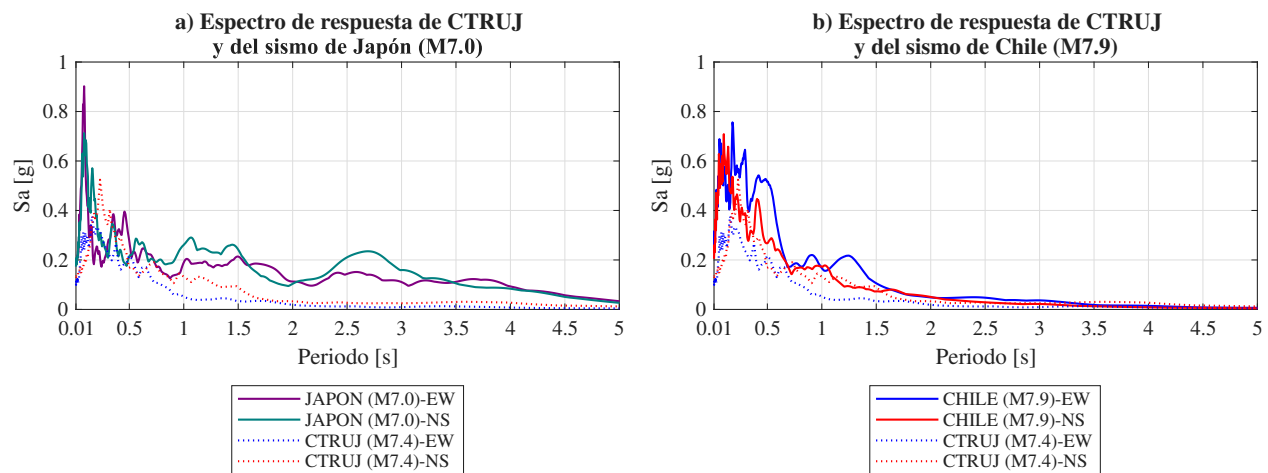


Figura 22. Espectros de respuesta de pseudoaceleración con 5 % de amortiguamiento del registro de CTRUJ comparados con las señales de diseño en roca de a) Japón (2003) y b) Chile (2005), seleccionadas por la Microzonificación Sísmica de Cali para el escenario de subducción profunda.

6.9. Síntesis de la demanda espectral

Para cada sitio, los valores de la Tabla 7 corresponden al mayor valor entre las componentes horizontales EW y NS para cada periodo considerado. La máxima ordenada espectral S_a máx y su periodo asociado se determinaron a partir de esta envolvente.

Tabla 7. Síntesis de la demanda espectral registrada.

Sitio	Microzona sísmica	Sa máx [g]	Periodo asociado [s]	Sa (0.5 s) [g]	Sa (1.0 s) [g]	Sa (2.0 s) [g]
RAC03	Zona 3	0.84	0.44	0.63	0.71	0.43
Edificio Nova Club	Zona 4D	0.36	1.14	0.17	0.35	0.090
Clínica Imbanaco	Zona 4C	0.73	0.68	0.34	0.42	0.090
Edificio Solevante	Zona 1	0.14	0.32	0.06	0.05	0.03
Edificio Jardín Central	Zona 4D	0.46	0.82	0.26	0.16	0.070
Clínica de Occidente	Zona 4A	0.36	0.26	0.25	0.16	0.04
COALA	Zona 6	0.82	0.33	0.52	0.23	0.16

7. Edificaciones colapsadas

En esta sección se presenta la información preliminar recopilada por el equipo de trabajo sobre las edificaciones colapsadas durante el sismo del 10 de agosto de 2026. Según datos de la Secretaría de Gestión del Riesgo de Cali, se identificaron 30 edificaciones colapsadas en la ciudad, hasta el 24/08/2026. La Tabla 8 lista las edificaciones colapsadas correspondientes a las cuatro zonas instrumentadas, con sus coordenadas y el número de pisos. Como se puede ver en la tabla, 27 de 30 edificaciones colapsadas se localizan en las microzonas correspondientes a los sitios instrumentados considerados en este estudio, mientras que las tres restantes se encuentran fuera de dichas microzonas. La Figura 23 presenta la distribución espacial de las edificaciones colapsadas, junto con la ubicación de los sitios instrumentados y las microzonas sísmicas de Cali.

A partir de la información en la Tabla 8 y la Figura 23 se puede examinar la localización de los colapsos en relación con las condiciones de sitio y los registros disponibles. Se observa una concentración importante de edificaciones colapsadas en algunos sectores de la ciudad. En particular, 22 de las 30 edificaciones identificadas, equivalentes al 73 %, se localizan en la Zona 4C. Entre estas se encuentra el colapso parcial de un sector del Hospital Universitario del Valle.

De acuerdo con la información disponible, una parte importante de las edificaciones colapsadas corresponde a construcciones aporricadas con muros divisorios de mampostería. En la cubierta predomina el uso de vigas de concreto como sistema de soporte y una variación entre tejas de barro, asbesto y zinc como revestimiento. La altura de las edificaciones se encuentra principalmente entre 4 y 8 pisos.

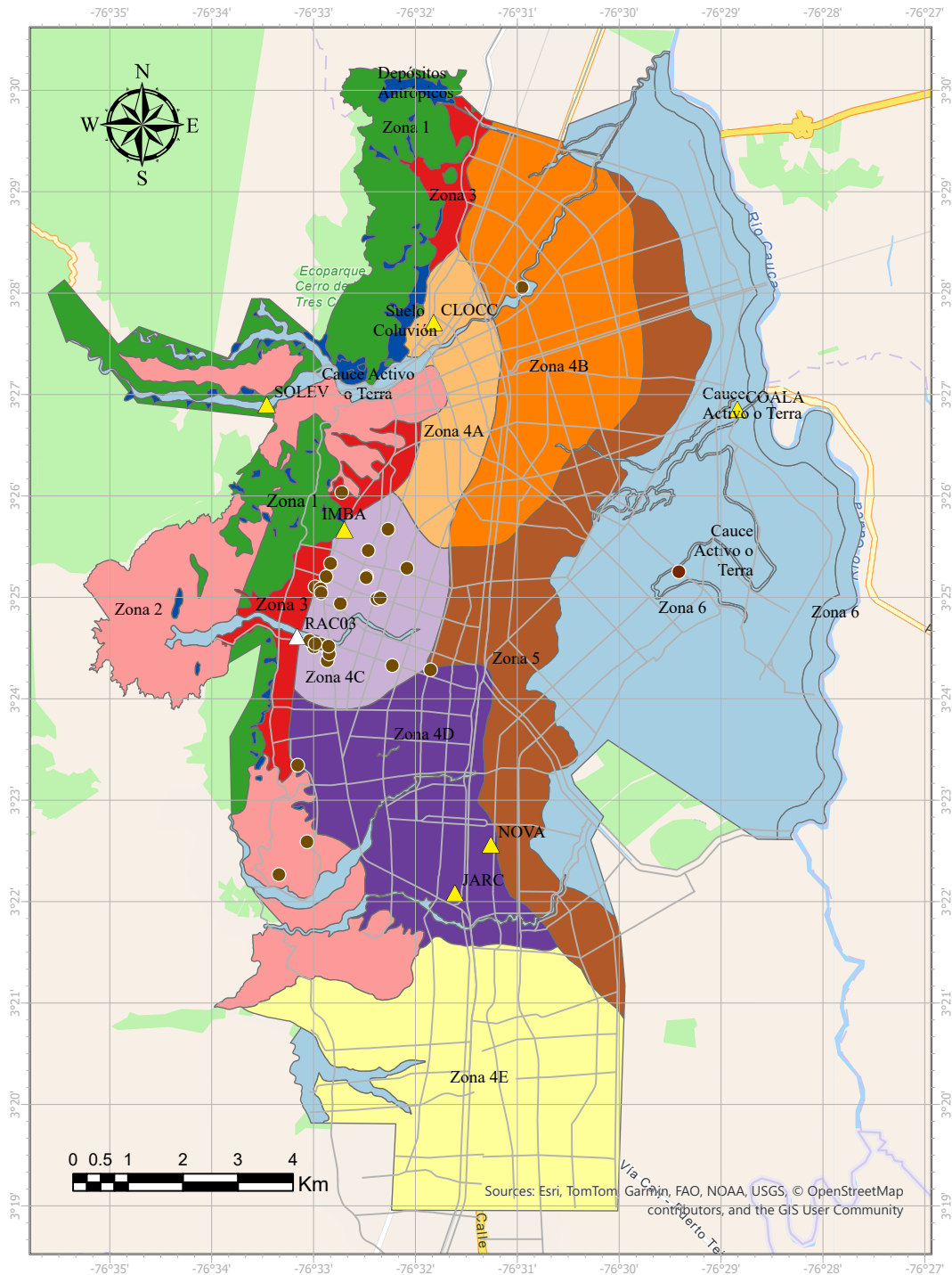
La información presentada tiene carácter preliminar y no constituye un inventario completo de las edificaciones y daños existentes en cada sector. De igual manera, la proximidad entre una edificación colapsada y un sitio instrumentado no implica que el registro obtenido en dicho sitio represente exactamente la demanda sísmica experimentada por la estructura. Por esta razón, la información sobre colapsos se utiliza como elemento complementario para la interpretación de los resultados.

Tabla 8. Ubicación, zona MZSC y número de pisos de edificaciones colapsadas en Cali.

Zona	Nombre	Latitud	Longitud	Dirección	Número de pisos
3	Edificio Coral	3.433920	-76.545395	Cra. 35 n.º 4-08, barrio El Sindicato	6
	Alhambra Oriental	3.418398	-76.549758	Cra. 47 n.º 4-15, barrio El Lido	7
4C	Drogas la Rebaja	3.420084	-76.547942	Cra. 44 n.º 16-05, loc. 6 y 7 (esquina), barrio Tequendama	1
	La Sevillana Parrilla, Cañavalejo Mall	3.408659	-76.547552	Cl. 5 n.º 56-16, loc. 03, barrio Cuarto de Legua	1
	Panadería Quintapan	3.422253	-76.547217	Cl. 5 n.º 39-227, barrio Tequendama	2
	Edf. residencial	3.376408	-76.551086	Cra. 94 n.º 70, barrio Bajo Jordán	3
	Casa	3.427863	-76.537820	Cl. 8 n.º 32-32, barrio Eucarístico	3
	Edificio Molino Rojo	3.421459	-76.534726	Cl. 10 n.º 38-21, barrio Olímpico	4
	Unidad Residencial Asturias	3.406262	-76.547773	Cl. 5 n.º 60-64, barrio Cuarto de Legua	4
	Unidad Residencial Antonio Nariño	3.418067	-76.548880	Cra. 47 n.º 4-157, barrio El Lido	4
	Antonio Nariño etapa 4	3.417417	-76.548771	Cra. 48 n.º 4-163, barrio El Lido	4
	Edificio Laverdy	3.405468	-76.537123	Cl. 12a n.º 56-4, barrio Panamericano	5
	Edificio El Bambú	3.419906	-76.541388	Cl. 7 n.º 39-119, barrio Los Cámbulos	5
	Unidad Residencial Cuarto De Legua	3.407363	-76.547452	Cra. 57 n.º 4-46, barrio Cuarto de Legua	6
	Edf. Torre Cañavalejo 1	3.408530	-76.549935	Cl. 3 n.º 56-68, barrio Cuarto de Legua	6
	Edificio Archinie	3.420123	-76.541317	Cra. 41 n.º 7-05, barrio Los Cámbulos	7
	Edificio Vanessa	3.416610	-76.539244	Cra. 44 n.º 9-35, barrio Los Cámbulos	7
	Hotel Metrópolis Plaza	3.416383	-76.539639	Cra. 44 n.º 50-45	7
	Edificio Multifamiliar Los Laureles	3.416567	-76.539073	Cra. 44 n.º 9A-09, barrio Los Cámbulos	7

Tabla 8, continuación.

Zona	Nombre	Latitud	Longitud	Dirección	Número de pisos
4C	Edificio Ana Pilar	3.409021	-76.548858	Cra. 56 n.º 3-88, barrio Cuarto de Legua	7
	Edificio Alcazaba	3.448742	-76.553093	Cra. 2a n.º 12-67 Oeste, barrio Santa Teresita	7
	Edificio Sottomonte	3.409572	-76.550634	Cra. 56 n.º 2-157, barrio Cuarto de Legua	8
	Edificio residencial	3.415657	-76.545619	Cl. 5e n.º 46-92, barrio Tequendama	11
	Edificio Atalanta	3.408237	-76.547715	Cra. 57 n.º 4-49, barrio Cuarto de Legua	13
4D	Urbanización El Danubio	3.389091	-76.552602	Cra. 74 n.º 1C-140, barrio Los Farallones	5
	Edif. Vientos de Guadalupe	3.404761	-76.530862	Cl. 14 n.º 54-15, barrio Santa Anita	8
6	Notaría 20	3.420918	-76.551086	Cra. 28D n.º 72W-14, barrio Poblado 2	4
Sin instrumental	Unidad Residencial Bueno Madrid Etapa 2	3.467601	-76.515889	Cl. 36 Norte n.º 3B Norte-49, barrio Bajo Jordán	3
	Torre Multifamiliar	3.376501	-76.551069	Cra. 94 n.º 2A-02, barrio Jordán	3
	Altos de Santa Helena T 83-84	3.371105	-76.555669	Cl. 1C Oe. n.º 82, barrio Bajo Jordán	5



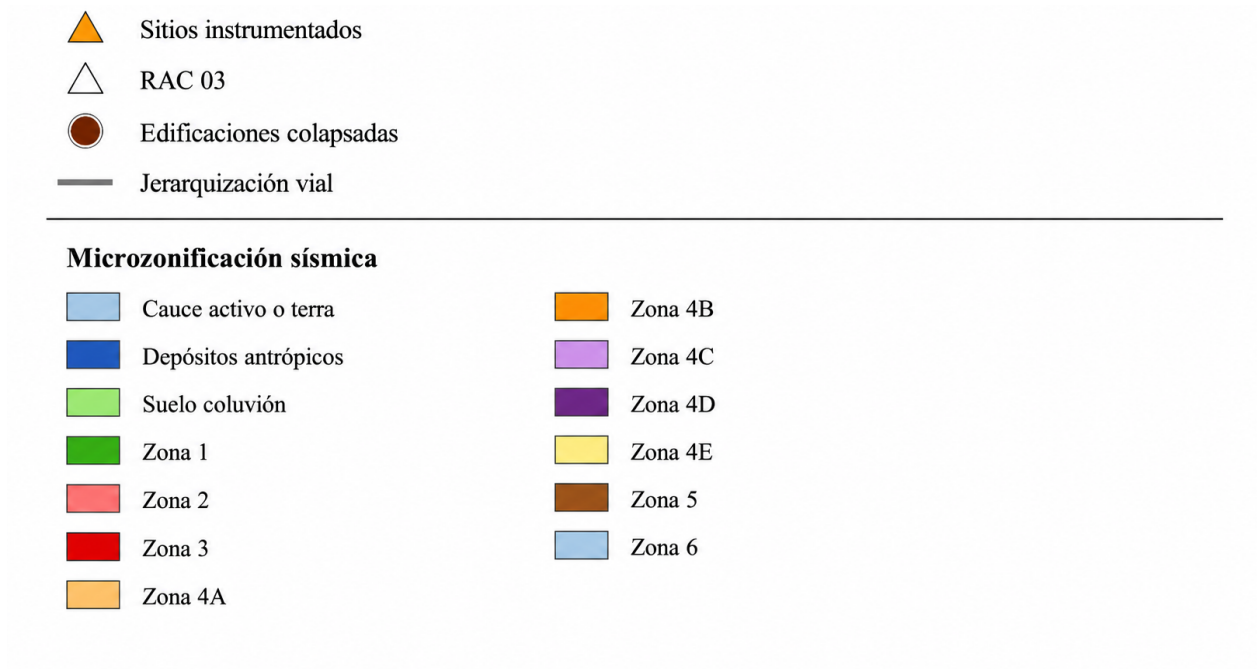


Figura 23. Edificaciones colapsadas identificadas en el entorno de los sitios instrumentados.

8. Discusión

Los registros del sismo de San José del Palmar (M7.4) muestran diferencias claras entre los sitios instrumentados de Cali. Para los registros en campo libre (RAC03 y COALA), RAC03 presentó las mayores PGA horizontales, con 0.29 g en las componentes EW y NS, aproximadamente, mientras que en COALA se obtuvieron valores de 0.17 g y 0.16 g para EW y NS, respectivamente. Esto equivale a un 70 % adicional para la RAC03, en comparación con COALA. Es necesario resaltar que, a pesar de que la RAC03 se encuentra en la Zona 3 según el Estudio de Microzonificación Sísmica de la ciudad, su ubicación es muy cercana al límite con la Zona 4C, donde se evidenció la mayoría de los colapsos y posibles amplificaciones de la onda sísmica, según lo observado en los registros de aceleración de la RAC03. Como se mencionó en la Sección 3, la Zona 4C se caracteriza por la presencia de suelos arcillosos y limosos con intercalaciones de capas de material orgánico y periodos fundamentales promedio de 1.8 s. Aunque bajo el estudio de microzonificación sísmica actual, la proximidad de RAC03 al límite de la zona 4C no permite atribuir directamente la respuesta registrada en la estación a las características de esta microzona, será necesario hacer algunas verificaciones adicionales para entender mejor el comportamiento observado en esta estación o para ajustar los límites de cada zona.

A pesar de que los resultados de los instrumentos instalados en edificios pueden estar influenciados por la respuesta de la edificación o por las condiciones de instalación, y presentar diferencias en comparación con instrumentos instalados en campo libre, los registros permiten comparar la demanda sísmica registrada en los diferentes sitios considerados. Los edificios ubicados en las Zonas 4C (Clínica Imbanaco), 4A (Clínica de Occidente) y 4D (Edificio Nova Club) corresponden a los Abanicos de Cañavalejo, medio de Cali y de Meléndez y Lili, respectivamente. Estos depósitos se caracterizan por tener suelos limosos o arcillosos con periodos fundamentales promedio de 1.8, 1.1 y 1.0 s, respectivamente. Para este tipo de suelos, podría haber amplificaciones de la onda sísmica, lo cual puede estar relacionado con los valores de aceleración obtenidos de 0.19 g, 0.12 g y 0.10 g, respectivamente. Por otra parte, para el edificio en la Zona 1 (Solevante), con presencia de formaciones rocosas, donde no se esperan amplificaciones de la onda sísmica, los valores máximos de aceleración solo fueron de 0.03 g y 0.04 g para las direcciones EW y NS, respectivamente.

También se comparó el periodo asociado al máximo de cada espectro registrado con el rango de periodos fundamentales de la microzona correspondiente. En Nova Club y Jardín Central, ubicados en la Zona 4D, los máximos se presentan en 1.14 s y 0.82 s, respectivamente, los cuales están dentro del intervalo de 0.5–1.3 s definido para esta microzona. En Solevante, Zona 1, el máximo se presenta en 0.32 s, próximo al límite superior del intervalo de 0.20–0.30 s. En RAC03, el máximo de 0.44 s se encuentra ligeramente por debajo del intervalo de 0.60–1.20 s de la Zona 3. Para la Clínica de Occidente, aunque el máximo es de 0.26 s y hay un segundo pico cercano a 0.67 s, estos valores son bastante inferiores al intervalo de 1.0–1.3 s propuesto para la Zona 4A. Algo similar ocurre en COALA, con 0.33 s frente al intervalo de 1.4–1.75 s de la Zona 6; y en Imbanaco, con 0.68 s frente al intervalo de 1.5–2.0 s de la Zona 4C. Por tanto, la correspondencia entre el periodo del máximo espectral y el rango de la microzona se observa en algunos sitios, pero se aleja considerablemente en otros, lo cual será motivo de posteriores estudios detallados.

La comparación con los espectros de diseño muestra que, para algunos sitios, las ordenadas espectrales son mayores que las de diseño en algunos periodos. RAC03 presentó los intervalos más amplios por encima de CCCSR-84 y NSR-98, aproximadamente entre 0.1 y 0.5 s y entre 0.7 y 3.5 s. La demanda registrada presentó ordenadas superiores al espectro de NSR-10 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) aproximadamente en 0.4 s y entre 0.8 y 3.0 s, mientras hubo ligeras superaciones del espectro de la MZS-Cali Zona 3 alrededor de 2.4–3.0 s. En COALA, las superaciones de CCCSR-84 (Ministerio de Obras Públicas y Transporte & Sociedad Colombiana de Ingenieros, 1984) y NSR-98 (Ministerio de Desarrollo Económico & Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 1998) se concentraron aproximadamente entre 0.26 y 0.47 s. Cerca del máximo de la componente EW, en 0.33 s, también se alcanzaron valores superiores a NSR-10 y a la MZS-Cali. En Imbanaco, las superaciones se concentraron principalmente entre 0.65 y 0.73 s respecto de CCCSR-84 y NSR-98, y cerca del máximo principal registrado, en 0.68 s, respecto al espectro de la MZS-Cali. Es necesario resaltar que cerca de RAC03, COALA e Imbanaco se presentó la mayor cantidad de colapsos, lo cual es consistente con lo anteriormente expuesto. Por otra parte, Nova Club, Solevante, Jardín Central y Clínica de Occidente se mantuvieron por debajo de los espectros de referencia en todo el rango de periodos considerado.

La relación entre la demanda espectral y las edificaciones colapsadas se examinó comparando el periodo del máximo espectral con el periodo aproximado de las edificaciones próximas a los sitios instrumentados. Con fines comparativos, se utilizó como referencia la relación $T_a = 0.1N$, donde N es el número de pisos, establecida en la NSR-10 para la estimación aproximada del periodo de vibración de edificaciones aporticadas que cumplen las condiciones indicadas en el numeral A.4.2 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Las edificaciones de 4 a 8 pisos identificadas en los entornos de RAC03 e Imbanaco tendrían periodos aproximados entre 0.4 y 0.8 s. Este intervalo incluye el máximo de Imbanaco (0.68 s) y el máximo de RAC03 (0.44 s). Esta comparación es aproximada y no permite afirmar que la demanda registrada haya causado directamente los colapsos, especialmente en los registros tomados en las bases o sótanos de los edificios. Los registros corresponden a sitios próximos y no necesariamente a la ubicación exacta de las edificaciones. Además, el comportamiento sísmico de una edificación depende, entre otros factores, del sistema estructural, los materiales, la configuración, el detallado, la calidad de construcción, el mantenimiento y los requisitos sismorresistentes considerados en su diseño (Federal Emergency Management Agency, 2015).

CTRUIJ se utiliza como referencia regional en roca. La estación se encuentra a una distancia epicentral aproximada de 86 km, mientras que los sitios instrumentados de Cali se encuentran a distancias cercanas a 180 km. Sus PGA horizontales fueron de 0.096 g y 0.133 g, inferiores a las registradas en RAC03, Imbanaco y COALA. Aunque CTRUIJ está más cerca del epicentro, varios sitios de Cali registraron mayores aceleraciones, lo que muestra que la demanda sísmica no depende únicamente de la distancia al epicentro. Debido a las diferencias de distancia, trayectoria de propagación y condiciones locales, CTRUIJ no se utiliza para calcular factores de amplificación entre roca y suelo en Cali, pero si demuestra el efecto considerable del suelo en la gran variedad de la respuesta sísmica evidenciada en diferentes sitios de la ciudad de Cali durante el pasado sismo del 10 de agosto de 2026.

Como es de esperarse, la comparación espectral entre CTRUJ y las señales de diseño en roca muestra que la relación entre las demandas depende del periodo. Respecto a la señal de Japón (2003), CTRUJ presenta ordenadas espectrales superiores aproximadamente entre $T=0.17$ y 0.30 s, mientras que, fuera de este intervalo, la señal de diseño presenta, en general, mayores valores. Frente a la señal de Chile (2005), las ordenadas espectrales de CTRUJ permanecen por debajo de las correspondientes a la señal de diseño en prácticamente todo el rango de períodos analizados. Estos resultados muestran que, aunque las PGA de CTRUJ son inferiores a las de ambas señales de diseño en un rango importante de periodos, la comparación debe considerar el espectro completo, ya que la relación entre las demandas varía con el periodo. También resalta el importante efecto del suelo en la demanda sísmica, a pesar de que la señal en roca fue relativamente baja, incluso a menores distancias epicentrales, los registros en suelo en Cali, a mayores distancias epicentrales, mostraron valores importantes, hasta de 0.29 g para la estación RAC03.

9. Conclusiones y limitaciones

Los registros del sismo de San José del Palmar muestran una variación importante de la demanda sísmica entre los sitios instrumentados de Cali. RAC03 presentó las mayores PGA horizontales, cercanas a 0.29 g, mientras que Solevante registró los menores valores, del orden de 0.03 a 0.04 g.

La comparación espectral mostró que las superaciones de los espectros de diseño dependieron del sitio y del periodo. RAC03 presentó las superaciones más amplias, mientras que en Imbanaco y COALA se concentraron en intervalos más reducidos. Es necesario mencionar que cerca de estos tres sitios, hubo colapso de edificaciones. En Nova Club, Solevante, Jardín Central y Clínica de Occidente, la demanda registrada permaneció por debajo de los espectros de diseño de referencia en casi todo el rango de periodos analizado.

La comparación entre los periodos de máxima demanda espectral y los periodos fundamentales definidos por la Microzonificación Sísmica de Cali mostró correspondencia en algunos sitios, especialmente en la Zona 4D, pero no de manera general en todas las microzonas analizadas.

La comparación en roca (CTRUJ) presentó ordenadas espectrales superiores a la señal de Japón (2003) aproximadamente entre 0.17 y 0.30 s, mientras que se mantuvo por debajo de la señal de Chile (2005) en prácticamente todo el rango de períodos analizados. Las grandes aceleraciones mostradas en suelo en Cali, a pesar de los bajos valores en roca a menores distancias epicentrales, resaltan el importante efecto de los suelos en la demanda sísmica para algunas zonas de Cali.

En los sectores donde se identificaron edificaciones colapsadas se observaron algunas correspondencias entre los periodos aproximados de las edificaciones y los periodos asociados con los máximos espectrales. Estas observaciones son indicativas y no permiten establecer una relación causal entre la demanda registrada y los colapsos. Sin embargo, son el punto de partida para estudios mas detallados que permitan evaluar los límites y propiedades de los suelos en algunas microzonas sísmicas, al igual que las demandas sísmicas que deben ser consideradas para diseño, especialmente en las zonas mas afectadas.

Como trabajo futuro, y como parte de una siguiente versión de este informe, es necesario ampliar el inventario incorporando edificaciones que presentaron diferentes niveles de daño durante el evento, además de las edificaciones colapsadas consideradas en este estudio. Una base de datos más amplia permitiría examinar con mayor detalle las relaciones entre los efectos observados en las edificaciones, la PGA, la demanda espectral, los periodos característicos de las microzonas y los periodos aproximados de las estructuras. Esto permitirá evaluar si las tendencias identificadas en este análisis se mantienen para distintos niveles de daño.

A pesar de que el análisis tiene varias limitaciones, entre otras por la insuficiente información de estaciones en campo libre, los resultados constituyen un punto de partida para análisis mas detallados. Algunas de esas limitaciones son: (i) Los siete sitios instrumentados no cubren completamente todas las microzonas de Cali, aunque se incluyen registros en las zonas mas afectadas; (ii) Los instrumentos tienen diferentes condiciones de instalación, incluyendo estaciones en campo libre y sensores instalados en la base o sótanos de edificaciones, lo cual puede tener efectos inmersos de Interacción Suelo-Estructura; (iii) CTRUJ no constituye una estación de referencia en roca directamente asociada con los sitios de Cali, debido a su ubicación considerablemente mas cercana

al epicentro; (iv) la información sobre edificaciones colapsadas no corresponde a un inventario completo de las edificaciones de cada sector, el cual es sujeto a constante revisión y actualización.

Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial para el equipo de ingenieros y estudiantes de la Universidad del Valle, liderados por el profesor Albert Ortiz, quienes realizaron las inspecciones *in-situ* de las edificaciones afectadas por el terremoto del 10 de agosto.

Agradecemos a SSI Ingeniería S.A.S. así como a las administraciones de los edificios Nueva Clínica Imbanaco, Clínica de Occidente, Conjunto Residencial Solevante, Nova Condominio Club y Jardín Central Business Center por suministrar parte de la información necesaria en las edificaciones para la realización de este informe.

Al Centro de Observación y Análisis de Licuación en Aguablanca (COALA) de la Universidad del Valle y su director, el profesor Eimar Sandoval.

Al Observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente Colombiano (OSSO), de la Universidad del Valle y su director, el profesor Elkin de Jesús Salcedo.

Al Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) y a la Secretaría de Gestión del Riesgo de Cali.

Referencias

- Arcila, M., García, J., Montejo, J., Eraso, J., Valcárcel, J., Mora, M., Viganò, D., Pagani, M., & Díaz, F. J. (2020). *Modelo nacional de amenaza sísmica para Colombia*. Servicio Geológico Colombiano. <https://doi.org/10.32685/9789585279469>
- Federal Emergency Management Agency. (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook* (3.^a ed., inf. téc. N.º FEMA P-154). Federal Emergency Management Agency. Washington, DC.
- Grünthal, G. (Ed.). (1998). *European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98)* (Vol. 15). European Center for Geodynamics; Seismology. <https://www.gfz.de/en/section/seismic-hazard-and-risk-dynamics/data-products-services/ems-98-european-macroseismic-scale>
- Hasterok, D., Halpin, J. A., Collins, A. S., Hand, M., Kreemer, C., Gard, M. G., & Glorie, S. (2022). New Maps of Global Geological Provinces and Tectonic Plates. *Earth-Science Reviews*, 231, 104069. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104069>
- Ingeominas & DAGMA. (2005). Estudio de microzonificación sísmica de Santiago de Cali.
- Lay, T., & Wallace, T. C. (1995). *Modern Global Seismology*. Academic Press. Consultado el 22 de agosto de 2024, desde https://www.researchgate.net/publication/221678247_Modern_Global_Seimology
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10: Decreto 926 de marzo 19 de 2010*.
- Ministerio de Desarrollo Económico & Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (1998). *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98: Decreto 33 de 1998*.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte & Sociedad Colombiana de Ingenieros. (1984). *Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes: Decreto 1400 de junio 7 de 1984*.
- Ramírez, J. E., & Goberna, J. R. (1980). *Terremotos colombianos noviembre 23 y diciembre 12 de 1979: informe preliminar*. Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, Universidad Javeriana.
- Sarabia Gómez, A. M., Barbosa Castro, D. R., & Arcila, M. (2022). Macroseismic intensity data and effects of significant earthquakes in Colombia based on historical seismicity studies. <http://sish.sgc.gov.co/visor/>
- Servicio Geológico Colombiano. (2026). Resumen - San José del Palmar - Chocó, Colombia [Consultado el 22 de agosto de 2026].
- Stover, C. W., & Coffman, J. L. (1993). *Seismicity of the United States, 1568–1989 (revised)* (Professional Paper N.º 1527). U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.3133/pp1527>
- Taboada, A., Rivera, L. A., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bijwaard, H., Olaya, J., & Rivera, C. (2000). Geodynamics of the northern Andes: Subductions and intracontinental deformation (Colombia). *Tectonics*, 19(5), 787–813. <https://doi.org/10.1029/2000TC900004>
- Thingbaijam, K. K. S., Martin Mai, P., & Goda, K. (2017). New Empirical Earthquake Source-Scaling Laws. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 107(5), 2225–2246. <https://doi.org/10.1785/0120170017>

- Yamanaka, Y., & Tanioka, Y. (2021). Study on the 1906 Colombia-Ecuador Megathrust Earthquake Based on Tsunami Waveforms Observed at Tide Gauges: Release Variation of Accumulated Slip Deficits in the Source Area. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 126(5), e2020JB021375. <https://doi.org/10.1029/2020JB021375>