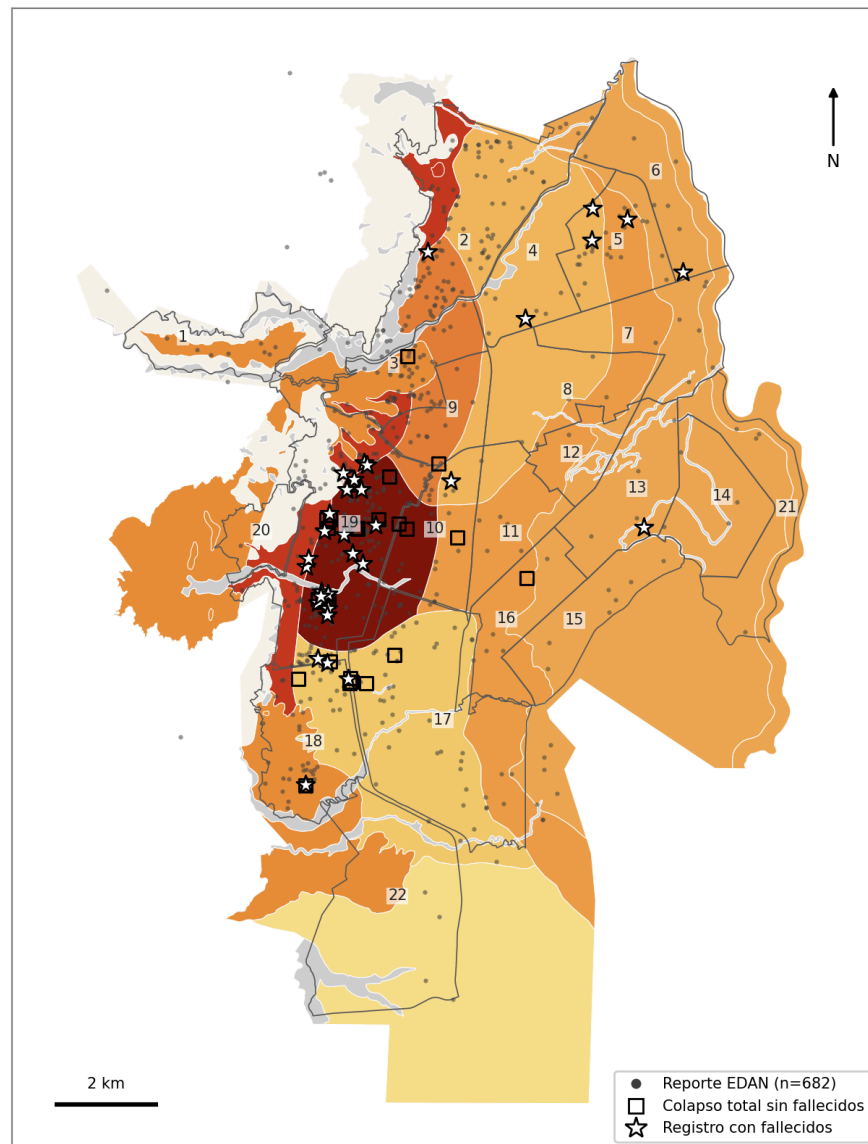


CALI SOBRE SU PROPIO SUELO

Análisis geoestadístico de las hipótesis
sobre el sismo del 10 de agosto de 2026

Por: Harold Medina Garzón & Carlos Duarte

Daño registrado el 10 de agosto sobre el mapa de demanda





CALI SOBRE SU PROPIO SUELO:

Análisis geoestadístico de las hipótesis sobre el sismo del 10 de agosto de 2026

Por **Harold Medina Garzón*** & **Carlos Duarte****

El sismo del 10 de agosto de 2026 no fue un evento caprichoso en su distribución; por el contrario, su huella de destrucción dibujó sobre la trama urbana de Cali una cartografía precisa de la vulnerabilidad acumulada. Mientras los reportes de daños fluían hacia la Secretaría de Gestión del Riesgo, comenzó a emerger un patrón espacial ineludible: el desastre no se dispersó de forma aleatoria por la ciudad, sino que se ordenó en una banda longitudinal de apenas dos kilómetros de ancho al occidente de la urbe, concentrando en el piedemonte y los abanicos aluviales la mayor parte de las pérdidas materiales y humanas.

Este estudio inicia con un análisis geoestadístico de los reportes de daños, donde se identifica la concentración crítica en el corredor suroccidental y la Comuna 19. Posteriormente, se examina la distribución del daño por zona de respuesta sísmica, buscando desvirtuar las hipótesis iniciales sobre el inventario edificado. Luego, a través de una prueba de interacción, se demuestra estadísticamente que el desastre fue producto de la coincidencia fatal entre suelos de alta demanda y cohortes constructivas específicas. En la sección sobre el mecanismo de falla, se profundiza en la física de la «meseta corta» del espectro para explicar el colapso selectivo de edificios de entre tres y seis pisos. El texto se apoya en un conjunto cartográfico que pone en el espacio las hipótesis planteadas y proyecta escenarios futuros de riesgo. Finalmente, este análisis plantea una reflexión incómoda sobre la política pública: la ciudad ya poseía el conocimiento técnico para anticipar este escenario desde hace dos décadas. Lo que el sismo ha puesto de manifiesto no es una falta de ciencia, sino el abismo existente entre la información técnica disponible, su aplicación efectiva en la gestión del riesgo y el ordenamiento del territorio.

* Profesor del Departamento de Hábitat de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali. Arquitecto, Maestría en Arquitectura. Miembro del Grupo de investigación Poiesis. haroldmg@javerianacali.edu.co

** Director del Instituto de Estudios Interculturales - IEI de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali. Antropólogo. Magíster en sociedades latinoamericanas. Doctor en Sociología. Grupo de Investigación Interculturalidad, Estado y Sociedad. caduarte@javerianacali.edu.co



1.

ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO DE LOS REPORTES DE DAÑOS

Los reportes georreferenciados por la Secretaría de Gestión del Riesgo al 14 de agosto muestran 682 registros georreferenciados, sobre un universo de 1.538 reportes. Continuaremos la siguiente descripción utilizando los 682 que permiten discriminar espacialmente la magnitud del sismo. La mayor parte se concentran en una banda estrecha de longitud: al occidente de la trama urbana a la altura de la carrera 50, donde se encuentra el 80,7 %. La franja del piedemonte, que recoge los abanicos medios del Cañaveralejo y el Meléndez, concentra el 41 por ciento de los puntos y tres cuartas partes de los fallecidos georreferenciados. Mientras que al oriente, en la franja que va del borde del Distrito de Aguablanca al río Cauca, hay solo 9 registros, hasta la fecha de realizado este estudio.

La tabla 1 muestra esa distribución normalizándola por comunas y ordenándolos por densidad de reportes. La clave de lectura es que el daño no se dispersa por la ciudad, sino que se ordena en una banda longitudinal de unos dos kilómetros de ancho, y que la mortalidad se concentra en la mitad occidental de esa banda en el piedemonte urbano.

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS REPORTES ORDENADOS POR DENSIDADES Y COMUNA¹

Comuna	Reportes	Km ²	Reportes/km ²	Colapsos	Fallecidos
19	448	10,8	41,4	26	51
3	95	3,7	25,6	1	0
9	66	2,9	22,8	4	0
2	217	10,9	20,0	2	1
18	98	5,6	17,5	5	4
10	62	4,3	14,4	1	4
17	149	12,7	11,8	7	6
5	49	4,2	11,7	0	8
1	33	3,7	8,8	0	0
16	19	4,3	4,5	1	0
13	19	4,7	4,0	1	2
15	16	4,1	3,9	0	0
7	15	5,3	2,8	0	0
14	11	4,6	2,4	0	0
21	11	4,8	2,3	0	0
22	8	10,7	0,7	0	0

Como es posible observar la comuna 19 registra una densidad de reportes 41,4 por kilómetro cuadrado, mientras que las comunas del Distrito de Aguablanca (13, 14, 15, 16 y 21) y la 7 tienen densidades entre 2,3 y 4,5.

La comuna 19 concentra 448 reportes, el 29 por ciento del total, 26 de los 49 colapsos totales y 51 de los 76 fallecidos, sobre el nueve por ciento del área urbana. Los barrios que la componen en la base son San Fernando Viejo (1928) y Nuevo (1935), Cuarto de Legua-Guadalupe (1978), Nueva Tequendama (1960), El Refugio (1970), Los Cábmulos (1960), Pampalinda (1970) y El Lido (1965)², todos estos barrios fueron urbanizados antes de la adopción del Decreto 1400 de 1984, Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (CCCSR-84), el cual nació como respuesta institucional al sismo de Popayán de 1983.

Vale la pena detenerse en el criterio que permite distinguir el daño real de la propensión a reportar, porque la base lo trae. Ese criterio es la razón entre severidad y volumen. La comuna 2, que agrupa La Flora (1968), Granada (1928), Santa Mónica (1928) y Versalles (1935), tiene 217 reportes, dos colapsos y un fallecido: es la firma de una alta capacidad de reporte sobre un daño real bajo,



y encaja con un tejido de propiedad horizontal donde cada administración levanta su propio reporte. La comuna 19 tiene 448 reportes y 51 fallecidos. Los cuerpos y los edificios caídos no se sub-reportan. Esa concentración es física y no administrativa.

El análisis espacial de los reportes georreferenciados contiene entonces dos fenómenos superpuestos: una inflación de reportes en el corredor norte y en el centro, y una concentración real de destrucción en el corredor suroccidental. Confundirlos produce lecturas equivocadas en las dos direcciones.



2.

LA DISTRIBUCIÓN DEL DAÑO POR ZONA DE RESPUESTA SÍSMICA

El mapa de la Microzonificación Sísmica de Cali que hace parte del Estudio de Microzonificación sísmica de Santiago de Cali en el 2005³, divide los 176,6 kilómetros cuadrados del área evaluada en trece zonas, y les da nombre geomorfológico. La Zona 1 son los cerros, la Zona 2 los flujos y suelos residuales de la ladera, la Zona 3 el piedemonte, y la Zona 4 se subdivide en los cinco abanicos aluviales: el medio del río Cali, el distal de Cali y Menga, el del Cañaveralejo, los de Me-

léndez y Lili, y el de Pance.

La Zona 5 es la transición entre abanicos y llanura, y la Zona 6 la llanura aluvial del Cauca, que es la más extensa con 43,7 kilómetros cuadrados.

En una primera lectura, hecha antes de disponer de la microzonificación, puede intuirse que la variable ordenadora era la cohorte normativa del edificio de altura media y que el suelo modulaba, pero no mandaba. Este argumento se apoyaba en la comuna 2, la cual está sobre la misma franja de piedemonte, sobre el abanico del río Cali, y no registra severidad: si dos comunas comparten el suelo y difieren en el resultado, razonaba, la diferencia tiene que estar en el inventario edificado.

Sin embargo, la capa de microzonificación desmonta ese argumento⁴. La comuna 2 y la comuna 19 no comparten el suelo. De los 229 puntos georreferenciados de la comuna 19, 140 caen en la Zona 4C (el abanico del río Cañaveralejo), y 39 en la Zona 3 (el piedemonte inmediato a la cordillera). De los 104 de la comuna 2, 41 caen en la Zona 4B (el abanico distal de los ríos Cali y Menga), y 29 en la Zona 4A (el abanico medio del río Cali); apenas dos caen en la Zona 4C.

Por lo tanto, la comuna 19 está sobre dos de los suelos de mayor demanda sísmica de la ciudad. Mientras que la comuna 2 está sobre dos suelos distintos y de menor demanda. La tabla 2 recoge el resultado del cruce entre las zonas de microzonificación sísmica y los



reportes georreferenciados.

TABLA 2. REPORTES GEORREFERENCIADOS POR ZONA DE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE CALI, ORDENADOS DE OCCIDENTE A ORIENTE POR EL CENTROIDE DE CADA ZONA

Zona	Reportes	Km ²	Reportes/km ²	Colapsos	Fallecidos
Zona 2, flujos y suelo residual	66	19,0	3,5	2	1
Zona 1, cerros	19	15,8	1,2	0	0
Suelo coluvión	7	1,7	4,2	0	0
Zona 3, piedemonte	78	5,3	14,7	3	7
Zona 4C, abanico de Cañaveralajo	170	7,4	22,9	19	39
Zona 4E, abanico de Pance	4	22,4	0,2	0	0
Zona 4D, abanicos Meléndez y Lili	89	14,1	6,3	8	8
Zona 4A, abanico medio de Cali	70	5,7	12,2	2	1
Zona 4B, abanico distal Cali y Menga	71	17,0	4,2	1	12
Zona 5, transición abanicos-llanura	41	17,6	2,3	2	1
Cauce activo	12	6,4	1,9	0	0
Zona 6, llanura aluvial del Cauca	48	43,7	1,1	1	3

En esta tabla 2 vemos que aunque la Zona 4C ocupa apenas el 4 % del área evaluada, concentra el 25 % de los reportes, la mitad de los colapsos totales y el 54 por ciento de los fallecidos; mientras que la Zona 6, seis veces más extensa, registra 1 colapso.

Tres resultados salen de esa tabla y ninguno de los tres era previsible a partir de una lectura preliminar.

En primer lugar, la ladera occidental no produjo daño edificatorio. La Zona 1, la Zona 2 y los suelos de coluvión suman 92 reportes sobre 36 kilómetros cuadrados, con dos colapsos y un fallecido. La expectativa razonable era encontrar allí falla de taludes y de muros de contención en los asentamientos de las comunas 1, 18 y 20, y la base no la registra. Cabe que el instrumento no la vea, como se explica más adelante, pero la ausencia de colapsos de vivienda en esa franja sí es un dato del propio instrumento. El informe de 2005 da la razón física: la Zona 1 tiene la aceleración espectral máxima más baja de la ciudad, 0,45 veces la gravedad, la mitad de la del abanico del Cañaveralajo, y periodos fundamentales de dos a tres décimas de segundo.

En segundo lugar, la llanura del Cauca tampoco muestra este tipo de afectaciones. La Zona 6 tiene la densidad de reportes más baja de toda la ciudad, con 1,1 reportes por kilómetro cuadrado, un colapso y tres fallecidos sobre 43,7 kilómetros cuadrados. Lo anterior obliga a matizar la hipó-



tesis del subregistro en el oriente: la escasez de reportes allí puede ser en parte un efecto de la capacidad institucional, pero la escasez de colapsos y de muertos, que son los hechos que no se ocultan, apunta a que el oriente efectivamente resultó menos afectado. Lo que consideramos que salvó al oriente de este sismo fue la respuesta de estos sectores y sus edificaciones a las condiciones de profundidad, intensidad y forma de la onda sísmica. Vale la pena remarcar que la anterior es una afirmación sobre este evento en específico y no sobre la vulnerabilidad estructural de esos barrios.

El propio informe de 2005 explica por qué esa distinción importa. Para la llanura aluvial se recomienda realizar estudios de suelos que evalúen en detalle el potencial de licuación, y define una franja de trescientos metros paralela del Jarillón hacia la ciudad donde considera susceptible que se presente corrimiento lateral. La amenaza del oriente no es el colapso por sacudida sino la falla del terreno, que es exactamente el fenómeno que el formato EDAN no puede consignar. El estudio anticipó hace veinte años el punto ciego del instrumento con que hoy se está evaluando la emergencia.

En tercer lugar, como ya se había anticipado, el daño se concentra en una sola zona. La 4C que ocupa 7,4 kilómetros cuadrados, y aunque representa el 4 % del área evaluada, concentra la mitad de los colapsos y el 54 % de los fallecidos georreferenciados.



3.

LA PRUEBA DE INTERACCIÓN

Queda entonces por decidir si la Zona 4C explica el daño por sí sola, porque la 4C y la comuna 19 son casi el mismo territorio y las dos variables están confundidas. La base permite separarlas mirando los casos que caen fuera del cruce principal. La tabla 3 los ordena.

TABLA 3. SEVERIDAD SEGÚN LA COINCIDENCIA ENTRE ZONA DE RESPUESTA Y COMUNA

Subconjunto	Reportes	Colapsos	Colapsos/100	Fallecidos
Comuna 19 dentro de la Zona 4C	140	18	12,9	39
Comuna 19 fuera de la Zona 4C	89	6	6,7	12
Zona 4C fuera de la comuna 19	30	1	3,3	0
Comuna 2, en todas sus zonas	104	1	1,0	1
Resto de la ciudad	423	13	3,1	21

Podemos observar que la comuna 19 fuera de su zona duplica la tasa del resto de la ciudad, pero cae a la mitad de la que tiene dentro; la Zona 4C fuera de la comuna 19 apenas iguala la tasa de la ciudad. Ninguna de las dos variables reproduce el resultado por sí sola.



No es el suelo y no es la cohorte constructiva: es la coincidencia de las dos.

Dentro de la comuna 19, la tasa de colapso sigue el gradiente de la zona, de 12,9 por cada cien reportes en la 4C a 7,7 en la 3 y a cero en la ladera. Dentro de la Zona 4C, la tasa sigue a la comuna, de 12,9 en la 19 a 3,3 en las demás. Cada variable ordena el daño cuando se controla la otra, y ninguna lo produce sola. El desastre de agosto ocurrió donde un inventario edificado de un tipo particular se encontró con un suelo de un tipo particular.

El control por tipología refuerza esa lectura. Si se restringe el cálculo a los reportes que mencionan edificio, edificación, apartamento, torre o conjunto, el gradiente por zona no se disuelve, sino que se agudiza: 15,9 colapsos por cada cien reportes en la Zona 4C, 10,9 en la 4D, 3,8 en la 4B, 3,6 en la 3 y cero en las zonas 2, 4A y 6. Con el tipo de edificación aproximadamente controlado, el suelo sigue ordenando.



4.

EL MECANISMO DE FALLA

La altura de las edificaciones marca un contraste que es necesario explicar. La Zona 4A tiene la mediana de altura más alta entre los reportes que anotaron el número de pisos, ocho, con un máximo de dieciséis, y no registra un solo colapso. La Zona 4C tiene una mediana de cuatro pisos y un máximo de seis, y concentra la mitad de los colapsos de

la ciudad.

No colapsaron los edificios altos: colapsaron los de cuatro a seis pisos, en una zona determinada, mientras los de ocho a dieciséis de otra zona quedaron en pie.

Una hipótesis plausible es la resonancia: que el periodo propio del suelo coincida con el periodo propio de la edificación y amplifique el movimiento en esa altura específica. Ponerla a prueba requiere el espectro de respuesta de cada zona, que es la curva que resume cuánta aceleración experimenta un edificio según su periodo de vibración, es decir, según su altura y su rigidez. Un edificio bajo y rígido vibra rápido, con un periodo corto; uno alto y flexible vibra despacio, con un periodo largo. El valor que toma esa curva en cada periodo es la aceleración espectral, expresada como fracción de la gravedad: cuanto más alta, más fuerza sísmica recibe una edificación de ese periodo, y por lo tanto de esa altura aproximada. Los espectros de cada zona están en el informe de 2005 y permiten poner la hipótesis a prueba.

La tabla 4 recoge la aceleración espectral de diseño de cada zona, calculada con los parámetros de control del informe y tomando la envolvente de los espectros de periodo corto y de periodo largo donde el estudio define los dos.



TABLA 4. ACELERACIÓN ESPECTRAL DE DISEÑO, EN FRACCIÓN DE LA GRAVEDAD, PARA CINCO PERIODOS ESTRUCTURALES, CALCULADA SOBRE LOS PARÁMETROS DE CONTROL DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE 2005

Zona de respuesta	0,3 s	0,5 s	0,8 s	1,0 s	1,5 s
Zona 4C, abanico de Cañaveralejo	1,00	0,90	0,65	0,65	0,65
Zona 3, piedemonte	0,85	0,85	0,85	0,85	0,59
Zona 4A, abanico medio de Cali	0,75	0,75	0,70	0,56	0,38
Zona 2, flujos y suelo residual	0,75	0,68	0,42	0,34	0,23
Zona 5, transición abanicos-Illanura	0,70	0,70	0,52	0,52	0,47
Zona 6, llanura aluvial del Cauca	0,68	0,68	0,68	0,68	0,52
Zona 4B, abanico distal Cali y Menga	0,65	0,65	0,57	0,50	0,50
Zona 4D, abanicos Meléndez y Lili	0,62	0,62	0,62	0,62	0,50
Zona 4E, abanico de Pance	0,57	0,57	0,57	0,54	0,36
Zona 1, cerros	0,45	0,45	0,31	0,25	0,17

La tabla ordena la ciudad de un modo que coincide con el daño observado. El abanico del Cañaveralejo tiene la aceleración máxima del terreno más alta de las diez zonas, cuatro décimas de la gravedad, y la aceleración espectral máxima más alta, una gravedad completa. El piedemonte queda segundo con 0,85. Y esas dos zonas son precisamente donde cae la comuna 19: 140 de sus 229 puntos georreferenciados en la primera y 39 en la segunda. La comuna 19 no está sobre un suelo afectable por el tipo de sismo que padecemos, sino que está sobre los dos tipos de suelos más propensos de la ciudad.

La comuna 2, en cambio, se reparte entre el abanico distal de Cali y Menga, con 0,65, y el abanico medio de Cali, con 0,75. Para una edificación de tres a cinco pisos, la demanda sísmica de diseño en San Fernando es un 54 % mayor que en La Flora y un 33 % mayor que en Granada. No hay que buscar más lejos la diferencia entre las dos comunas.

El depósito del Cañaveralejo tiene entre 400 y 700 metros de espesor. Su periodo fundamental, el ritmo con el que el conjunto del suelo vibra de manera natural ante un sismo, está entre un segundo y medio y dos segundos, con un promedio de 1,8. Ese es el periodo de un edificio de unos veinte pisos. Los periodos del suelo y de las estructuras que colapsaron, de tres a seis pisos, quedan lejos uno del otro: la resonancia directa entre ambos no explica el daño.

La razón por la que los edificios de pocos pisos sufrieron tanto tiene que ver con la forma en que el suelo de esa zona reacciona ante un sismo. El terreno en el abanico del Cañaveralejo actúa como un colchón muy grueso y profundo que, en lugar de frenar o absorber la vibración del temblor, permite que la energía se concentre en dos picos de peligro. Uno de esos picos de energía



afecta directamente a las construcciones de entre tres y seis pisos. En este sector específico, el suelo se sacudió con una fuerza tan intensa que golpeó con muchísima más violencia a estos edificios medianos que a los más altos. Básicamente, la profundidad y el tipo de terreno crearon el escenario perfecto para que los edificios bajos recibieran el impacto más fuerte de las ondas sísmicas.

Para entenderlo con números sencillos: según las normas de construcción, un edificio de concreto de tres o cuatro pisos en la zona del Cañaveralaje recibió el impacto total de la fuerza del sismo (lo que los técnicos llaman una gravedad completa). En contraste, una torre mucho más alta, de dieciséis pisos, ubicada en otra zona de la ciudad, recibió apenas una tercera parte de esa fuerza. Esto nos revela algo fundamental: la diferencia entre los edificios que se cayeron y los que resistieron no dependió necesariamente de qué tan bien estaban contruidos, sino de esa combinación fatal entre su altura y el tipo de suelo que tenían debajo.

Las estadísticas que hemos analizado refuerzan esta conclusión. Existe una relación muy clara y directa entre la fuerza con la que el suelo sacudió a cada barrio y la cantidad de edificios que colapsaron en ellos. Si bien todavía no es una prueba matemática absoluta —ya que el análisis se limita a ocho comunas de la ciudad—, los números son tan consistentes que confirman nuestra sospecha: el desastre fue el resultado de un encuentro desafortunado entre estructuras medianas y un suelo que vibró exactamente al mismo ritmo que ellas.

Lo que faltó no fue el conocimiento, sino el cruce entre ese conocimiento y el inventario edificado existente.

Queda por decir lo que esto significa en términos de política pública, y es lo más incómodo. El estudio que acaba de explicar el desastre se publicó en diciembre de 2005. Los edificios que colapsaron en San Fernando, Tequendama y Los Cármbulos se construyeron entre los años sesenta y ochenta, bajo un código que trataba a Cali como un solo suelo. Es decir, desde hace veinte años la ciudad sabía cuál era su zona más demandante y cuál era la banda de periodos donde esa demanda se concentra, y sabía además qué barrios estaban encima. Lo que faltó no fue el conocimiento sino el cruce entre ese conocimiento y el inventario edificado existente, que es una operación de escritorio: la microzonificación está cartografiada y las alturas están en el catastro. Ese cruce sigue sin hacerse para el resto del inventario en riesgo, y el abanico del Cañaveralaje no es el único sitio donde la meseta corta coincide con edificaciones anteriores a la norma.



5.

ANÁLISIS CARTOGRÁFICO DE LAS HIPÓTESIS SOBRE EL SISMO

Los cinco mapas y la figura que mostramos a continuación ponen bajo una dimensión espacial las hipótesis que fueron surgiendo del análisis. Estas figuras cruzan tres fuentes: los polígonos y los espectros de la microzonificación sísmica⁵, los puntos georreferenciados del registro de daños y los límites de cada comuna.

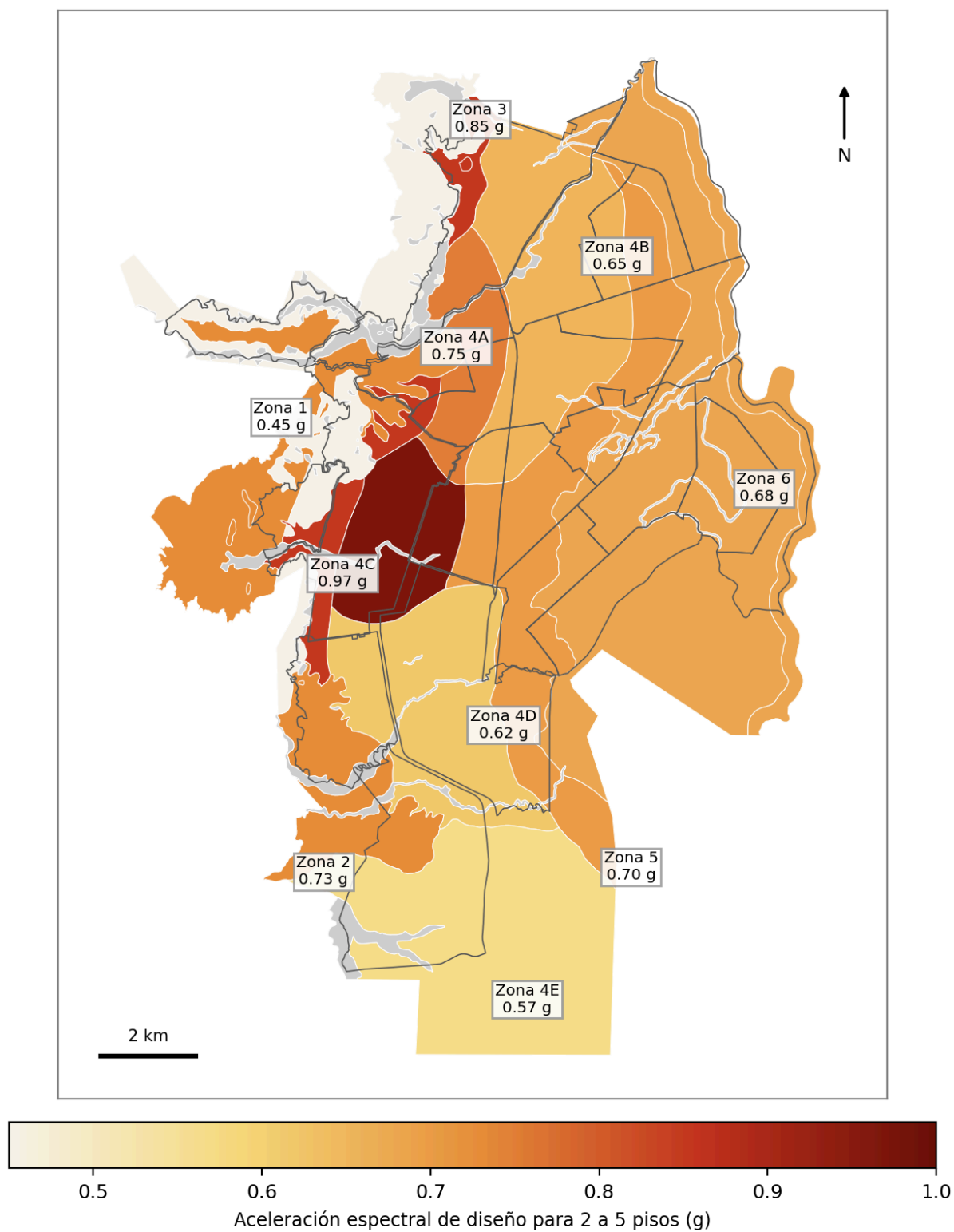
Sin embargo, falta una capa, y su ausencia es la limitación central de este conjunto analítico. No hay inventario edificado. No existe aquí una representación consolidada de la edad de las construcciones, de su altura, de su sistema estructural ni de su año de licencia, porque esos datos están en la base predial de Catastro y no se han obtenido. Conviene por lo tanto aclarar que donde nuestro texto habla de edificaciones anteriores a 1984 o de autoconstrucción en ladera, se está formulando una hipótesis apoyada en las listas de barrios del informe de 2005 y en la historia urbana de esos sectores, no leyendo un dato.

5.1 LA DEMANDA SÍSMICA SOBRE LA EDIFICACIÓN BAJA

El primer mapa traduce los parámetros del espectro de diseño de cada zona a una sola cifra: cuánta aceleración recibe una edificación de dos a cinco pisos⁶. La lectura es inmediata. La ciudad no tiene un gradiente suave de occidente a oriente, tiene una mancha.



Demanda sísmica sobre la edificación baja, por zona de respuesta



Mapa 1. Aceleración espectral de diseño en la banda de dos a cinco pisos, por zona de respuesta sísmica. Fuente: elaboración propia.



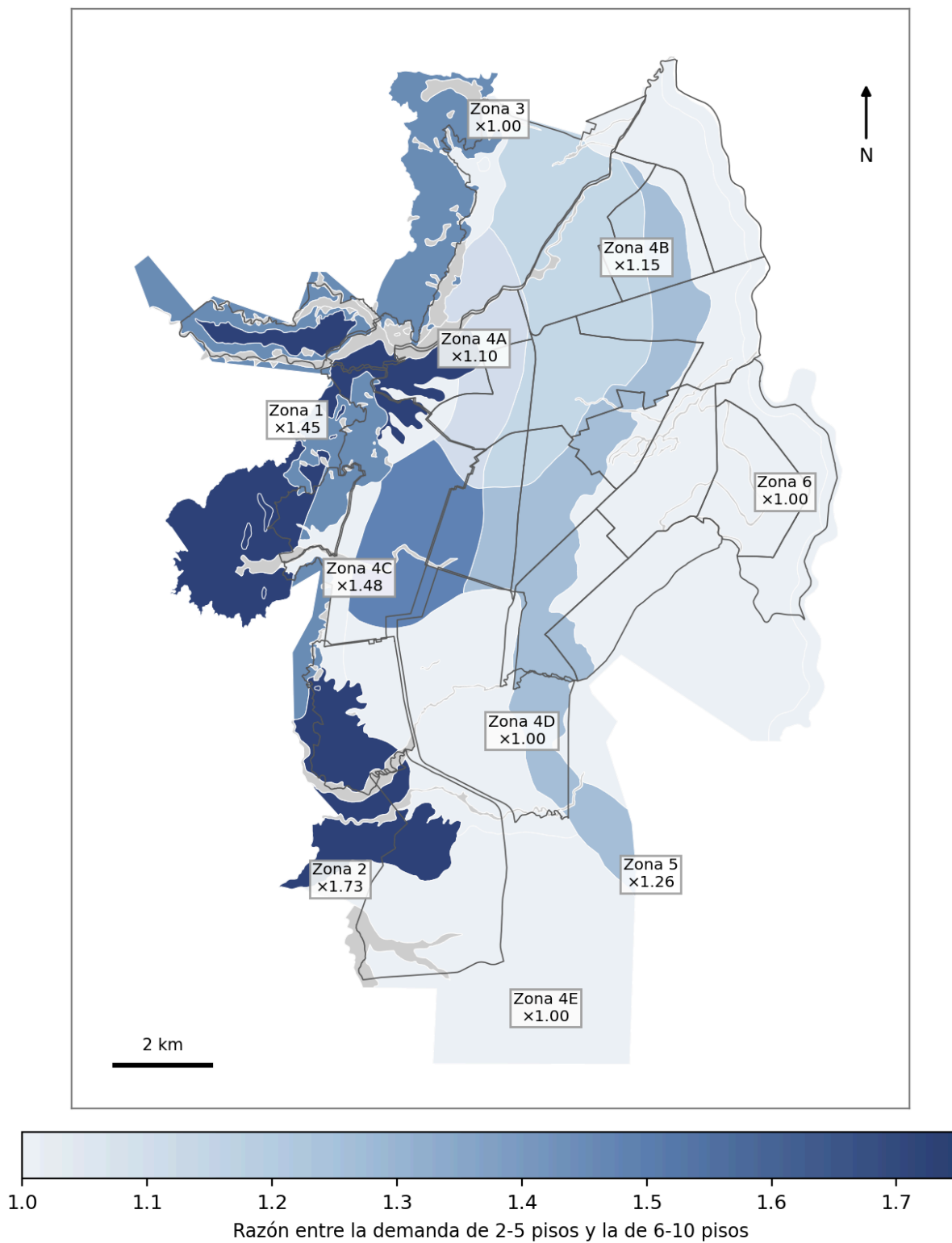
Es posible observar en este mapa cómo el abanico del Cañaveralejo, en el centro sur de la ciudad, alcanza 0,97 veces la gravedad, más del doble que los cerros del occidente; las áreas en gris corresponden a cauces activos, depósitos antrópicos y suelos de coluvión, para los que el estudio no define espectro. Los números identifican las comunas.

5.2 LA SELECTIVIDAD: DÓNDE EL SUELO CASTIGA A LO BAJO

El segundo mapa es el que más aporta y el que ningún instrumento oficial produce. Muestra la razón entre la demanda que cada zona impone a una edificación de dos a cinco pisos y la que impone a una de seis a diez. Una zona con razón cercana a uno reparte parejo. Una zona con razón alta concentra el daño en un rango estrecho de alturas, y por lo tanto en un tipo específico de inventario.



Selectividad por altura: dónde el suelo castiga a la edificación baja



Mapa 2. Selectividad por altura de la demanda sísmica. Fuente: elaboración propia.



En este mapa 2 puede observarse cómo la zona de flujos y suelo residual, que recorre toda la ladera occidental y llega al centro histórico, es la más selectiva de la ciudad con un factor de 1,73, por delante del abanico del Cañaveralejo con 1,48; la llanura del Cauca y el piedemonte reparten la demanda de manera uniforme entre alturas.

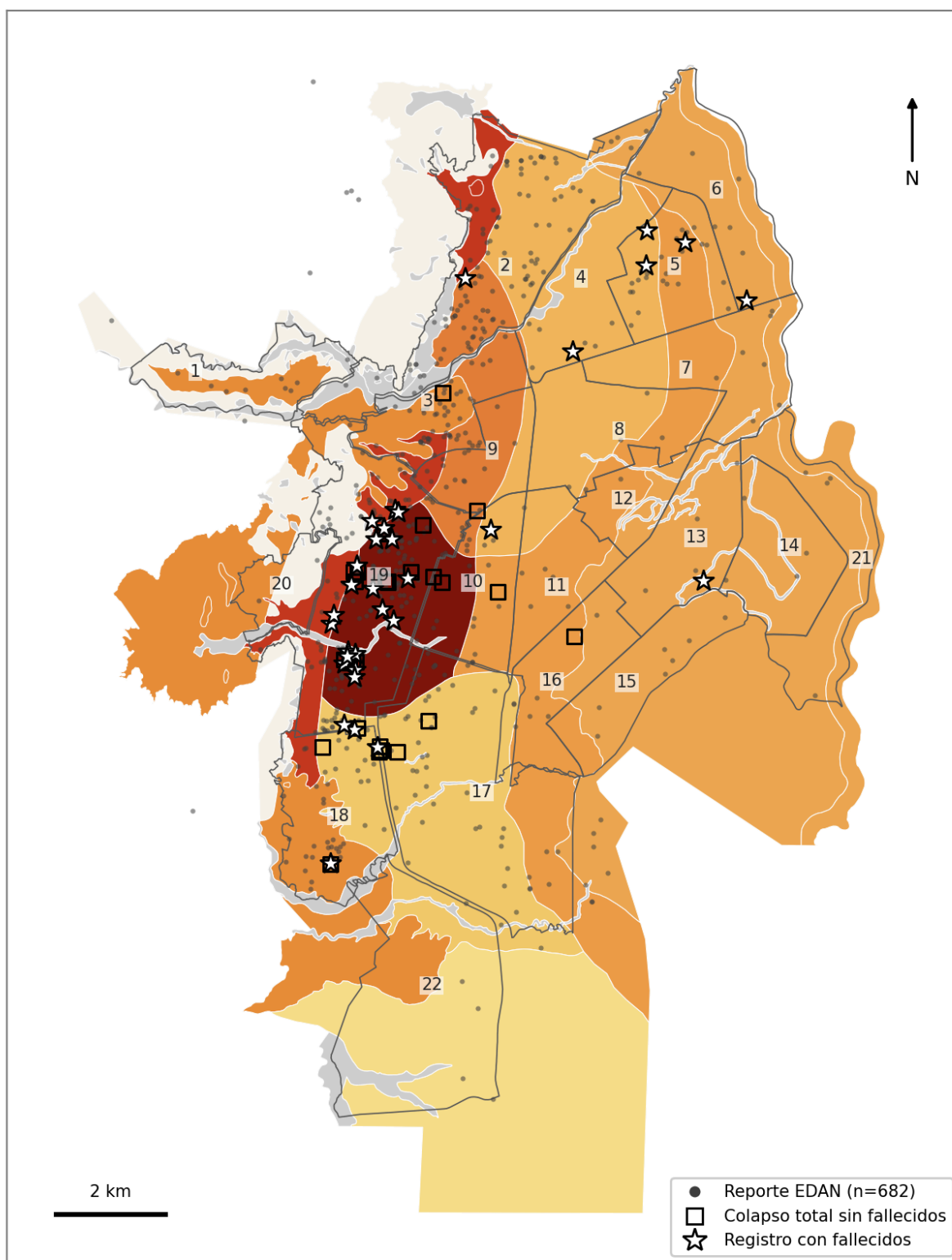
Vale la pena detenerse en la inversión que produce este mapa respecto del anterior. La zona de flujos y suelo residual ocupa el cuarto lugar en demanda absoluta y el primero en selectividad, y su inventario es casi enteramente edificación baja. Una lectura que solo mire la aceleración máxima la dejaría fuera de la lista de prioridades.

5.3 EL DAÑO REGISTRADO SOBRE EL MAPA DE DEMANDA

El tercer mapa superpone los 682 puntos georreferenciados del registro de la Sala de Crisis de la Secretaría de Gestión del Riesgo al mapa de demanda. Es la comprobación visual de la hipótesis central.



Daño registrado el 10 de agosto sobre el mapa de demanda



Mapa 3. Reportes, colapsos totales y registros con fallecidos del 10 de agosto sobre el mapa de demanda. Fuente: elaboración propia.



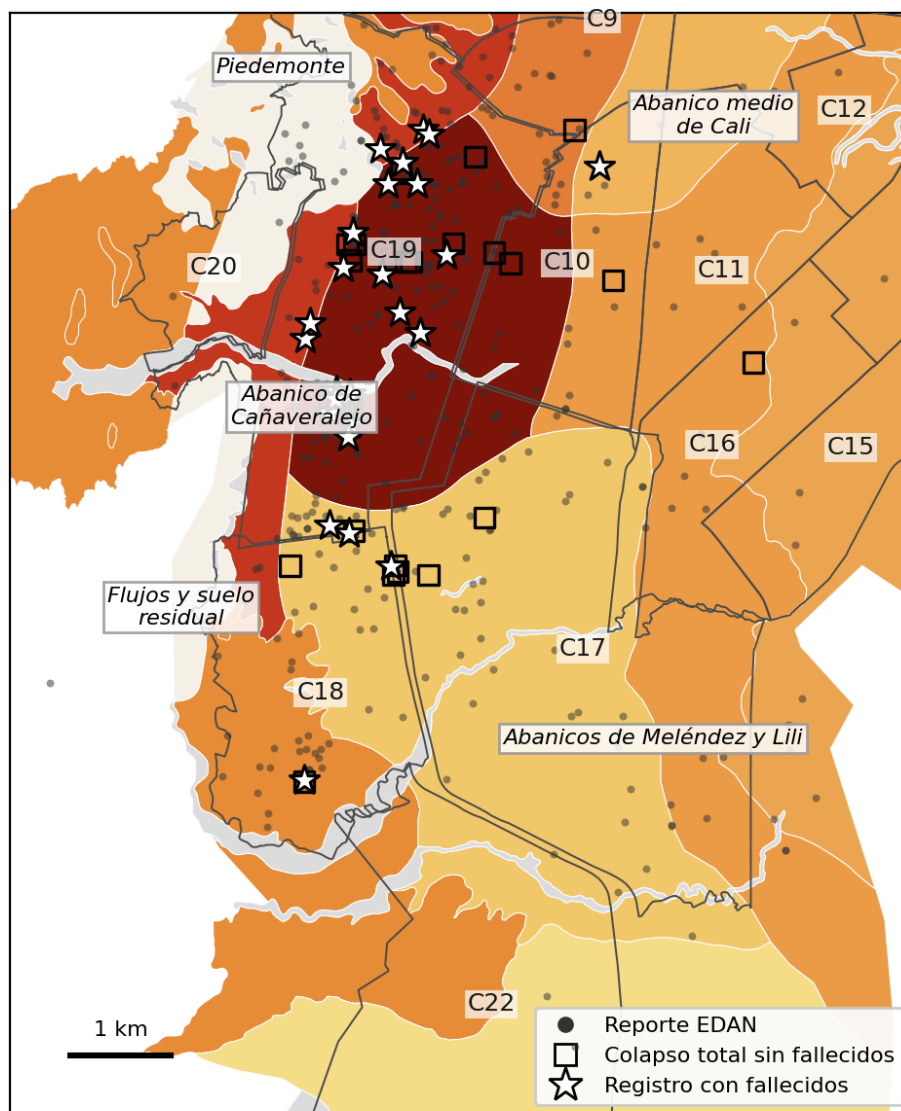
Los cuadrados (colapsos) y las estrellas (fallecidos) del Mapa 3 se agrupan sobre la mancha oscura del abanico del Cañaveralejo y sobre el piedemonte inmediato; el racimo de estrellas del norte corresponde a los conjuntos multifamiliares de Chiminangos y Los Parques Barranquilla, único foco de mortalidad fuera del corredor.

Conviene leer también los vacíos, y con cuidado. La ausencia casi total de símbolos en el oriente combina dos cosas distintas que el mapa no separa: una demanda efectivamente menor sobre la llanura aluvial, y una capacidad institucional de evaluación mucho más débil en esas comunas. La ausencia de símbolos en la ladera de las comunas 1 y 20, en cambio, es casi enteramente lo segundo.

5.4 EL CORREDOR EN DETALLE

El cuarto mapa amplía el centro sur. Los barrios que el informe de 2005 asigna al abanico del Cañaveralejo son El Cedro, San Fernando, Colseguros, Tequendama, Los Cámbulos, Panamericano, Primero de Mayo y Los Fundadores⁷, y al piedemonte contiguo San Fernando Viejo, Santa Isabel, El Lido, Cuarto de Legua, Puente Palma, Nuevo Refugio, Caldas y Belisario Caicedo. Es la lista de los colapsos, barrio por barrio.

El corredor: colapsos y fallecidos sobre el abanico del Cañaveralejo



Mapa 4. Detalle del corredor entre las comunas 19, 3, 9, 10 y 18. Fuente: elaboración propia.

En el Mapa 4 puede apreciarse que la mancha oscura es el abanico del Cañaveralejo y contiene la mitad de los colapsos totales de la ciudad y el 54 por ciento de los fallecidos, sobre 7,4 kilómetros cuadrados; obsérvese que la mancha continúa hacia el oriente dentro de la comuna 10, donde en agosto casi no hubo daño registrado.

5.5 EL MECANISMO

La figura siguiente no es un mapa sino la explicación de por qué el mapa se ve como se ve. Compara los espectros de diseño de las seis zonas relevantes y marca las dos bandas de periodo estructural que corresponden a la edificación baja y a la de altura media.

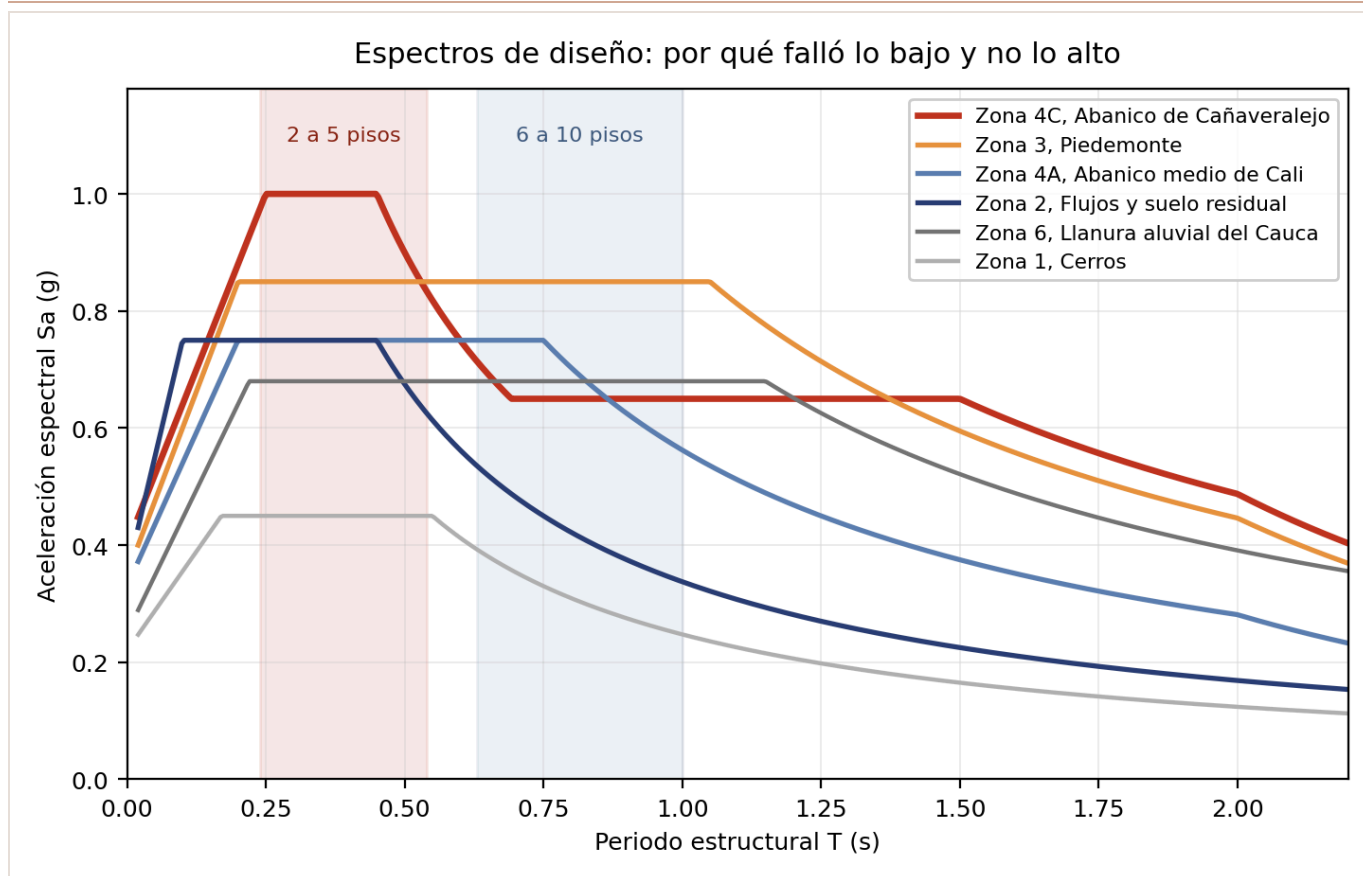


Figura 1. Espectros de diseño y bandas de periodo por altura. Fuente: elaboración propia sobre la Tabla 7.2 del informe de 2005.

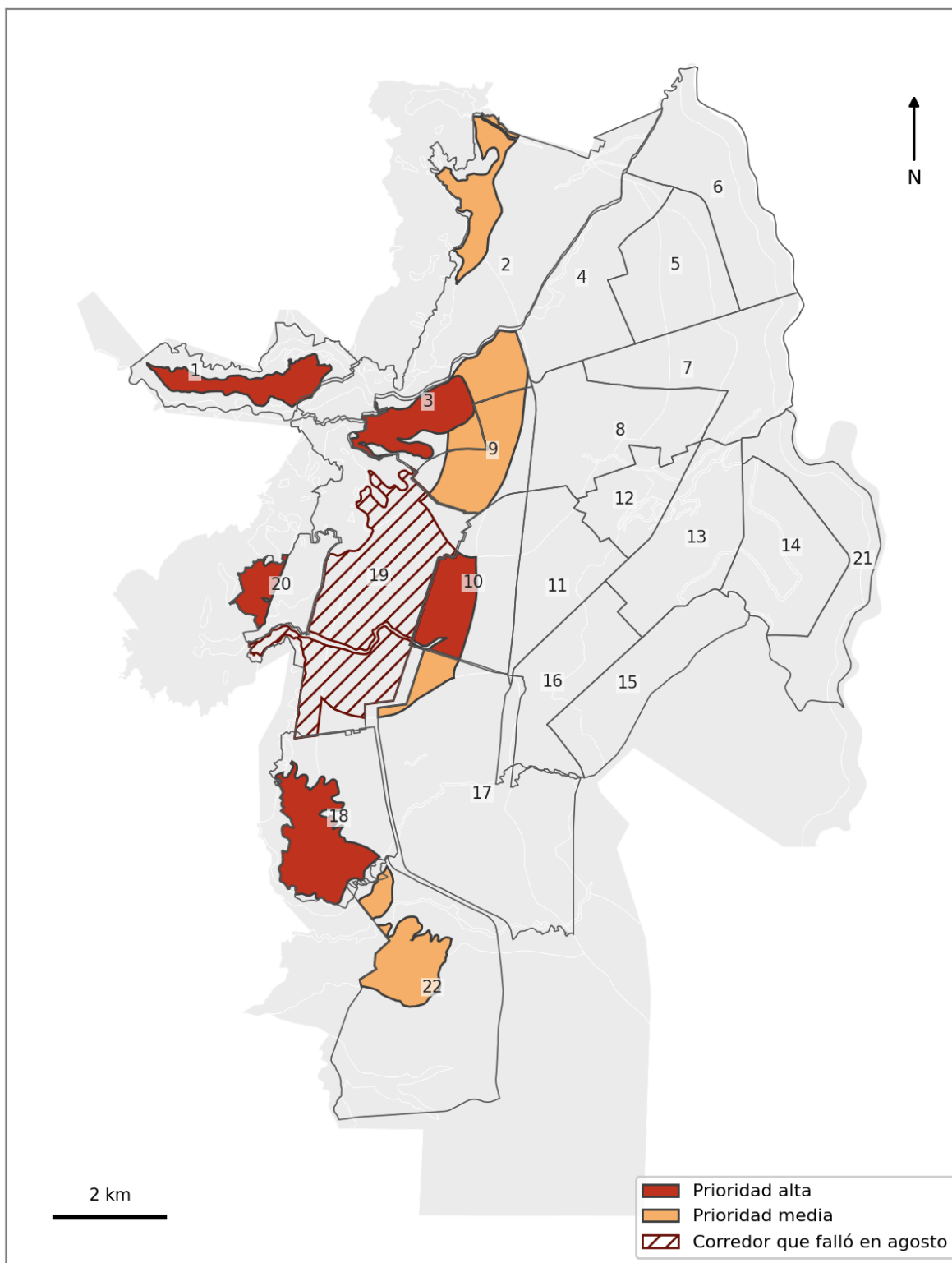
En la banda de dos a cinco pisos, el abanico del Cañaveral impone una gravedad completa frente a las 0,75 del abanico medio de Cali y las 0,45 de los cerros; a partir de 0,7 segundos las curvas se cruzan y la ventaja se desvanece, lo que explica que las torres de ocho a dieciséis pisos del norte no hayan fallado. El depósito del Cañaveral tiene entre 400 y 700 metros de espesor y su periodo fundamental está entre un segundo y medio y dos segundos, que es el de un edificio de veinte pisos. Por lo tanto, la figura permite apreciar que lo que produce el daño en la edificación baja no es la resonancia con el modo fundamental del suelo sino la meseta corta del espectro, entre 0,25 y 0,45 segundos. En la zona de flujos y suelo residual, en cambio, el periodo del terreno es de 0,25 a 0,5 segundos, de modo que allí sí hay resonancia en sentido estricto entre el suelo y la estructura.

5.6 DÓNDE VOLVERÍA A PASAR

El último mapa proyecta el resultado. Marca las intersecciones entre zonas de alta demanda de periodo corto y comunas cuyo inventario, por historia urbana, se supone anterior a la norma, y las contrasta con el corredor que efectivamente falló en agosto.



Intersecciones pendientes entre suelo de alta demanda y edificación baja



Mapa 5. Intersecciones pendientes entre suelo de alta demanda y edificación baja. Fuente: elaboración propia.



El área rayada es el corredor que colapsó; en rojo, las cinco intersecciones de prioridad alta, encabezadas por la porción del abanico del Cañaveralejo que se extiende dentro de la comuna 10 y por la franja de flujos y suelo residual que recorre las comunas 18, 3, 1 y 20. Vale la pena aclarar que la prioridad es una hipótesis de exposición basada en el suelo, no un diagnóstico de riesgo.

Las tres intersecciones que pondría primero son la comuna 10 sobre el abanico del Cañaveralejo, que es el mismo suelo que acaba de fallar a tres kilómetros y que en agosto registró 31 reportes y un solo colapso; el centro histórico hasta la calle 15, que el informe sitúa sobre el flujo de Terrón Colorado y que concentra la mampostería no reforzada más antigua de la ciudad; y la ladera autoconstruida de las comunas 18, 1 y 20, donde el periodo del terreno coincide con el de la edificación y donde las comunas 1 y 20 registraron once y nueve reportes, cifra que no indica ausencia de daño sino ausencia de evaluación.



6.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES EN POLÍTICA PÚBLICA

El sismo del 10 de agosto expuso las deficiencias de un rango de altura en un sector específico, de tres a seis pisos en la comuna 19. Sin embargo, la mayor parte de la masa urbana de Cali está compuesta por viviendas de dos y tres pisos en sectores populares y de autoconstrucción: las comunas del oriente, la ladera y los distritos de expansión.

6.1 Anticipación ante escenarios que afecten a la edificación baja de alta vulnerabilidad social

- **Riesgo diferido.** Si un sismo futuro presenta una firma espectral diferente —evento de fuente cercana o con mayor contenido de altas frecuencias—, la demanda sobre edificaciones de dos y tres pisos se incrementará drásticamente.
- **Vulnerabilidad socioeconómica.** Estas zonas no solo concentran tipologías de mampostería no reforzada o autoconstruida sin control técnico, sino también una menor capacidad económica para la recuperación rápida.
- **Prioridad.** Es indispensable proyectar escenarios de simulación que evalúen el impacto de sismos de origen cercano o fallas locales sobre viviendas de dos y tres pisos, priorizando programas gubernamentales de reforzamiento estructural subsidiado y asistencia técnica directa en barrios de baja renta.

6.2 Profundización del análisis de la respuesta sísmica según tipologías constructivas

El presente estudio identificó que la aceleración del suelo actúa como filtro según la altura, pero es necesario desglosar cómo responde cada sistema tipológico específico: pórticos de concreto con muros de relleno, mampostería confinada, mampostería no reforzada o sistemas industrializados de muros delgados de concreto.

- **Comportamiento dinámico.** La rigidez, la irregularidad en planta y elevación, y la presencia de piso blando —muy común en edificaciones de tres a cinco pisos con parqueaderos o comercio en primer piso— alteran significativamente el periodo fundamental real de la edificación respecto a los cálculos teóricos.
- **Estudios tipológicos.** Se requiere caracterizar experimentalmente y mediante modelación detallada la respuesta de cada tipología prevalente en Cali ante los espectros de cada microzona, discriminando entre fallas por cortante, flexión o colapso progresivo.



6.3 Actualización técnica del Estudio de Microzonificación Sísmica

El Estudio de Microzonificación Sísmica de Cali fue elaborado en 2005 y adoptado legalmente en 2014 vía Decreto Municipal 0158. Con más de dos décadas de antigüedad, el marco normativo local requiere una actualización urgente.

- **Nuevas herramientas y datos.** La caracterización de depósitos de suelo, la instrumentación geofísica y los modelos de atenuación sísmica han evolucionado sustancialmente.
- **Reevaluación de periodos y amortiguamientos.** Se deben incorporar los registros acelerográficos obtenidos durante el sismo del 10 de agosto de 2026 para recalibrar las curvas espectrales, evaluar fenómenos de amplificación local no contemplados y redefinir los límites de las microzonas, especialmente en áreas de transición y llanura aluvial.

6.4 Implementación de un gemelo digital y modelos de escenarios multivariantes

La principal limitante analítica tras la emergencia fue la falta de integración en tiempo real entre la información de daños, la caracterización del suelo y el inventario catastral de la ciudad.

- **Gemelo digital de Cali.** Se debe construir una plataforma geográfica dinámicamente actualizada que integre la microzonificación sísmica, la topología detallada de la red de infraestructura y las características estructurales de cada predio: edad de construcción, número de pisos, sistema estructural y uso.
- **Simulación de escenarios.** Contar con un gemelo digital permitirá correr modelos analíticos en tiempo real para simular sismos de variada magnitud, profundidad, epicentro y contenido frecuencial. Esto permitirá a los organismos de gestión del riesgo predefinir rutas de evacuación, estimar necesidades hospitalarias y focalizar inspecciones post-sismo en minutos.

6.5 Garantía de acceso público a la información estructural

Actualmente, los planos de diseño estructural, memorias de cálculo y licencias de construcción se encuentran dispersos, digitalizados de forma deficiente o bajo esquemas de reserva en las Curadurías Urbanas y la Secretaría de Planeación Municipal.

- **Democratización de la información.** Es un imperativo de seguridad pública garantizar que la información técnica del diseño estructural de todas las edificaciones, en especial las multifamiliares y de uso dotacional o público, sea de acceso público y transparente.
- **Repositorio único de estructuras.** Creación de un expediente digital estructurado para cada predio de la ciudad, accesible para copropietarios, ingenieros evaluadores, la academia y los comités de gestión del riesgo, facilitando diagnósticos rápidos de vulnerabilidad y decisiones informadas en el mercado inmobiliario.



NOTAS

- 1 Los porcentajes de esta tabla se calculan sobre los 652 puntos georreferenciados que caen dentro de algún polígono de comuna. Los 30 puntos restantes corresponden a corregimientos o quedan fuera del perímetro urbano.
- 2 Fechas aproximadas, según fotografías aéreas de la época del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, registros notariales custodiados por el Archivo Histórico y planos de las urbanizaciones que reposan en la Planoteca del Departamento Administrativo de Planeación distrital.
- 3 INGEOMINAS y DAGMA, «Estudio de Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali», Convenio 02 de 2002, Subproyecto de Respuesta Sísmica, Informe 5-2, «Análisis y Modelación de la Respuesta Sísmica Local del Subsuelo en Santiago de Cali», Bogotá, diciembre de 2005. Los nombres de las zonas provienen de su Tabla 7.1 y los parámetros espectrales de su Tabla 7.2.
- 4 Microzonificación Sísmica de Cali, capa de polígonos en formato shapefile, sistema MAGNA Cali Valle del Cauca 2009, reproyectada a coordenadas geográficas para intersectarla con los puntos del EDAN. La capa cubre 176,6 kilómetros cuadrados en dieciséis polígonos y trece zonas de respuesta.
- 5 Capa de polígonos de la Microzonificación Sísmica de Cali, sistema MAGNA Cali Valle del Cauca 2009, y parámetros de control de la Tabla 7.2 del informe de INGEOMINAS y DAGMA, «Estudio de Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali», Convenio 02 de 2002, Informe 5-2, Bogotá, diciembre de 2005.
- 6 Con la fórmula de periodo aproximado de la norma vigente para pórticos de concreto, la banda de 0,24 a 0,54 segundos corresponde a edificaciones de dos a cinco pisos y la de 0,63 a 1,00 segundos a las de seis a diez.
- 7 Numeral 7.1 del informe de 2005. Las listas de barrios por zona provienen de esa fuente; donde se pudieron comparar con la asignación geométrica de los puntos, coinciden.



CALI SOBRE SU PROPIO SUELO

Análisis geoestadístico de las hipótesis sobre el sismo del 10 de agosto de 2026

Harold Medina Garzón & Carlos Duarte

Serie Documentos de Trabajo del IEL · 16 de agosto de 2026



[VERGILIANA MINEDUCACIÓN No. 1228-86-2016]



OBSERVATORIO
DE TIERRAS