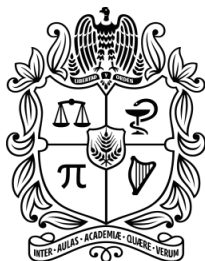




Foro: 20 años del desastre por sismo en el Eje Cafetero

Manizales, 16 de Septiembre de 2019

Estudios de microzonificación sísmica en el Eje Cafetero: perspectivas frente a las nuevas disposiciones sísmicas nacionales.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Gabriel Bernal, PhD

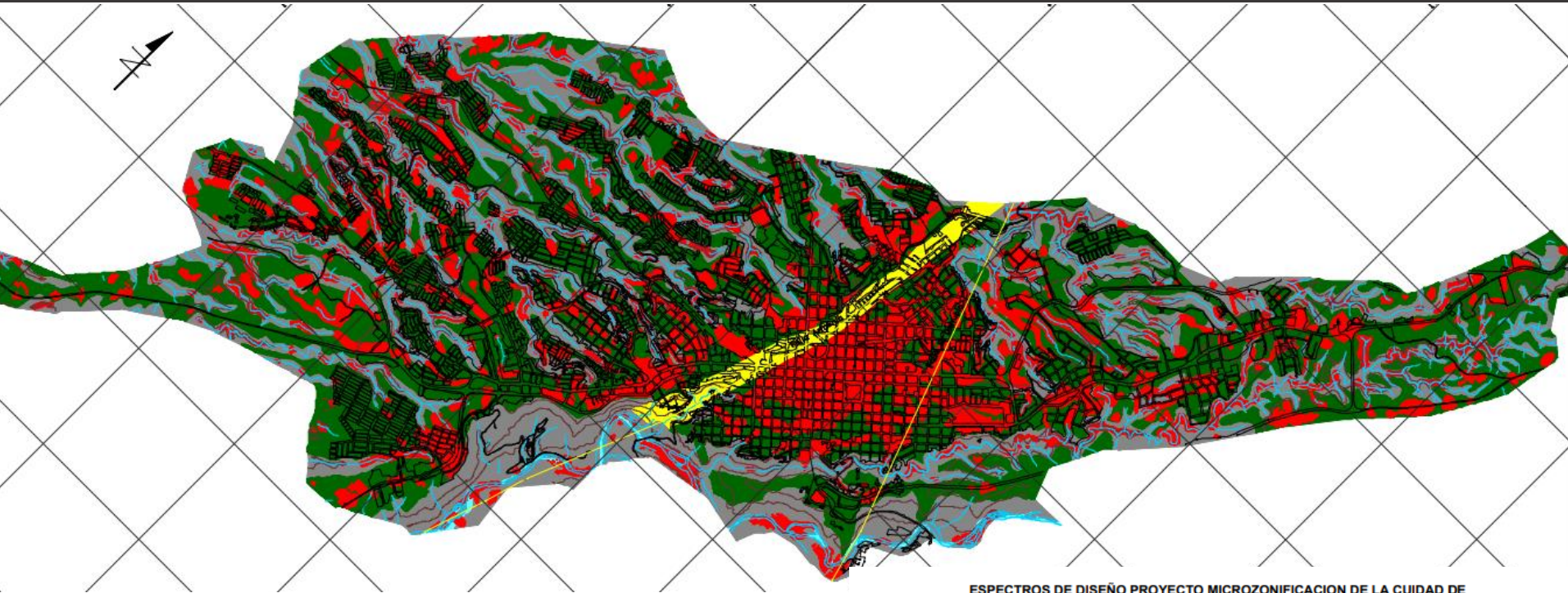
Gerente Técnico INGENIAR

Profesor Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá

Estudios de microzonificación sísmica

- *Las características de los suelos e incluso la topografía superficial, alteran de manera significativa el contenido frecuencial y amplitud del movimiento fuerte.*
- *En particular, la respuesta dinámica de suelos blandos tiene un efecto muy importante en modificar (amplificar o deamplificar) el movimiento sísmico que llega a la cimentación de las estructuras.*
- *La correcta modelación de la respuesta sísmica de los depósitos de suelo blando en una ciudad requiere de importantes campañas de levantamiento de información geotécnica, geológica y geofísica, y de modelos apropiados que consideren explícitamente el comportamiento no lineal de los suelos.*

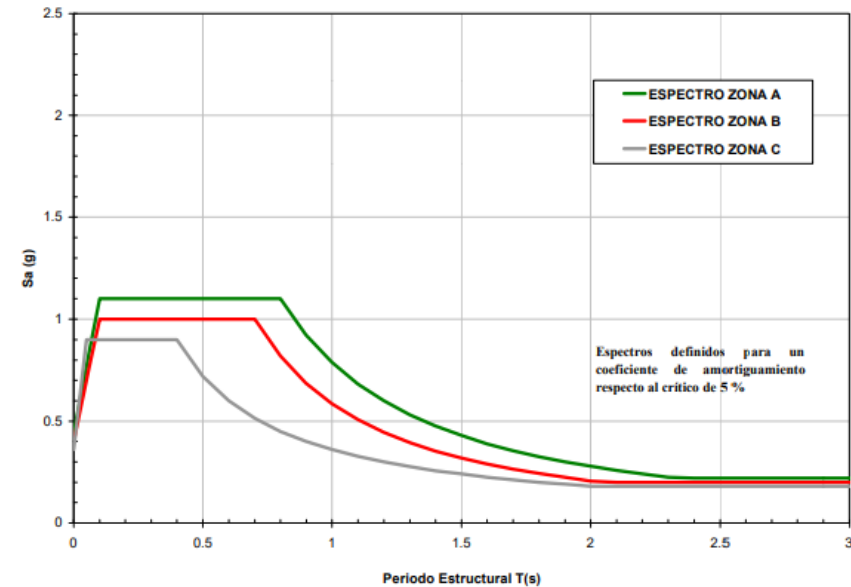
Micro Armenia (1999)



ESPECTROS DE DISEÑO PROYECTO MICROZONIFICACION DE LA CUIDAD DE ARMENIA

PROYECTO MICROZONIFICACION CUIDAD DE ARMENIA

	Zona A	Zona B	Zona C
To	0.10	0.10	0.05
Tc	0.80	0.70	0.40
TL	2.34	2.05	2.00
Am	0.44	0.40	0.36
An	0.44	0.40	0.36
Fa	1.00	1.00	1.00
Fv	1.79	1.46	1.00



Micro Armenia (Decreto 079 de 2000)

Pág 10

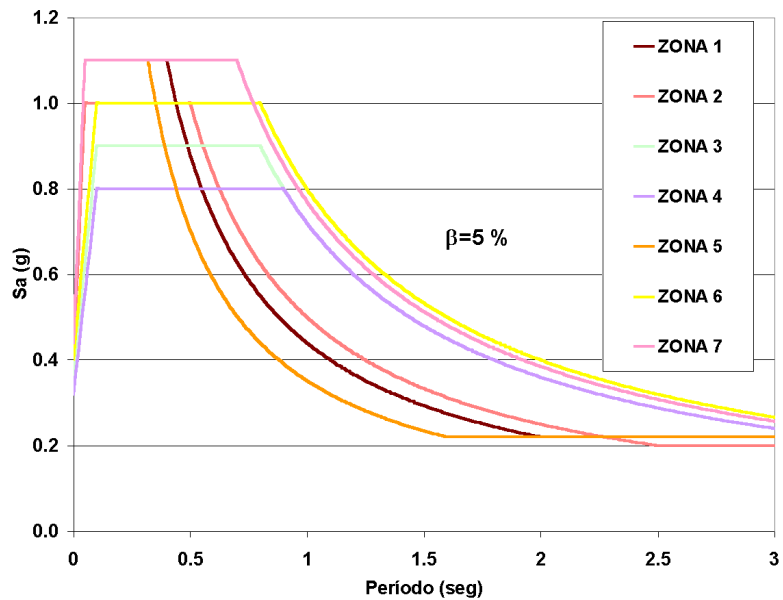
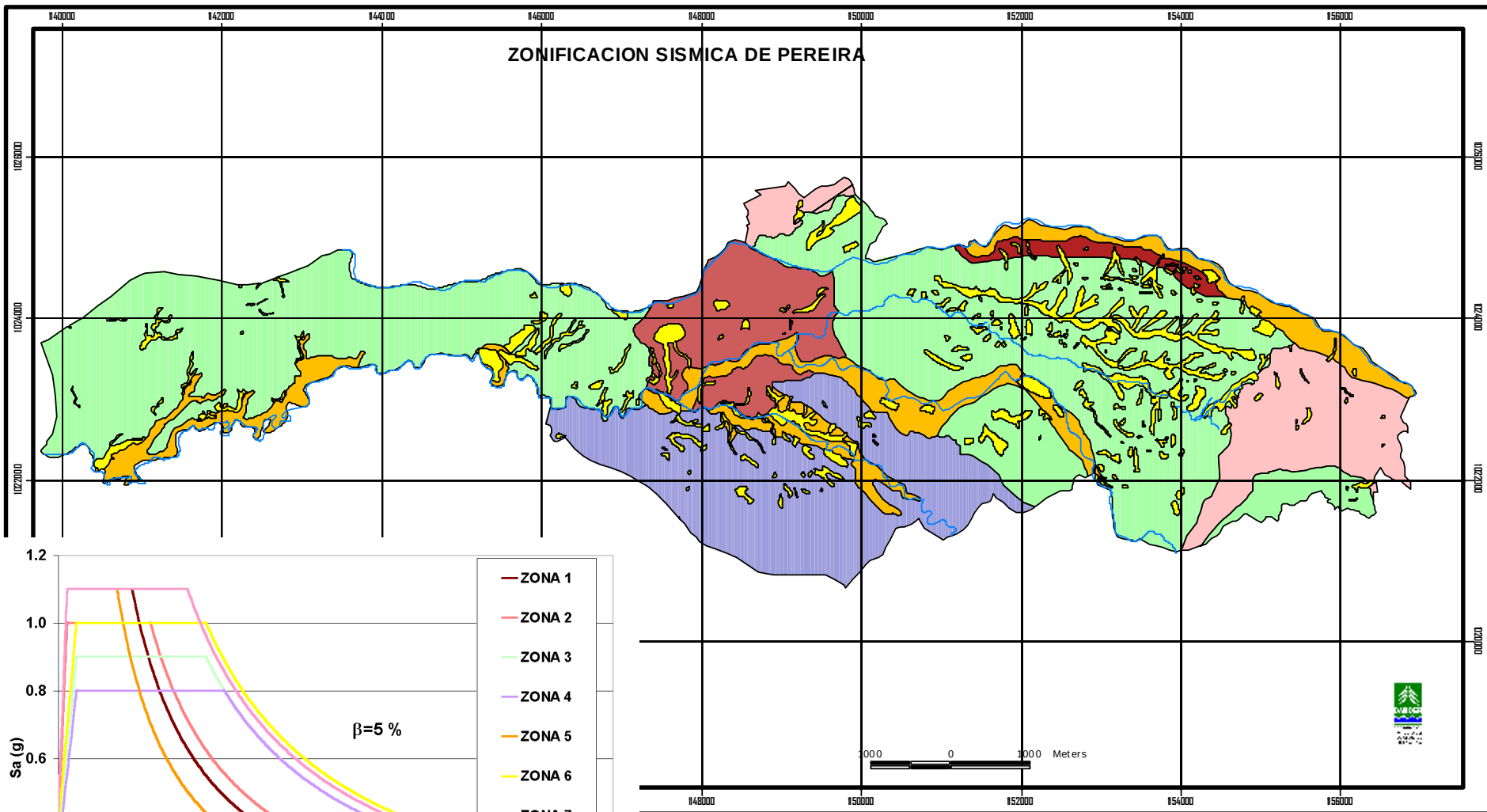
Armenia, Octubre 6 de 2000 No. 542

GACETA MUNICIPAL

DECRETO 079 SEPTIEMBRE 29 DE 2000

"POR EL CUAL SE ADOPTA LA ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y SE REGLAMENTAN LAS
SECCIONES A.2.4 Y A.2.6 DEL
DECRETO 33 DE 1998- NSR98 PARA LAS ZONAS
DETERMINADAS EN EL MAPA DENOMINADO
"ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD
DE ARMENIA"

Micro Pereira (1999)



Micro Pereira (Decreto 386 de 2000)

PEREIRA RISARALDA



C. C. C. C. C.

ALCALDIA MUNICIPAL

DECRETO NUMERO 386

DE 28 Feb. 2000

POR EL CUAL SE ADOPTA LA ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y SE REGLAMENTAN LAS SECCIONES A.2.4 Y A.2.6 DEL DECRETO 33 DE 1998- NSR 98 PARA LAS ZONAS DETERMINADAS EN EL MAPA DENOMINADO "ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE PEREIRA"

EL ALCALDE DE PEREIRA EN EJERCICIO DE LAS FACULTADES CONSTITUCIONALES Y LEGALES, EN ESPECIAL LAS QUE LE CONFIERE EL DECRETO 33 DE 1998, REGLAMENTARIO DE LA LEY 400 DE 1997 Y EL PARÁGRAFO 1 DEL ARTÍCULO TRECE (13) DEL ACUERDO No. 10 (DIEZ) DEL 28 DE FEBRERO DE 1999, Y

Micro Dos Quebradas y Santa Rosa de Cabal

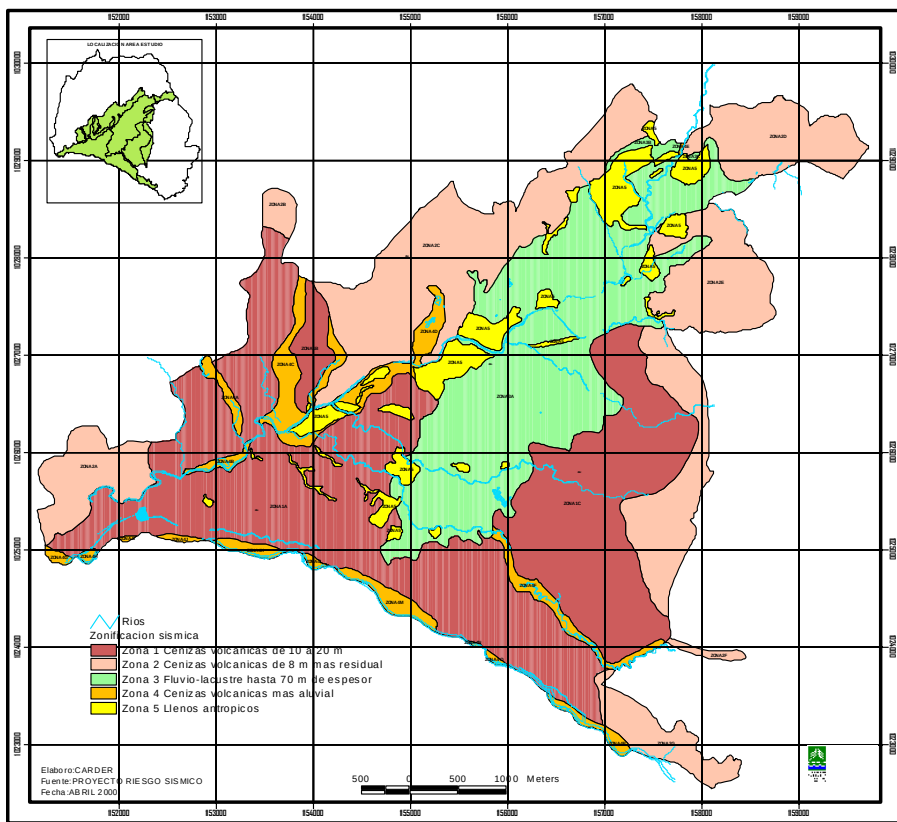
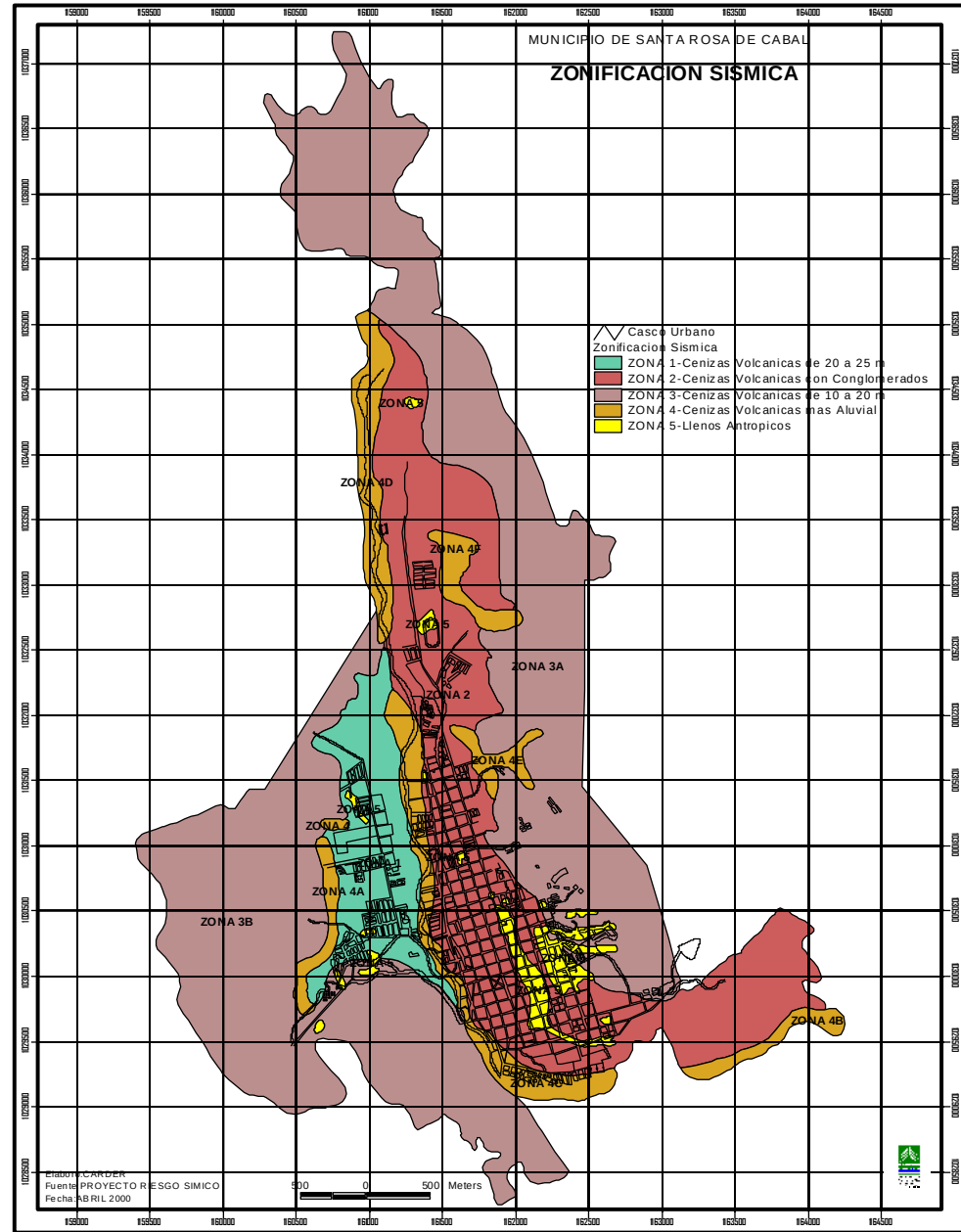
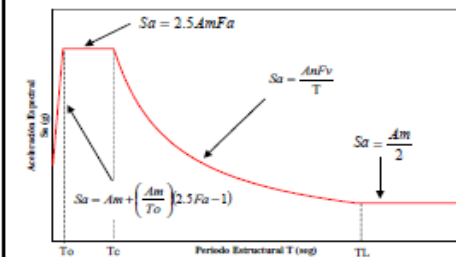
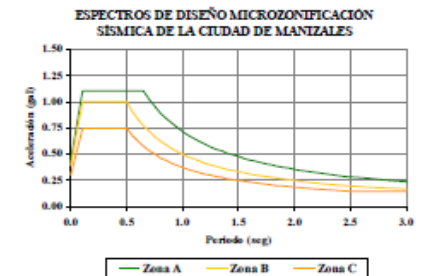
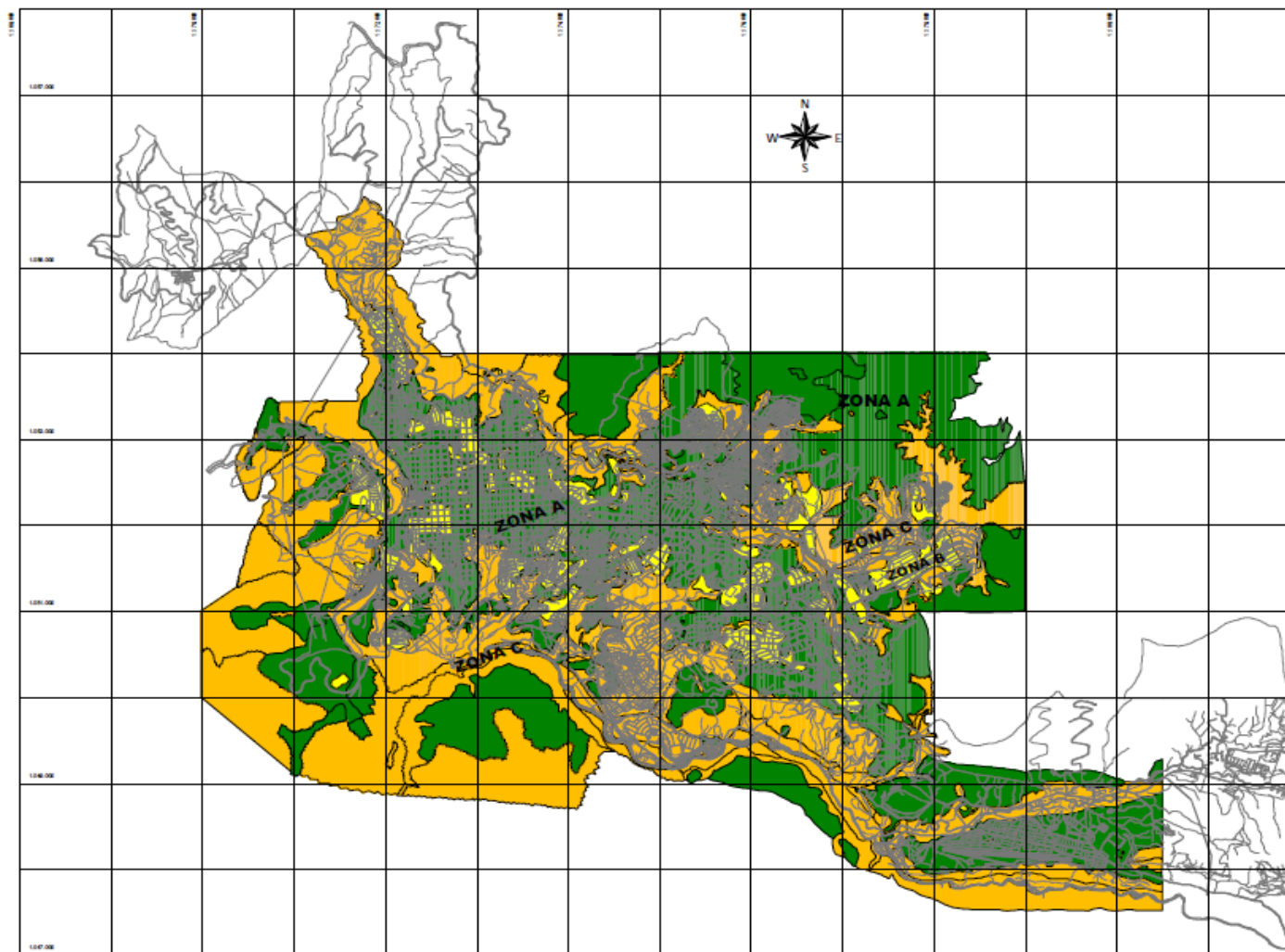


Figura 9. ZONIFICACION SISMICA DE DOSQUEBRADAS



Micro Manizales (2002)



MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE MANIZALES			
	Zona A	Zona B	Zona C
T_o	0.10	0.10	0.10
T_c	0.60	0.60	0.60
T_L	3.25	2.60	2.60
A_m	0.44	0.40	0.30
A_n	0.44	0.40	0.30
F_a	1.00	1.00	1.00
F_v	1.80	1.25	1.25

CONVENCIONES

- ZONA A - CENIZAS
- ZONA B - RELLENOS
- ZONA C - ROCAS, FLUJOS Y DEPÓSITOS DE POCO ESPESOR

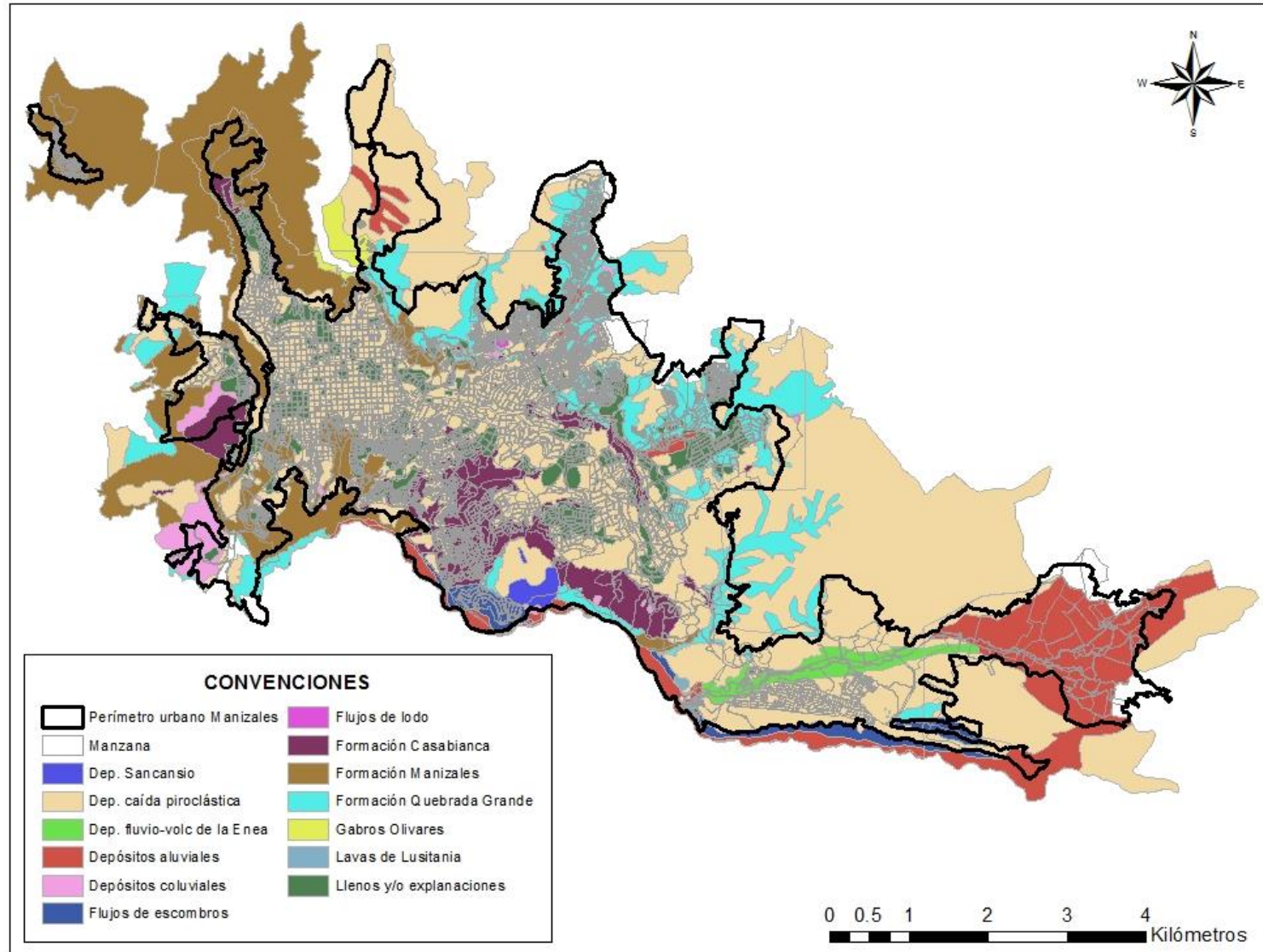
Armonización

- *El estudio de microzonificación sísmica permite detallar las características del movimiento de diseño dentro de una ciudad con el objetivo de incorporar los efectos de sitio dentro de la especificación de diseño.*
- *El estudio por lo tanto, deroga lo indicado en la normativa nacional (NSR) en lo que se refiere al espectro de diseño con el cual se analiza y diseña la estructura.*
- *No obstante, todas las demás regulaciones y provisiones del reglamento nacional siguen vigentes y en rigor.*
- *Por lo tanto, un estudio de microzonificación sísmica debe estar armonizado a la normativa nacional, con el fin de mantener ciertos aspectos importantes, como:*
 - *Zona de amenaza sísmica (i.e. coeficientes de diseño en roca y nivel de disipación de energía)*
 - *Formas espectrales (i.e. mismo tipo de espectro en aceleración, velocidad y desplazamiento)*

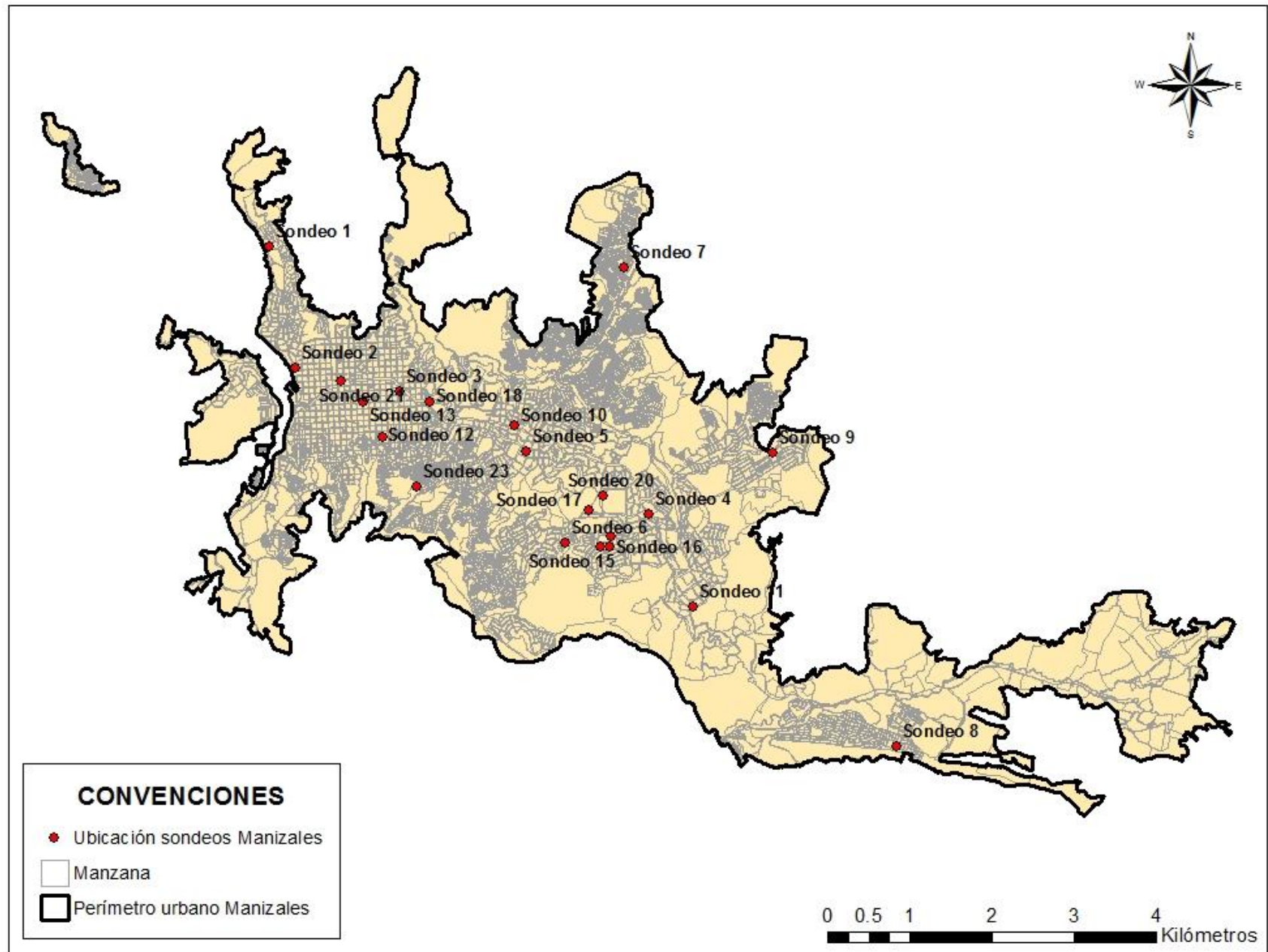
Actualización y armonización micro Manizales (2014)

- ✓ *Necesidad de contar con un estudio de microzonificación sísmica armonizado a la normativa nacional.*
- ✓ *Existencia de un mayor número de registros acelerográficos a nivel nacional, a partir de los cuales fue posible definir un modelo de atenuación de movimiento fuerte para ser aplicado en la evaluación de la amenaza.*
- ✓ *Oportunidad de aplicar una metodología novedosa que permite calcular la respuesta dinámica del suelo en cualquier punto dentro de la ciudad, y consecuentemente realizar cálculos de amenaza sísmica a nivel de superficie.*
- ✓ *Mayor experiencia y sensibilidad sobre la utilización de los espectros de diseño.*

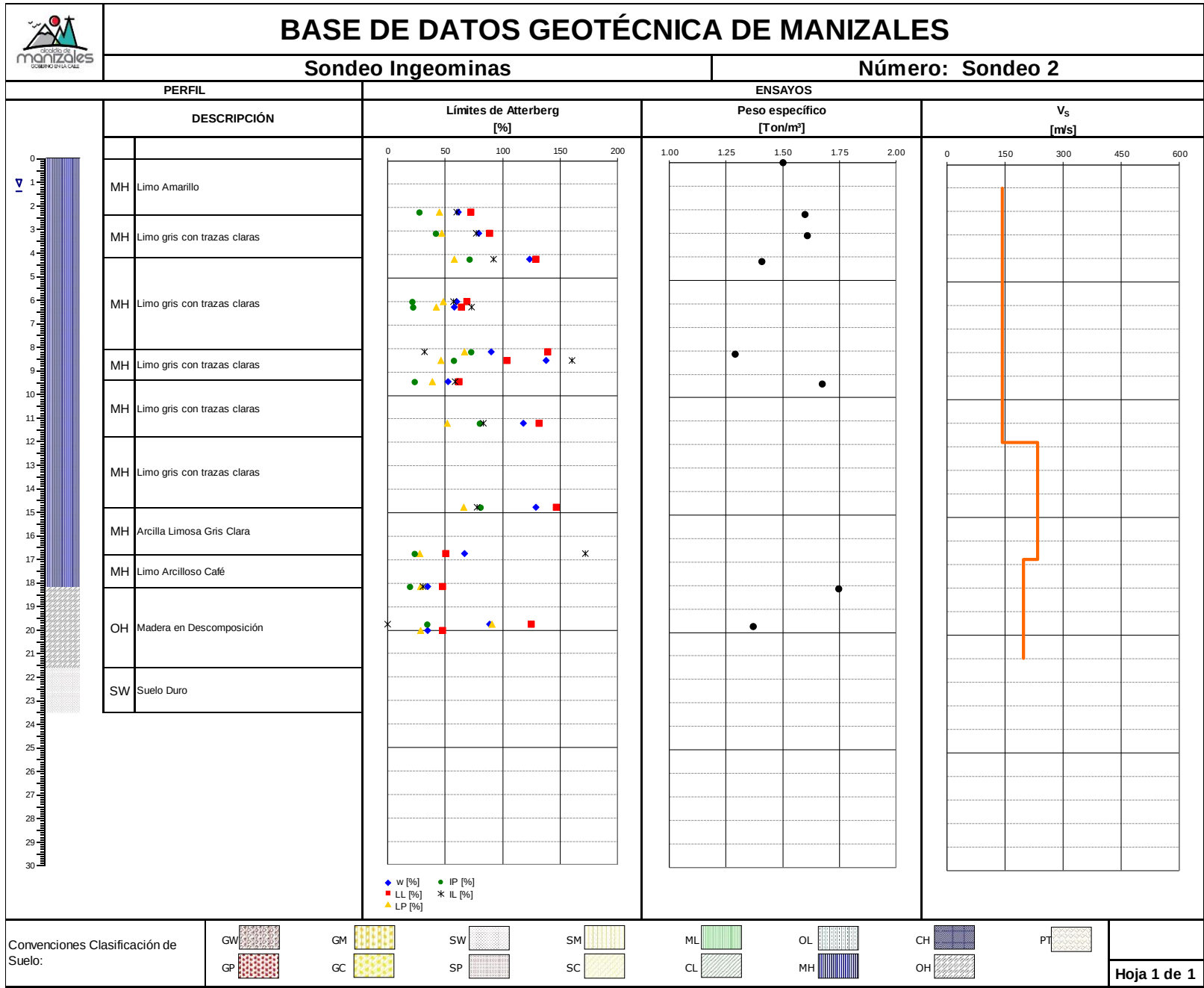
Geología de Manizales



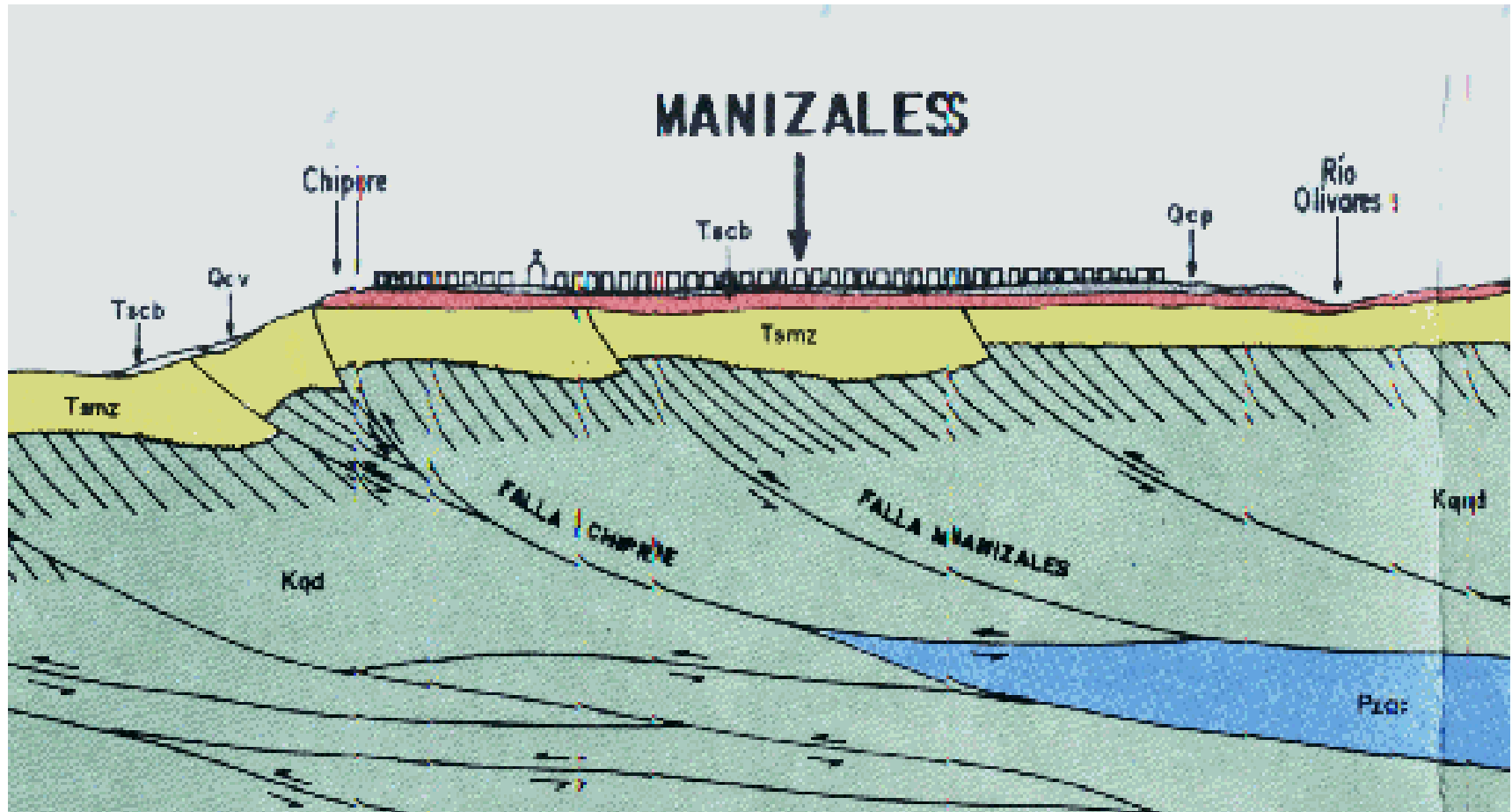
Información geotécnica



Información geotécnica

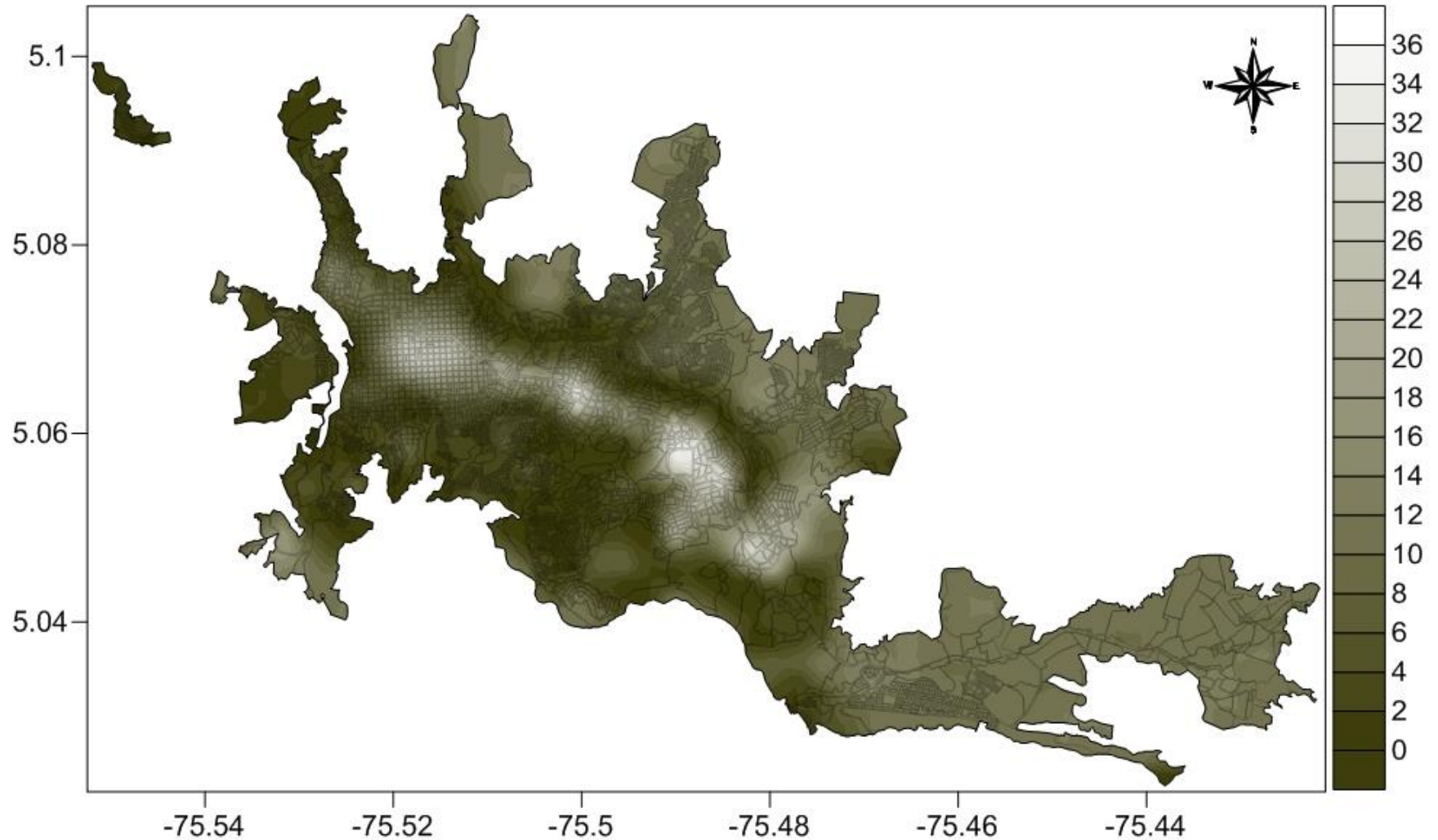


Geometría de las formaciones geológicas

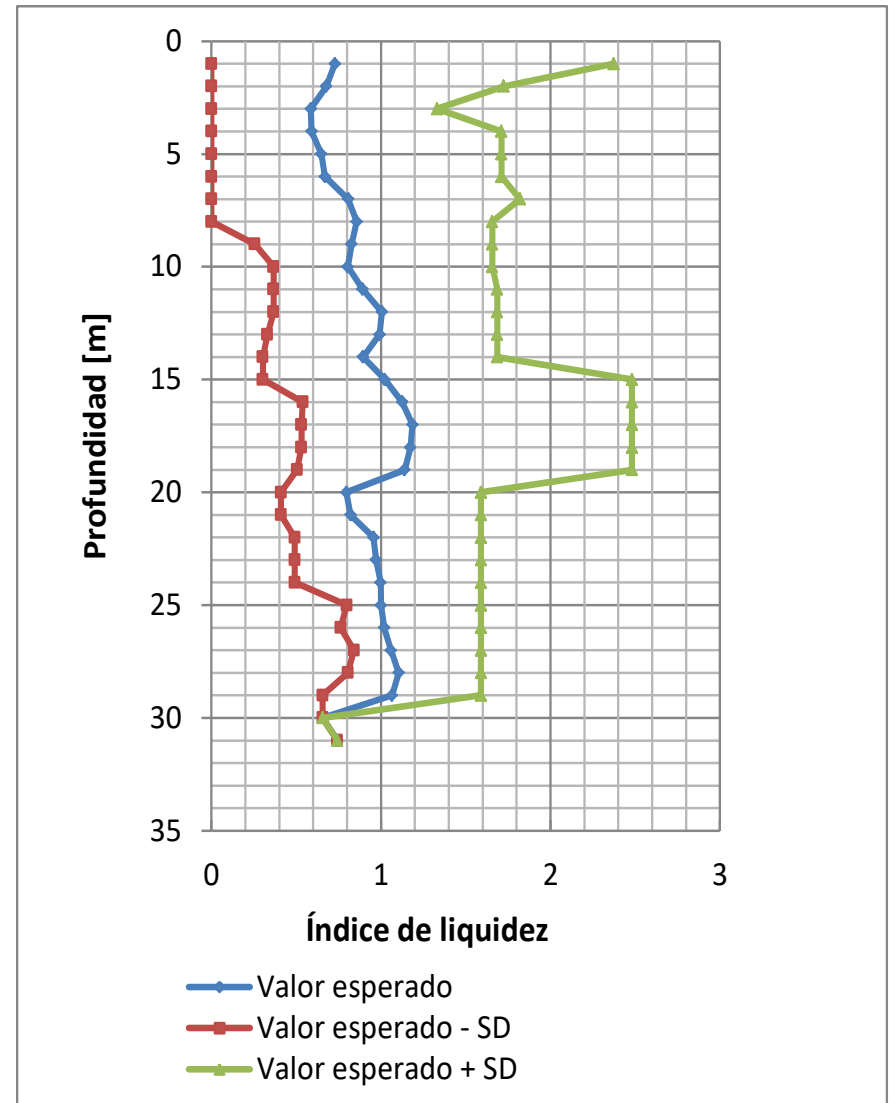
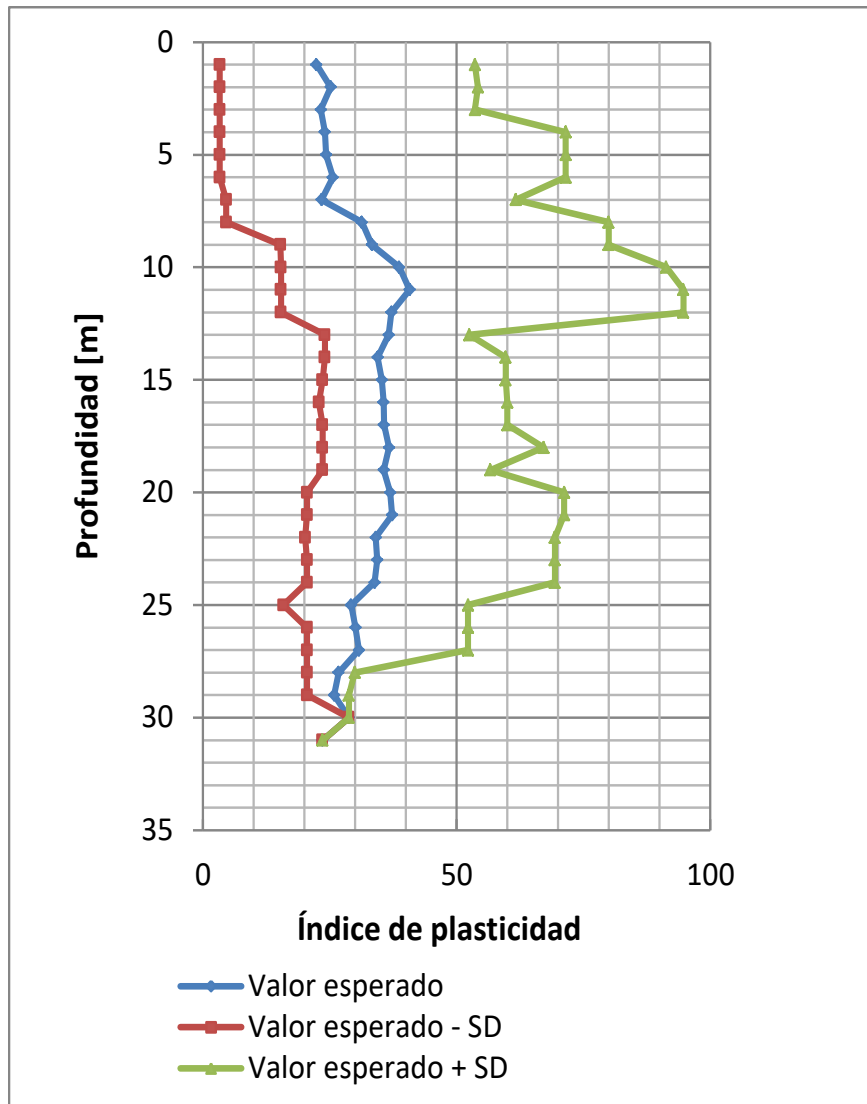


Geometría de las formaciones geológicas

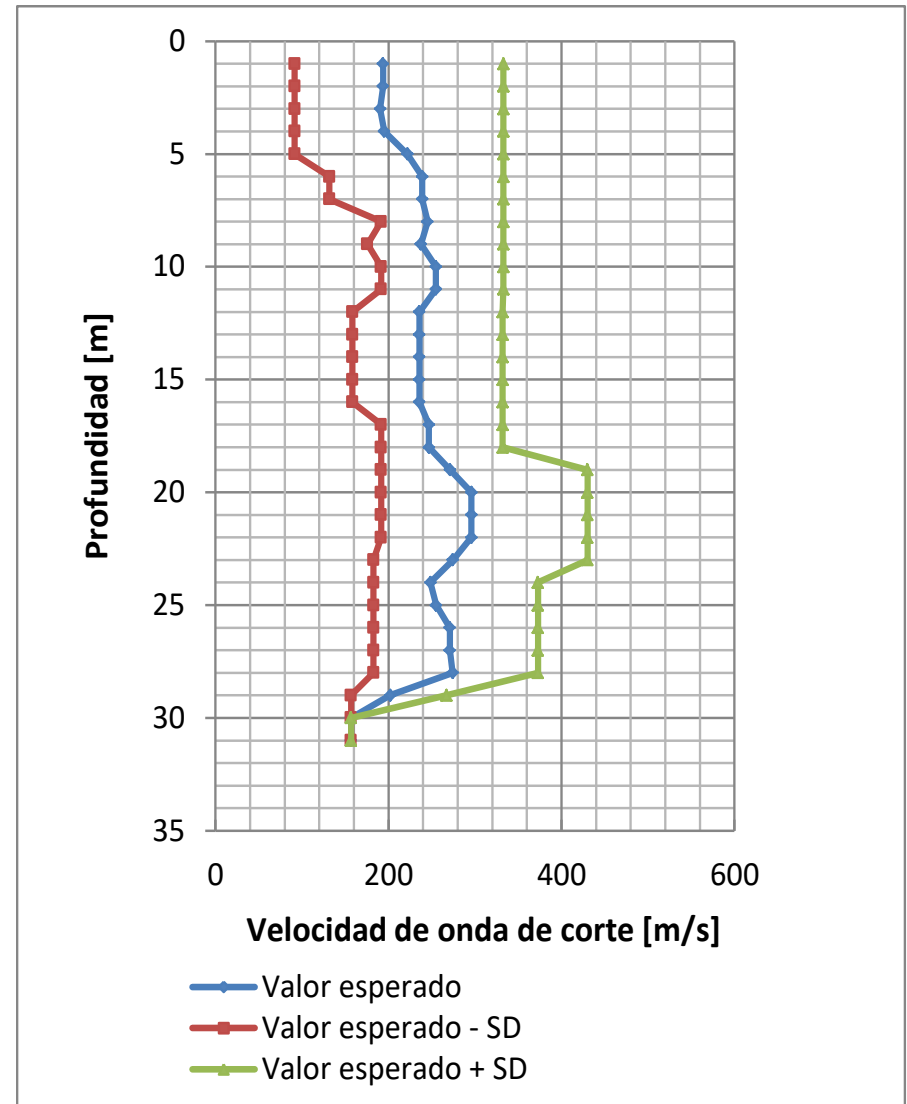
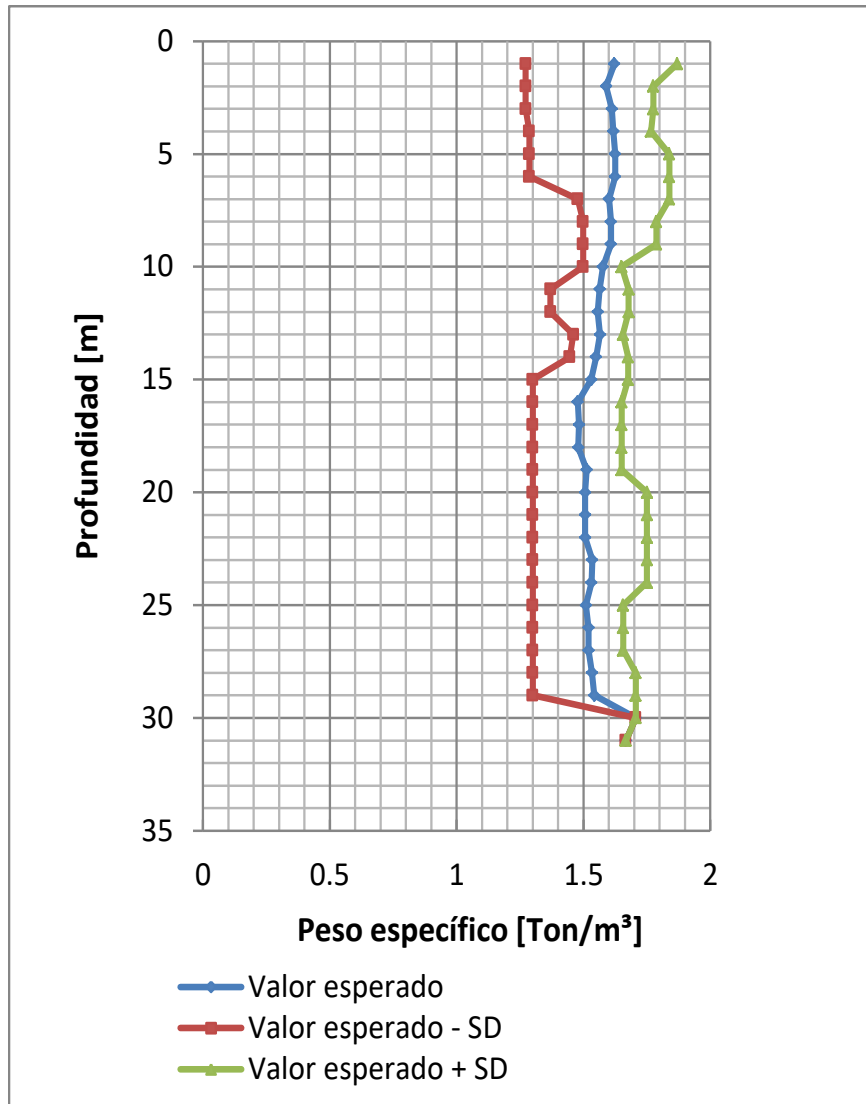
Espesor del depósito blando



Modelo geotécnico

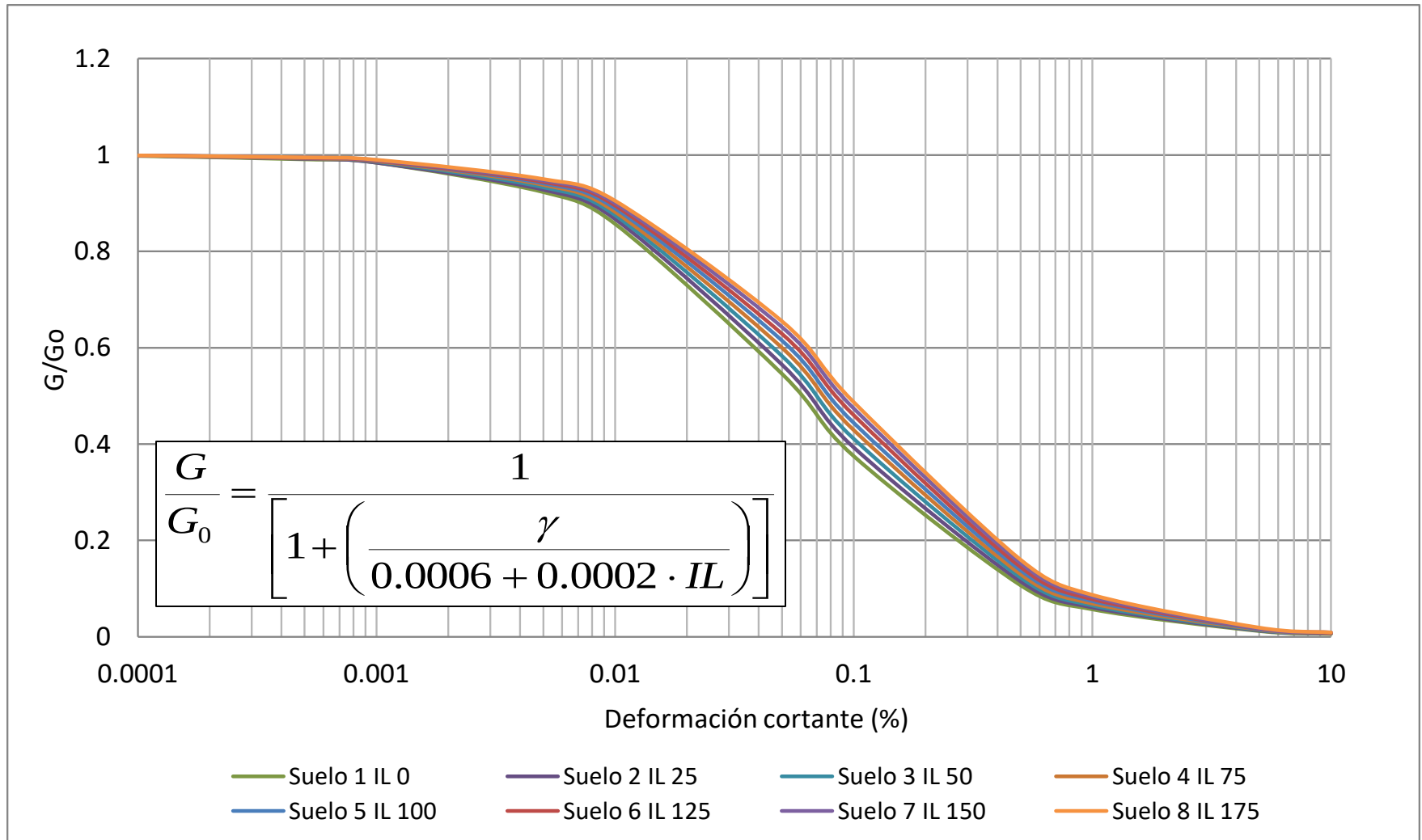


Modelo geotécnico



Modelo geotécnico

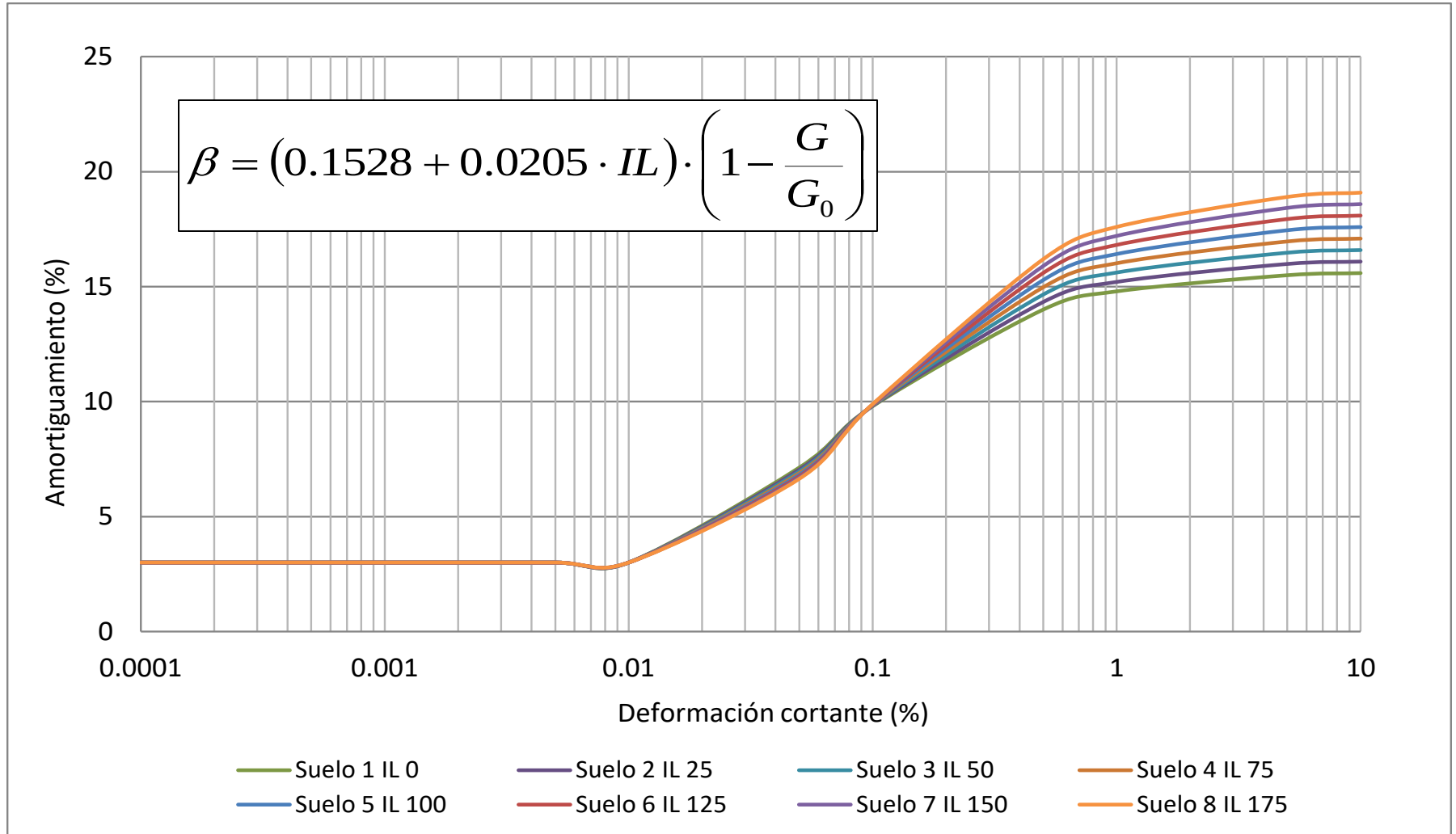
Modelos dinámicos del suelo blando



Suelos cohesivos – Modelo Uniandes (2002)

Modelo geotécnico

Modelos dinámicos del suelo blando

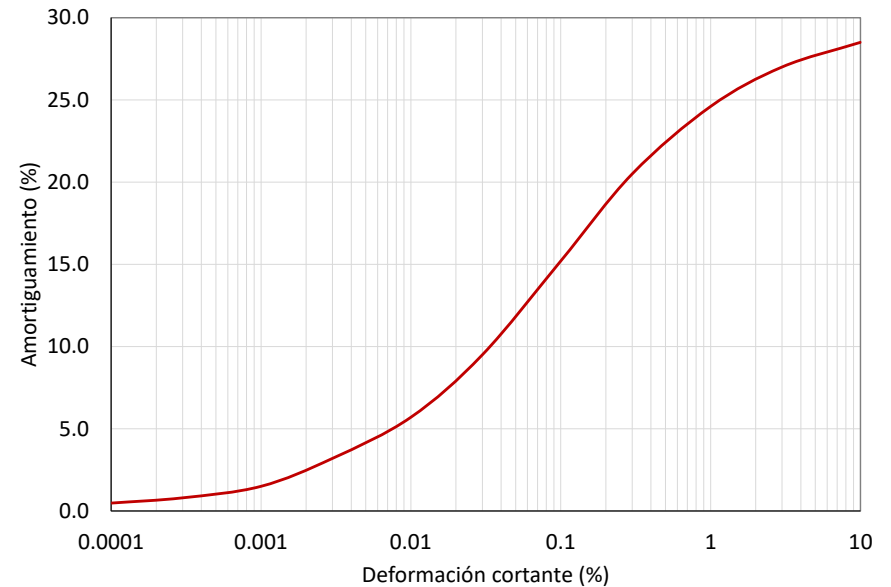
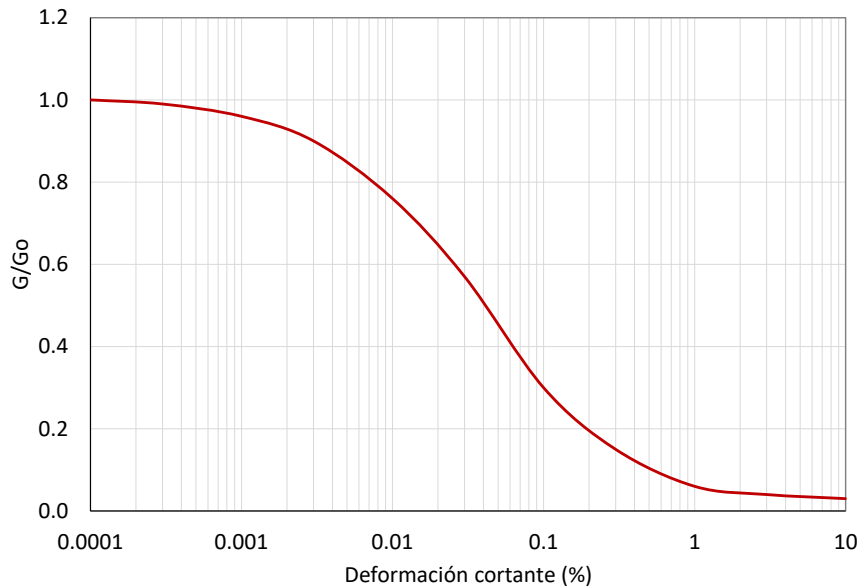


Suelos cohesivos – Modelo Uniandes (2002)

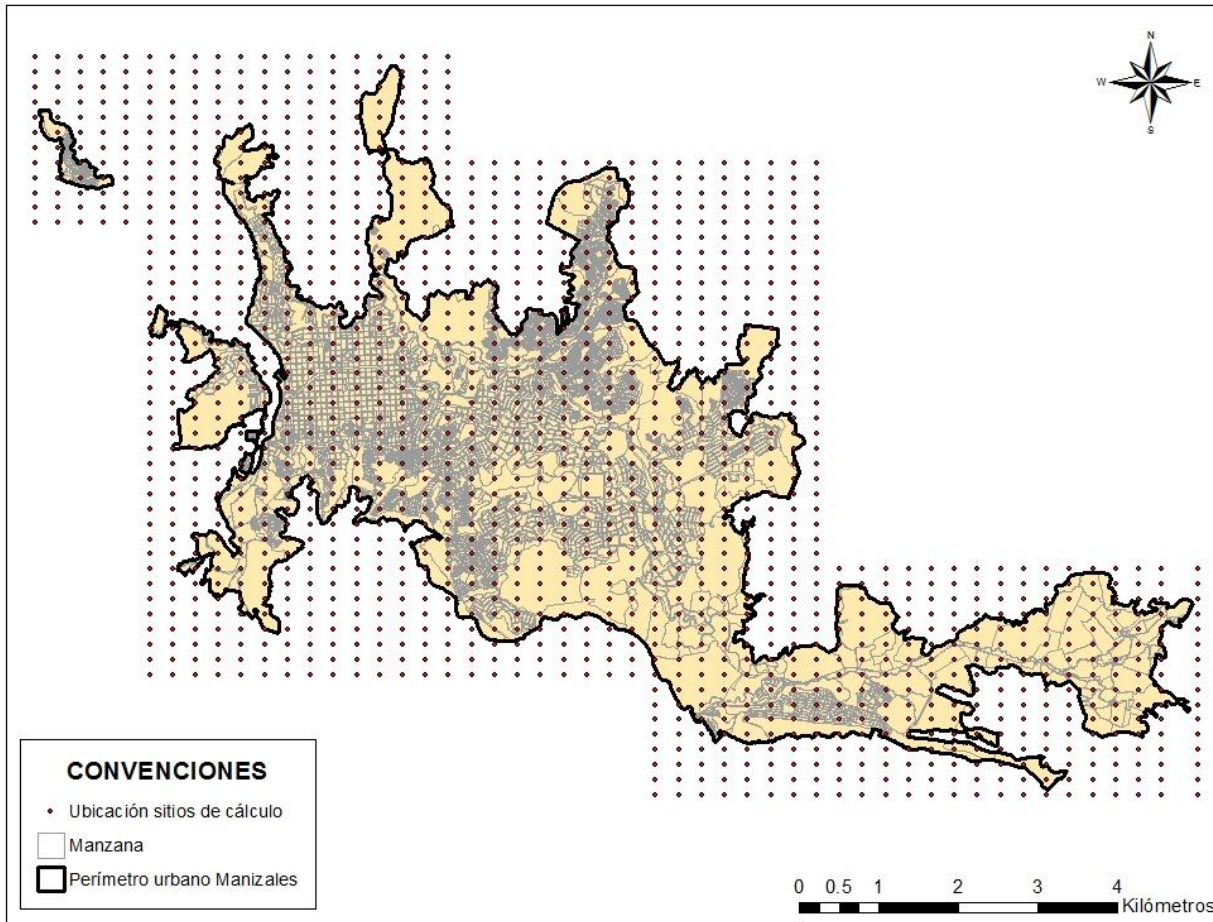
Modelo geotécnico

Modelos dinámicos del suelo blando

Suelos granulares – Modelo Seed e Idriss (1970)



Estratigrafías sintéticas



Se definió una malla de 50x50 nodos, recortada por un polígono que contiene a la ciudad de Manizales, para un total de 1275 sitios de cálculo.

En cada nodo de la malla de cálculo se generó un conjunto de 20 estratigrafías sintéticas, con capas de suelo uniforme de 1 metro de espesor.

Adicionalmente a las propiedades mencionadas, se asigna un valor base de amortiguamiento y se calcula el esfuerzo de confinamiento efectivo.

Estratigrafías sintéticas

Estratigrafía sintética generada en el sitio de cálculo 457

Seismic Microzonation Studio

Start Geometry Field data Geotechnical properties Seismic records **Computation sites** Response analysis Export Postprocessing

List of sites Grid of sites Set mask polygon Create grid Load to map

Sites definition Grid

Basic division (m) Random value type Mean Computation site 227 -74.133, 458 Smooth profiles Create multiple simulations

Synthetic survey

Properties plot

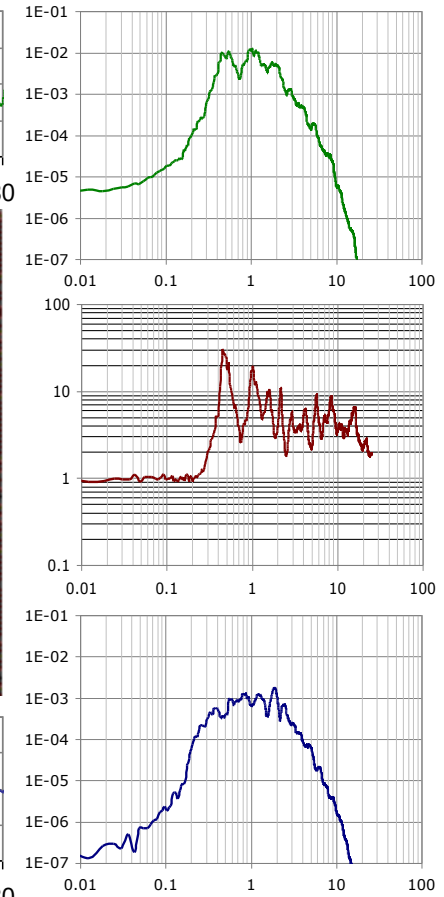
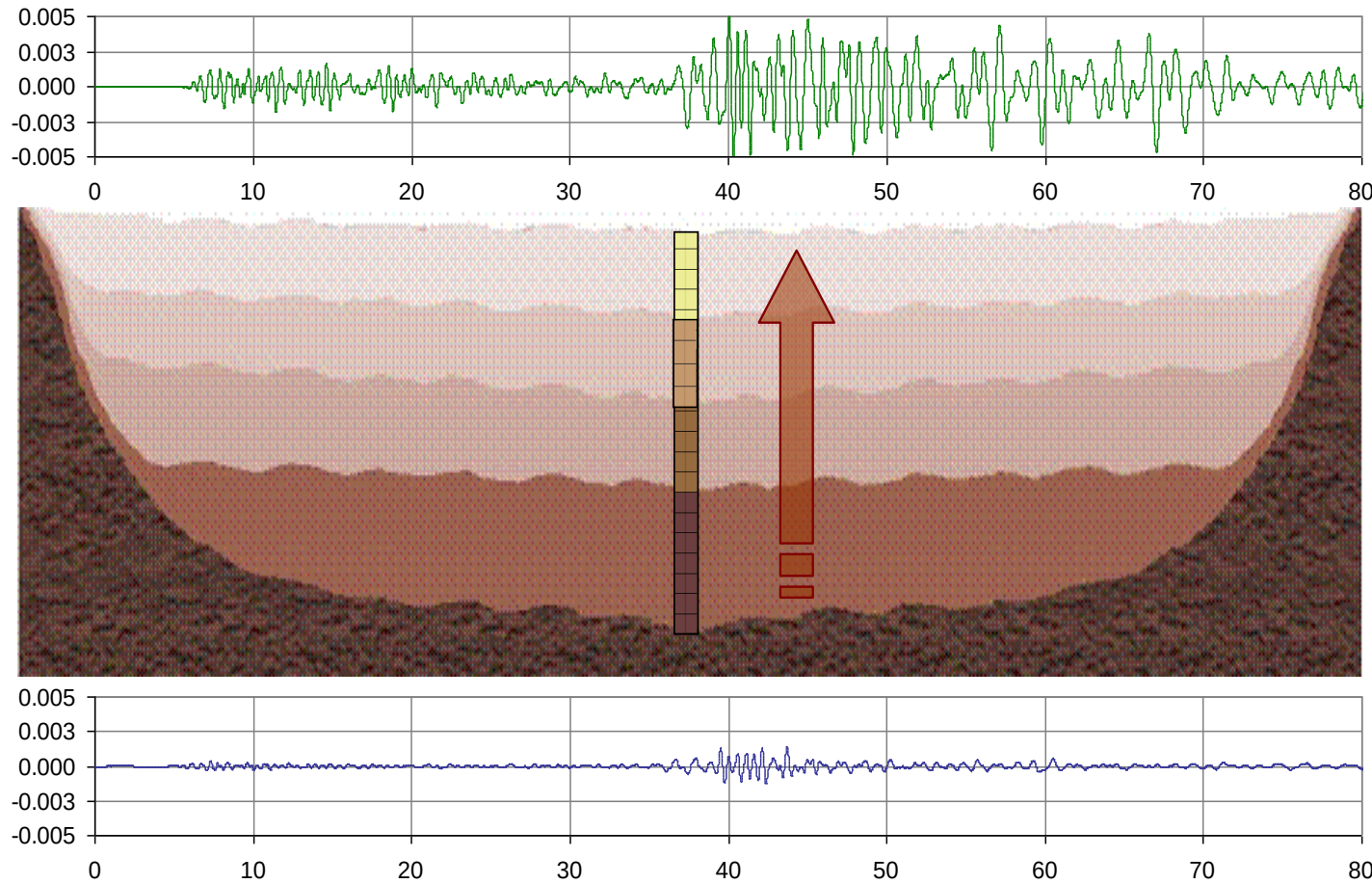
Gamma Shear wave velocity Shear modulus Damping

Synthetic survey

Id	Depth (m)	Soil Type	Thickness (m)	Gamma (Ton/m ³)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	Damping	Water content (%)	Liquid limit (%)	Plastic Limit (%)	Plasticity index	Liquidity index	Effective confining stress (Ton/m ²)
1	1	Soil 1	2	1.593	164.542	4395.133	0.030	64.854	88.999	35.886	53.113	0.545	3.185
2	3	Soil 1	2	1.562	165.395	4355.001	0.030	74.750	97.203	36.867	60.336	0.628	6.309
3	5	Soil 1	2	1.532	133.167	2770.066	0.030	87.112	111.604	39.567	72.038	0.660	9.373
4	7	Soil 1	2	1.502	120.435	2220.097	0.030	94.959	119.381	42.685	76.696	0.682	12.376
5	9	Soil 1	2	1.468	123.375	2277.818	0.030	101.093	126.372	45.206	81.166	0.689	15.312
6	11	Soil 1	2	1.458	125.257	2331.330	0.030	108.232	133.351	47.776	85.575	0.706	18.228
7	13	Soil 1	2	1.447	129.912	2489.863	0.030	114.957	135.811	49.418	86.393	0.759	21.122
8	15	Soil 1	2	1.462	132.073	2599.420	0.030	110.960	135.973	49.029	86.944	0.712	24.046
9	17	Soil 1	2	1.456	135.077	2708.644	0.030	107.974	130.195	46.741	83.454	0.734	26.959
10	19	Soil 1	2	1.462	139.083	2881.952	0.030	104.922	130.219	49.039	81.179	0.688	29.882
11	21	Soil 1	2	1.472	143.124	3072.716	0.030	106.508	136.469	52.752	83.717	0.642	32.825
12	23	Soil 1	2	1.459	146.972	3213.321	0.030	103.083	132.957	52.182	80.775	0.630	35.744
13	25	Soil 1	2	1.478	149.165	3351.867	0.030	97.701	128.160	48.266	79.895	0.619	38.699
14	27	Soil 2	2	1.483	152.164	3501.098	0.030	99.223	128.524	48.064	80.460	0.636	41.666
15	29	Soil 2	2	1.500	153.854	3618.385	0.030	94.904	127.522	47.294	80.229	0.593	44.665
16	31	Soil 2	2	1.509	157.486	3815.726	0.030	93.287	120.733	46.587	74.146	0.630	47.684
17	33	Soil 2	2	1.525	159.245	3941.273	0.030	88.747	114.412	44.346	70.066	0.634	50.733
18	35	Soil 2	2	1.529	163.777	4179.363	0.030	87.693	109.432	41.731	67.701	0.679	53.790
19	37	Soil 2	2	1.528	170.426	4525.028	0.030	83.006	106.032	40.441	65.591	0.649	56.847
20	39	Soil 2	2	1.538	173.729	4732.821	0.030	81.108	103.840	40.410	63.430	0.642	59.923

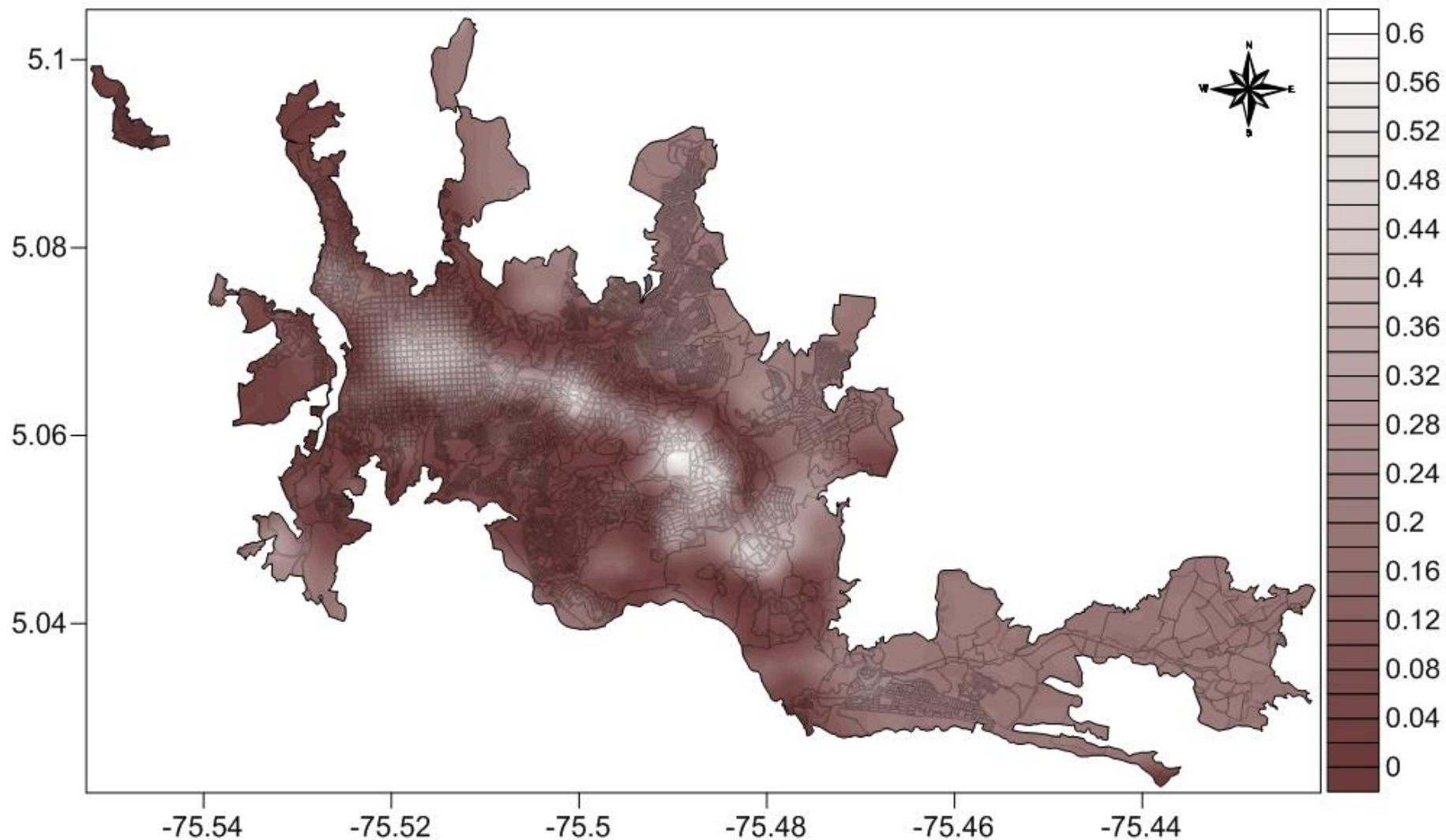
Ready

Respuesta dinámica del suelo



Respuesta dinámica del suelo

Periodos fundamentales de vibración

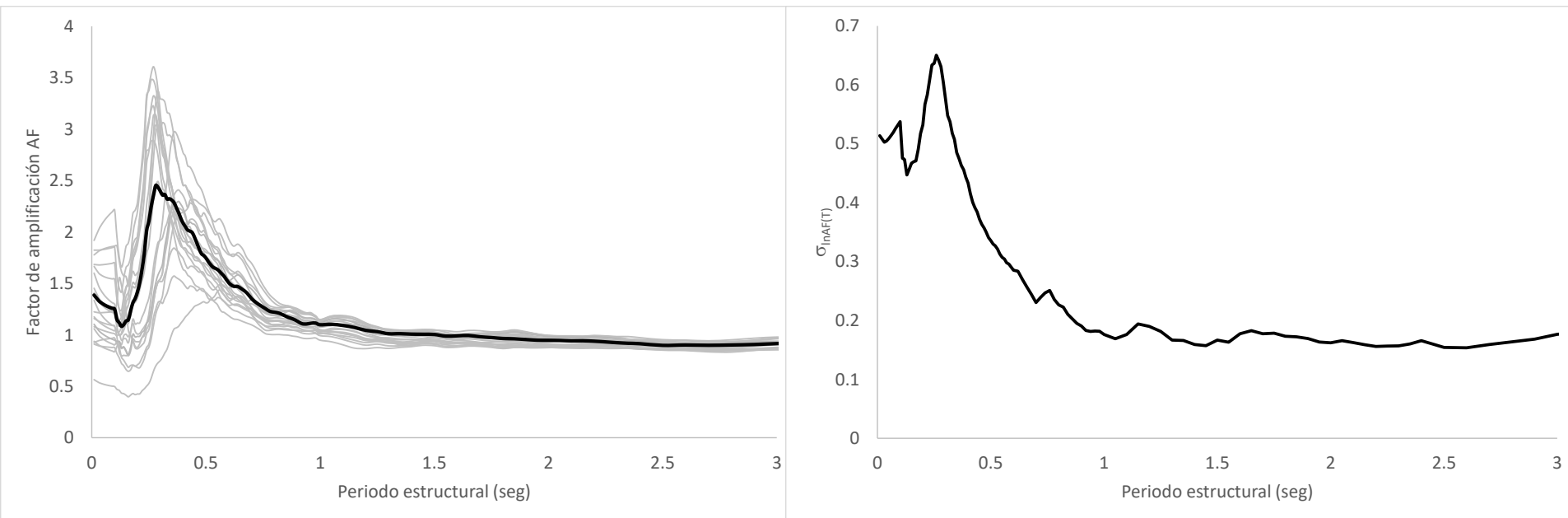


Respuesta dinámica del suelo

Incertidumbre en la respuesta

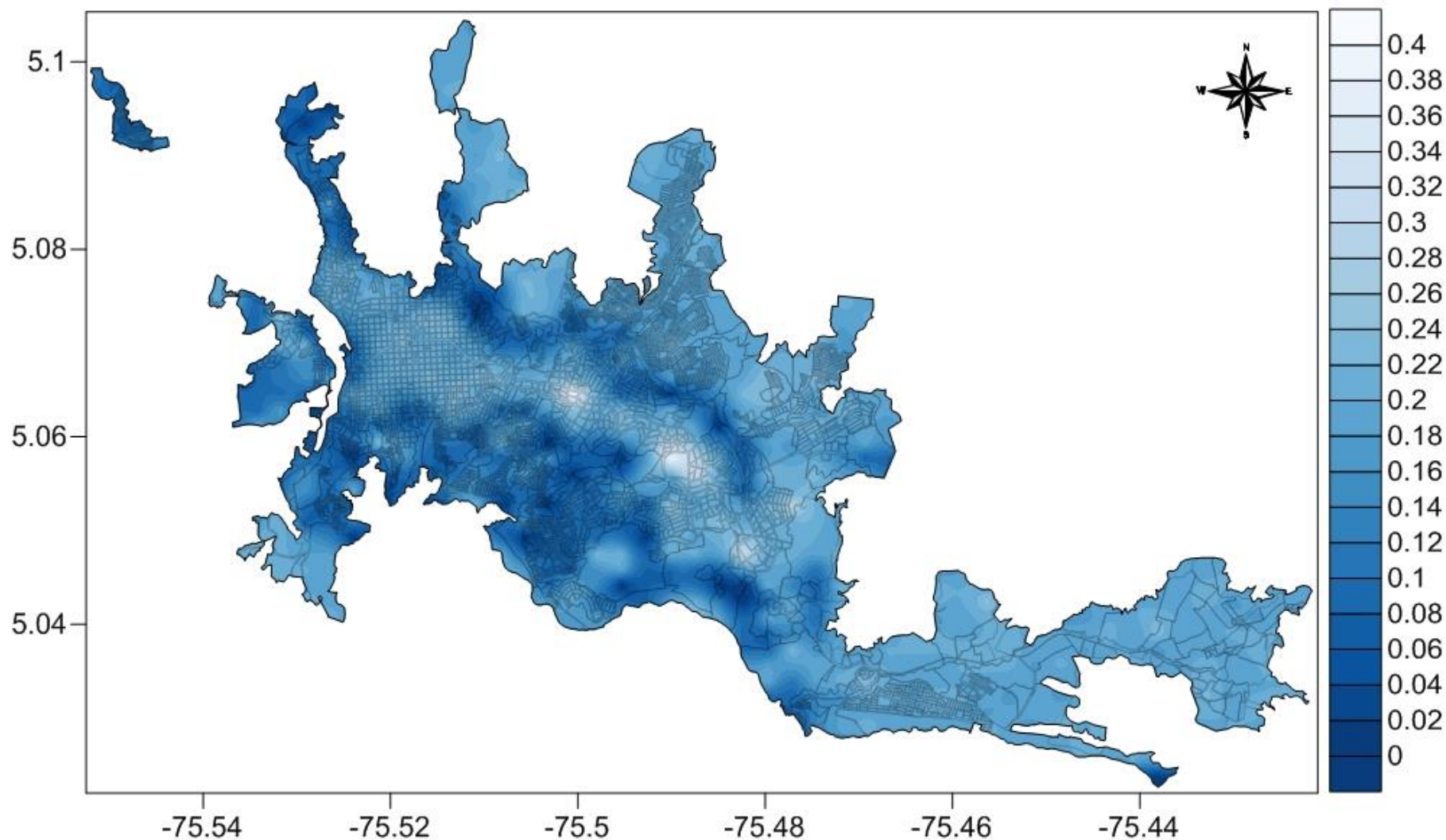
Para cada sitio de cálculo, y para cada estratigrafía simulada, se determina su función de amplificación $AF(T)$.

Es posible entonces calcular $\sigma_{\ln AF(T)}$ para considerar la incertidumbre asociada al desconocimiento de los valores reales de las propiedades geotécnicas.



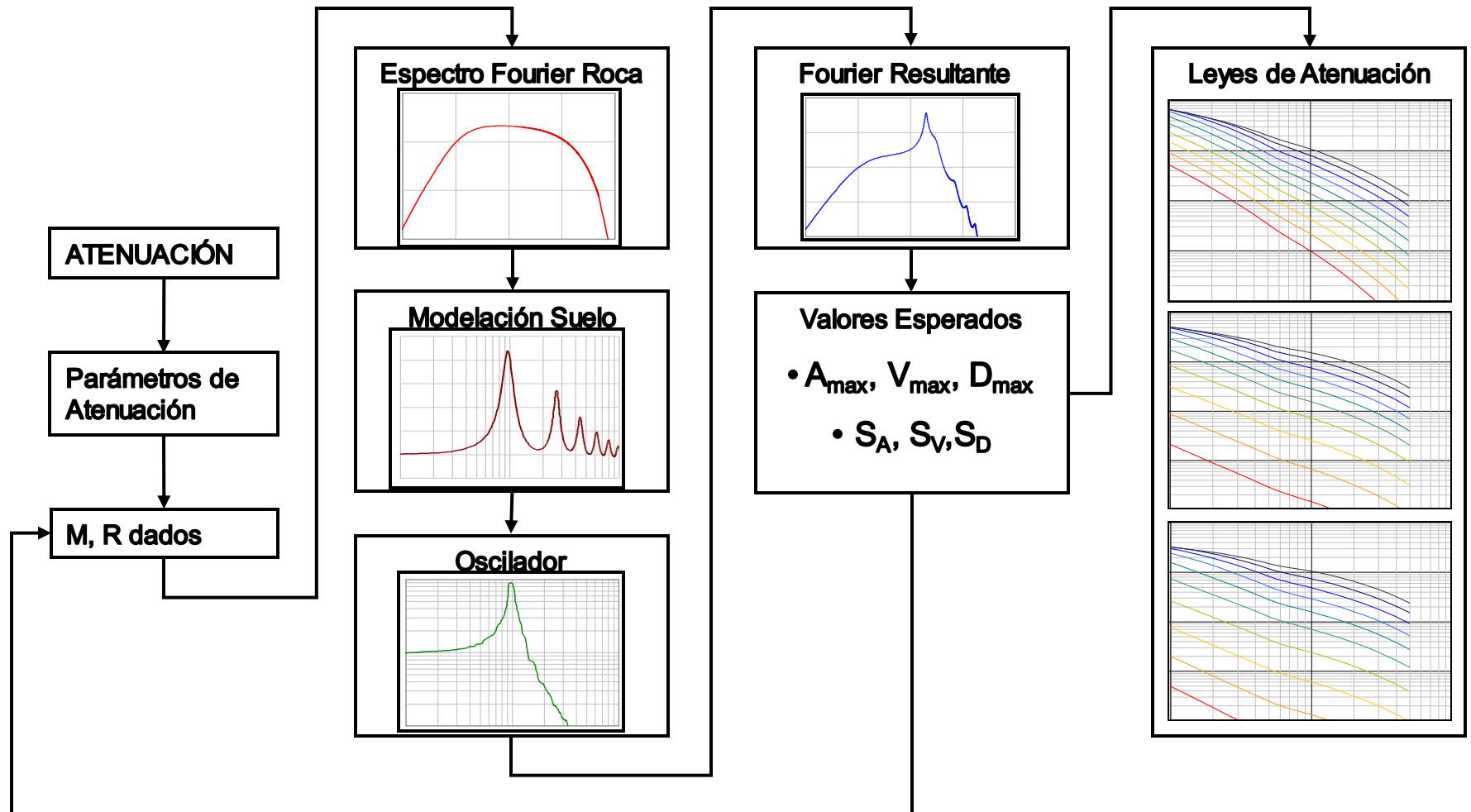
Respuesta dinámica del suelo

Desviación estándar del logaritmo de la función de amplificación

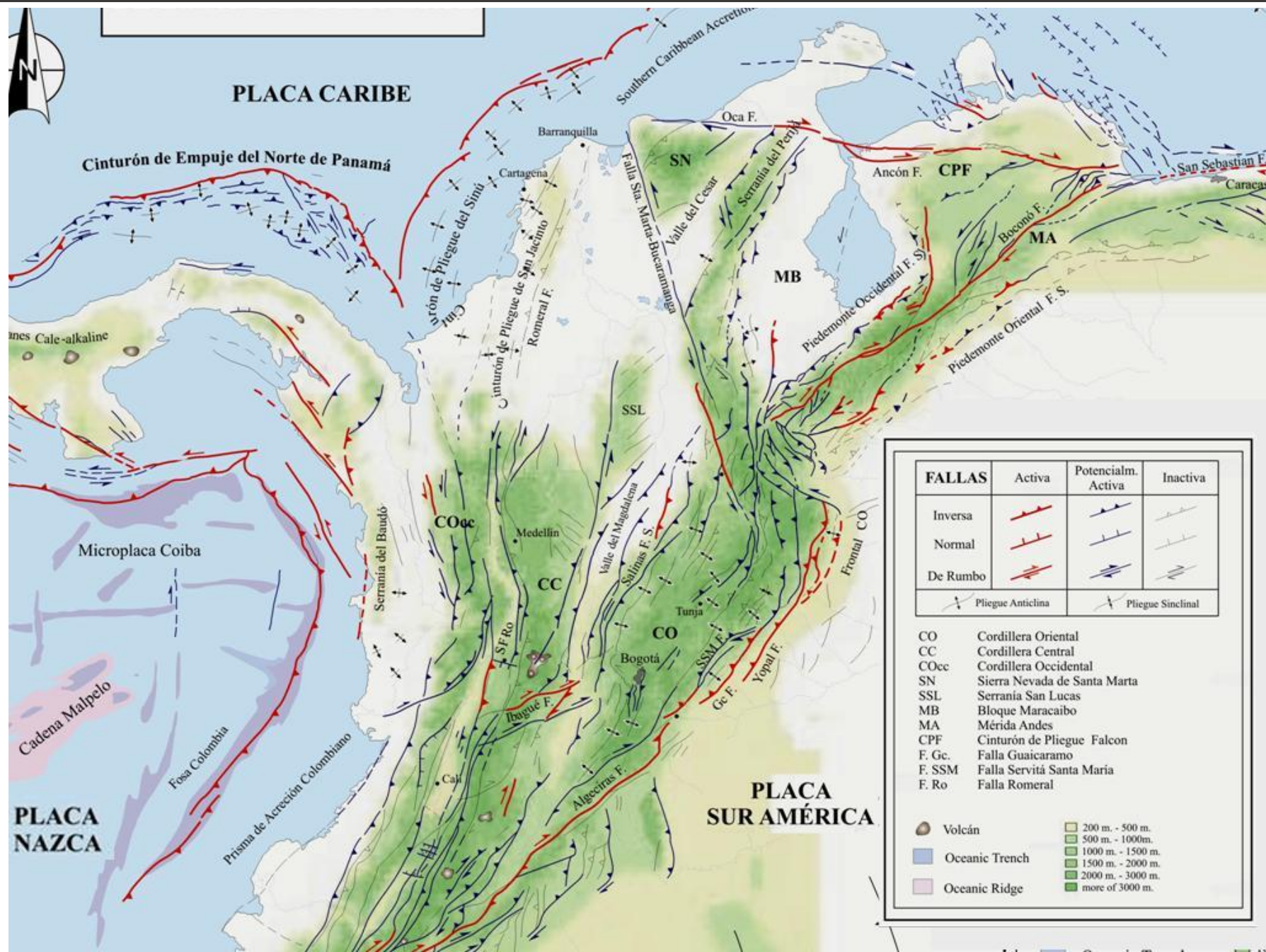


Amenaza sísmica en superficie

Funciones de atenuación

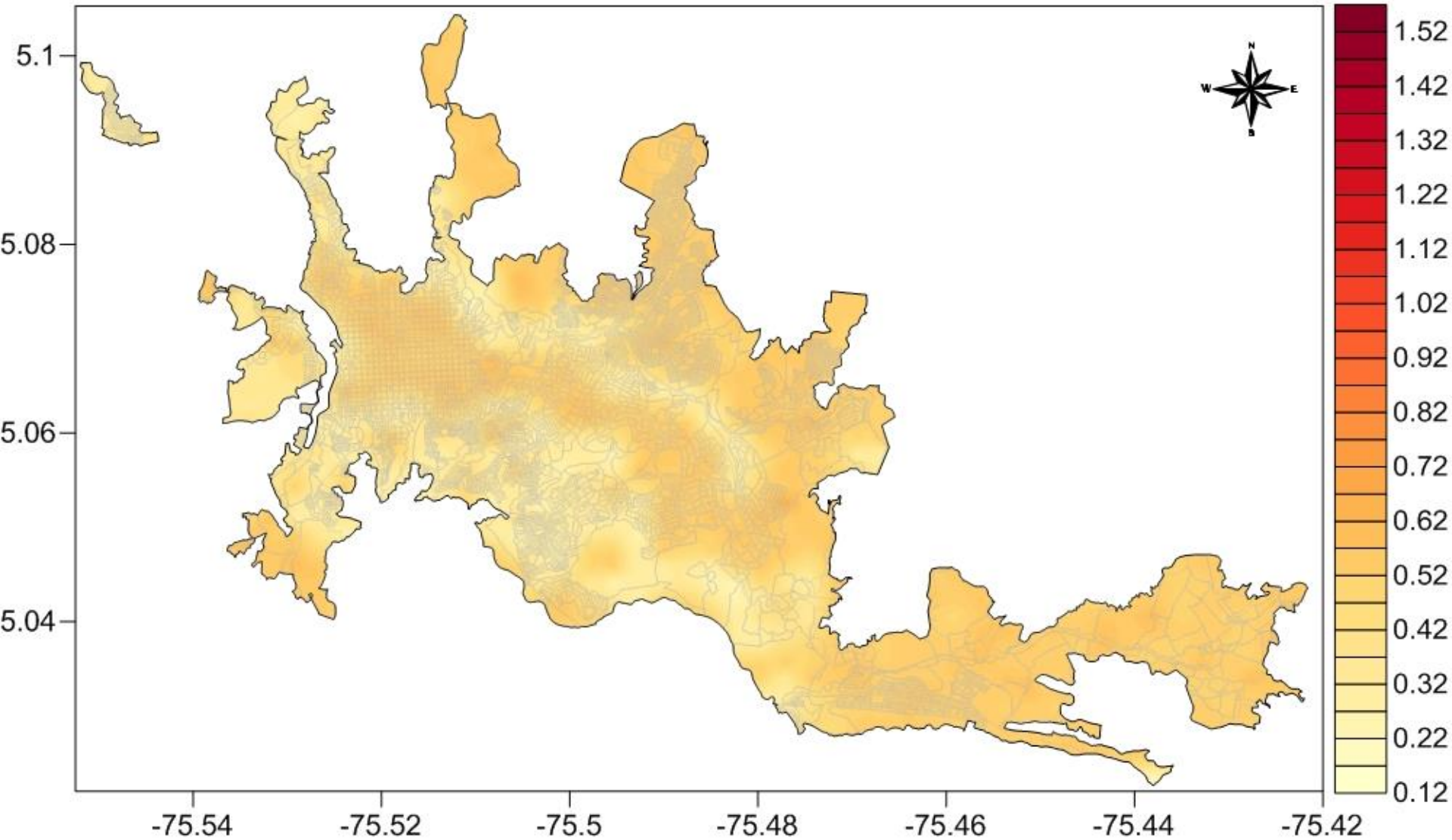


Amenaza sísmica en superficie



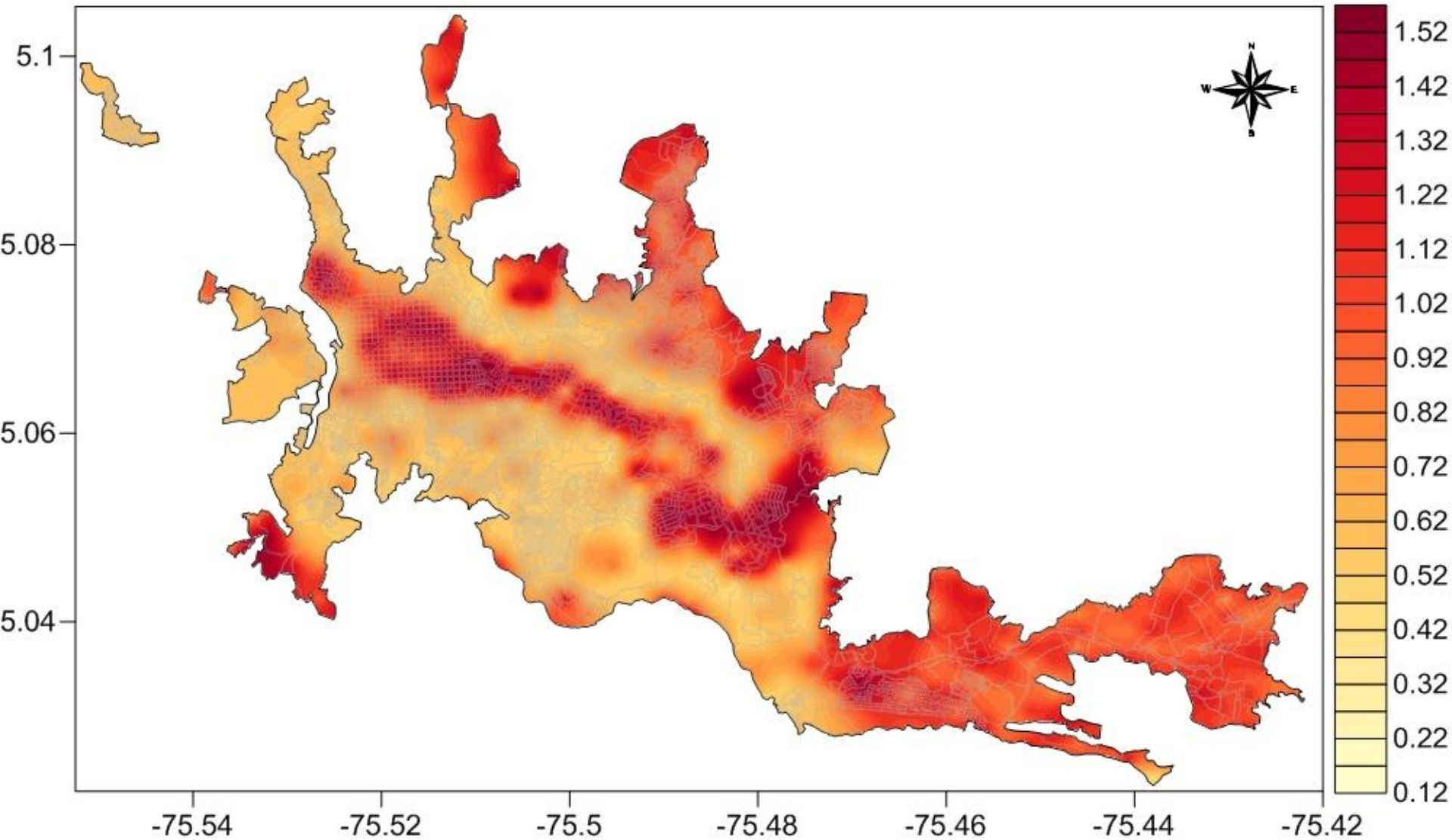
Amenaza sísmica en superficie

Aceleración máxima del terreno



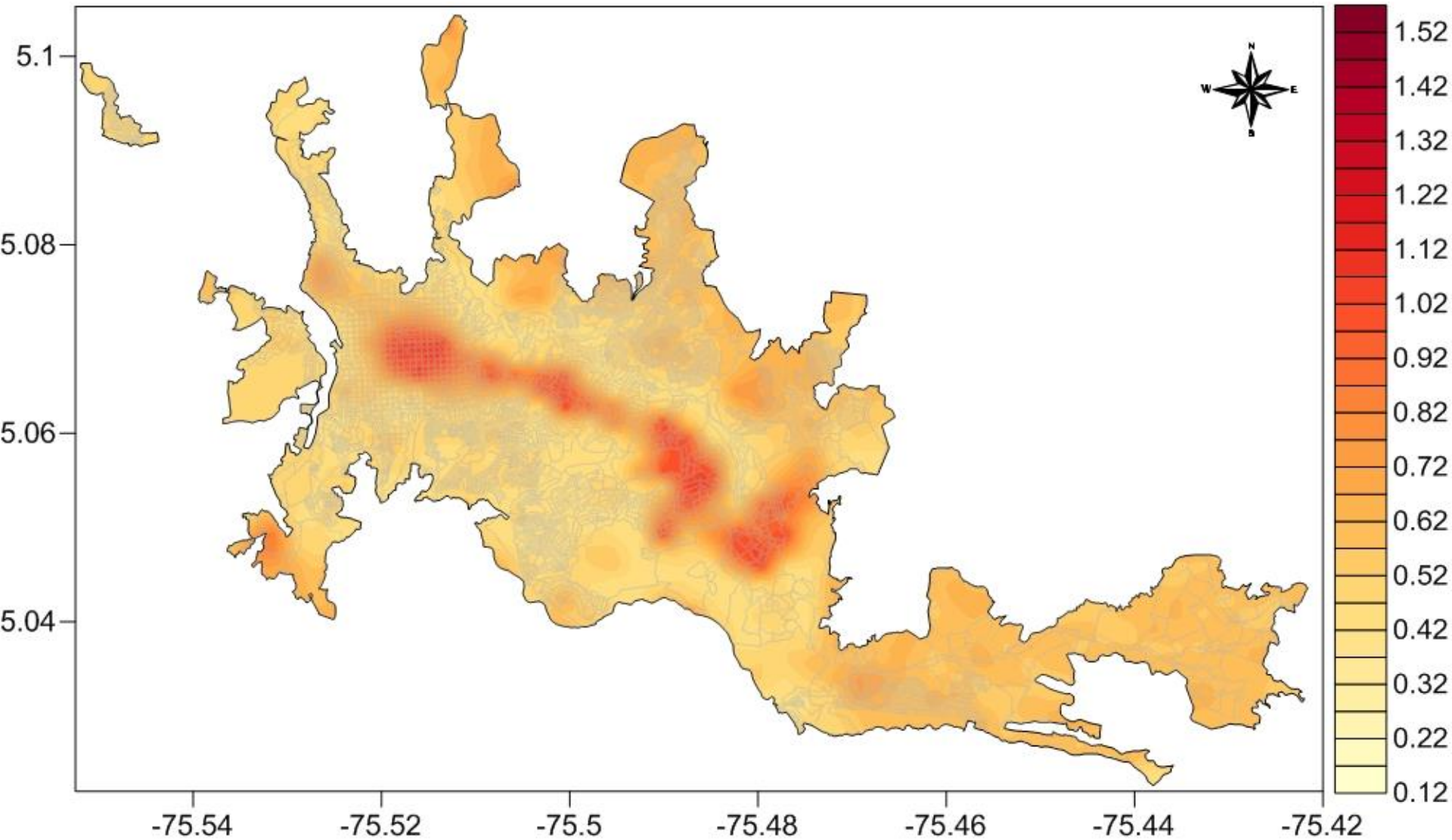
Amenaza sísmica en superficie

Aceleración espectral - $T=0.3$ seg.



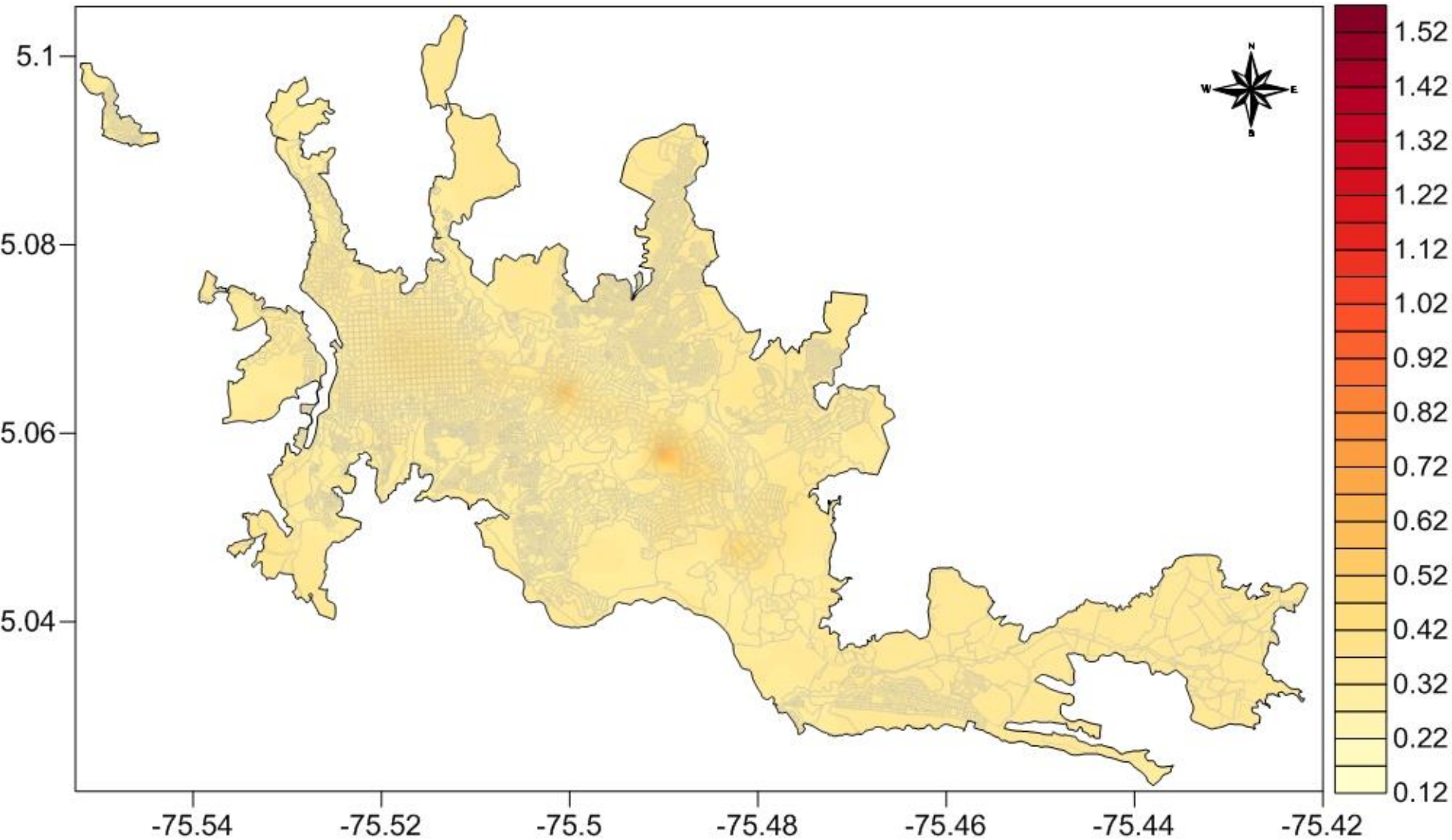
Amenaza sísmica en superficie

Aceleración espectral - $T=0.5$ seg.



Amenaza sísmica en superficie

Aceleración espectral - $T=1.0$ seg.



Armonización

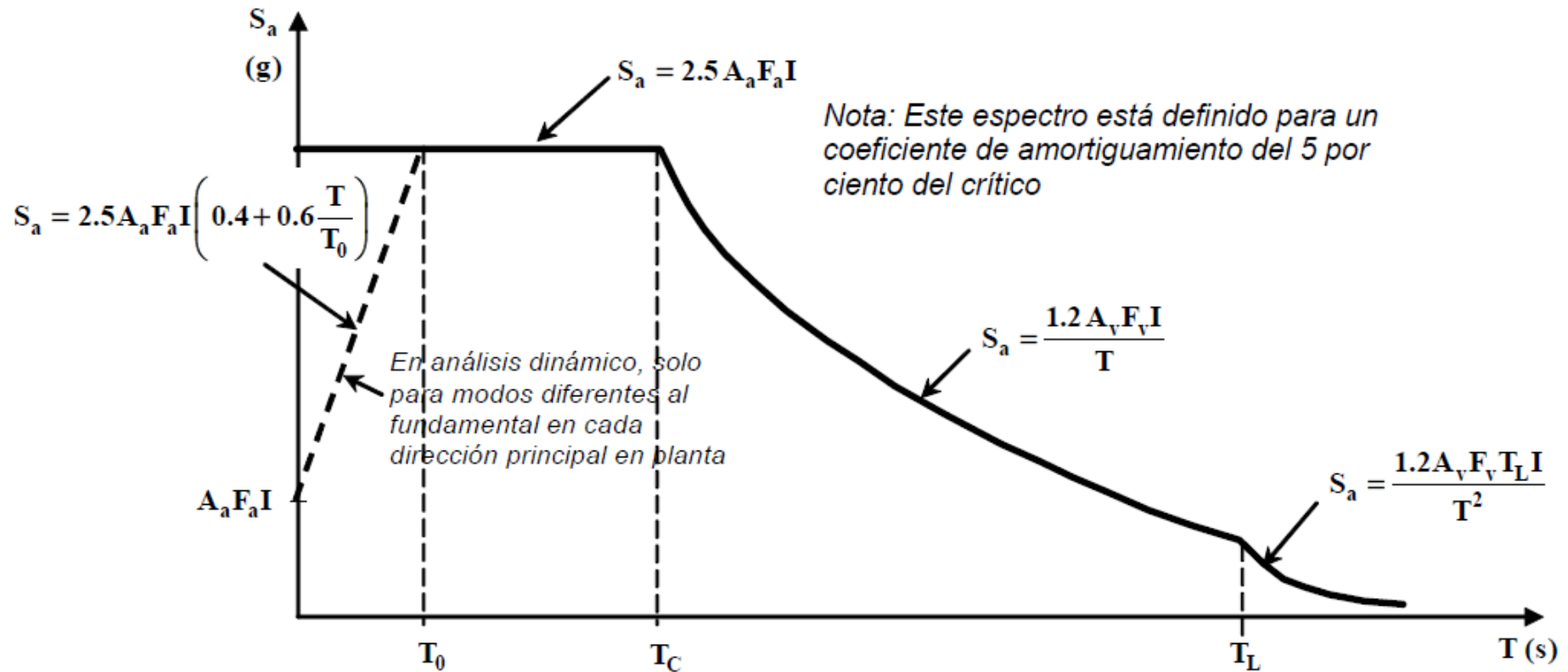
5 parámetros:

$$A_a, A_v, I, F_a \text{ y } F_v$$

Coefficientes de respuesta del suelo

Coefficientes de amenaza en roca

Coefficiente de importancia

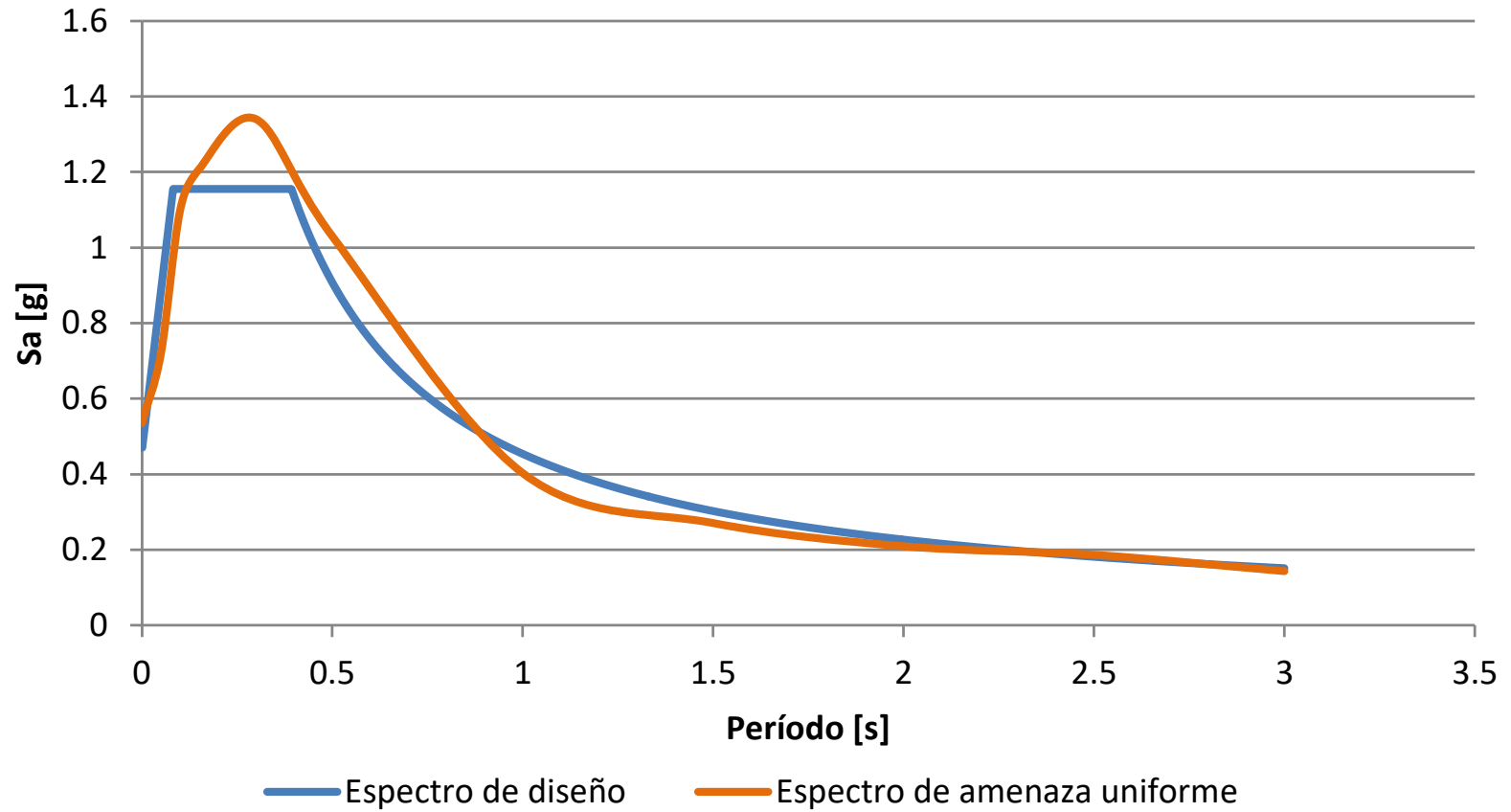


Armonización

- ✓ Con el fin de armonizar los espectros de diseño resultantes a la NSR-10, se fijan los parámetros de amenaza en roca a los especificados para la ciudad de Manizales: $Aa = 0.25 \text{ g}$ y $Av = 0.25 \text{ g}$.
- ✓ El factor de importancia se asume como $I=1$, dado que la aplicabilidad de los resultados acá presentados se limita al diseño de edificaciones convencionales.
- ✓ Por último, se establecen como parámetros libres los asociados al efecto del suelo blando: Fa y Fv .

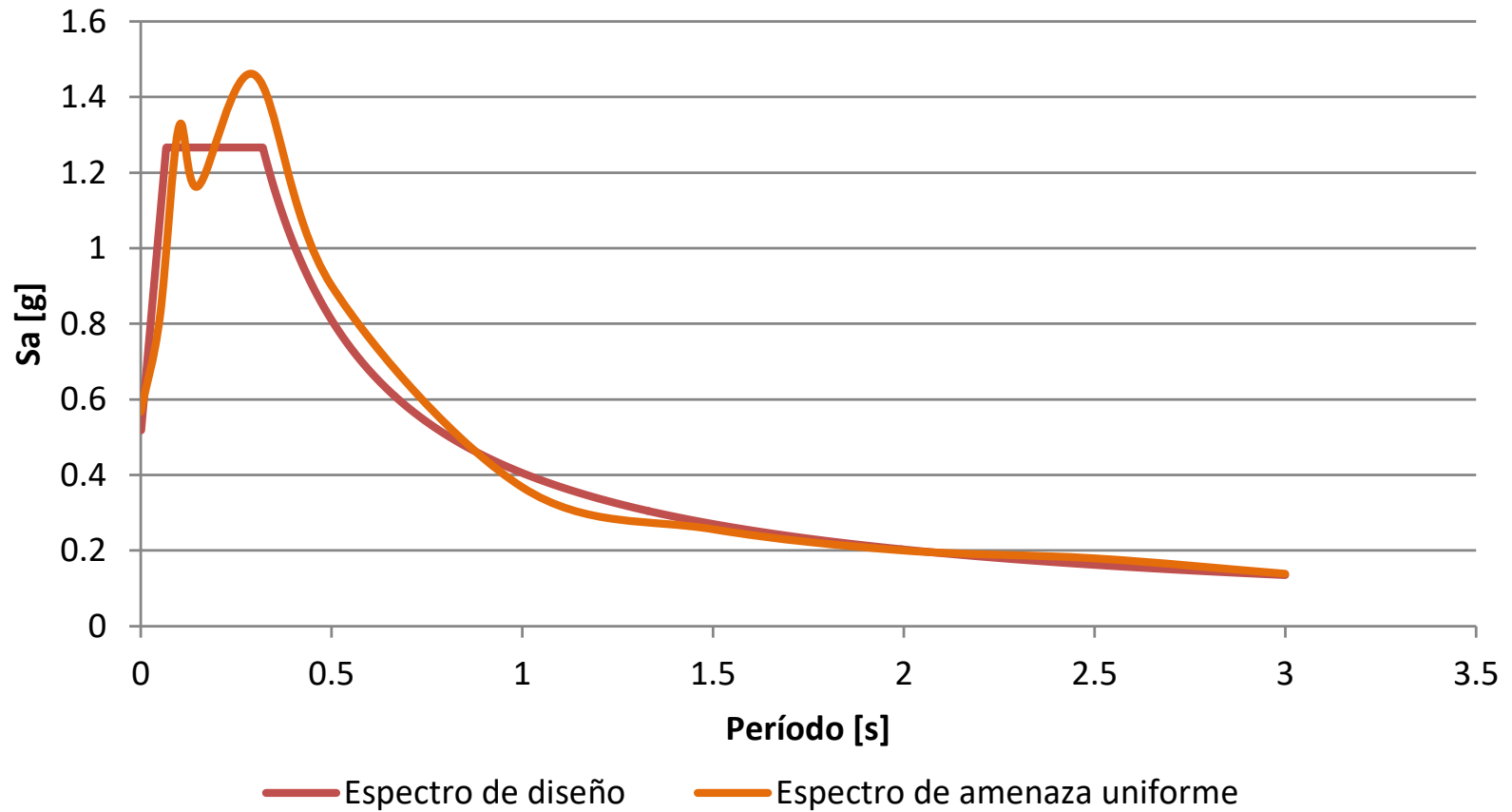
Armonización

Sitio 456 (Zona A)



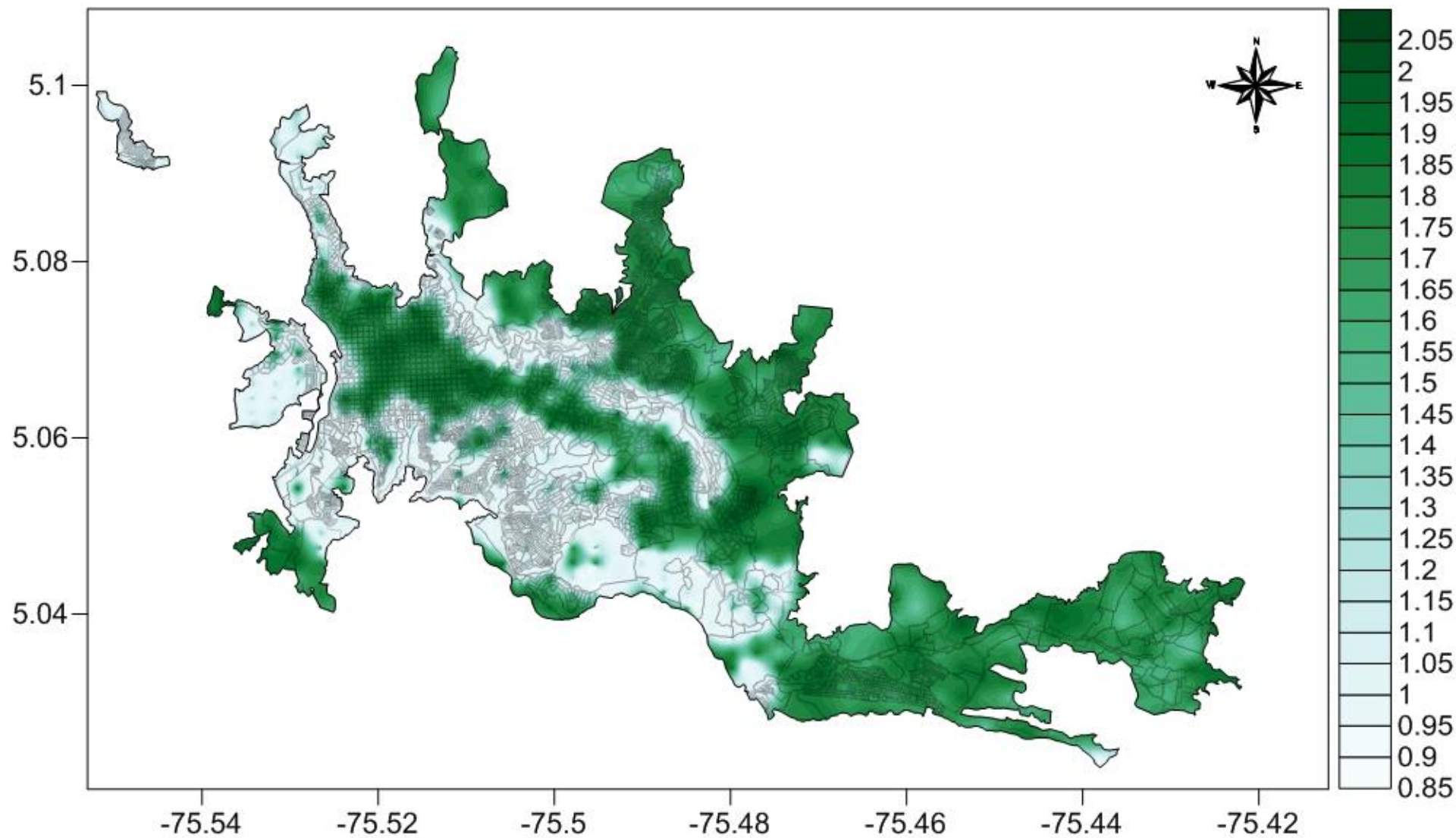
Armonización

Sitio 988 (Zona A)



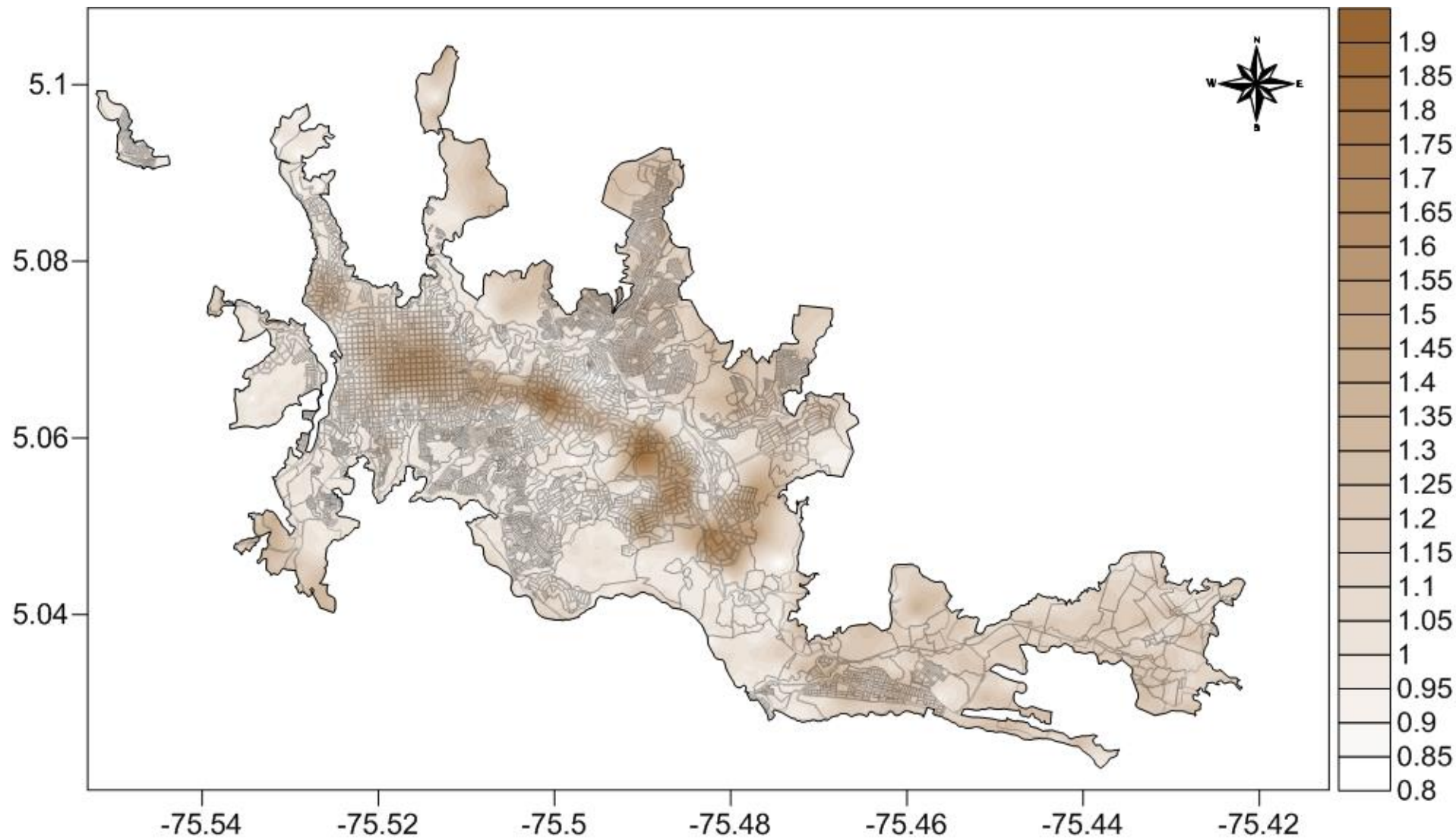
Armonización

Factor Fa



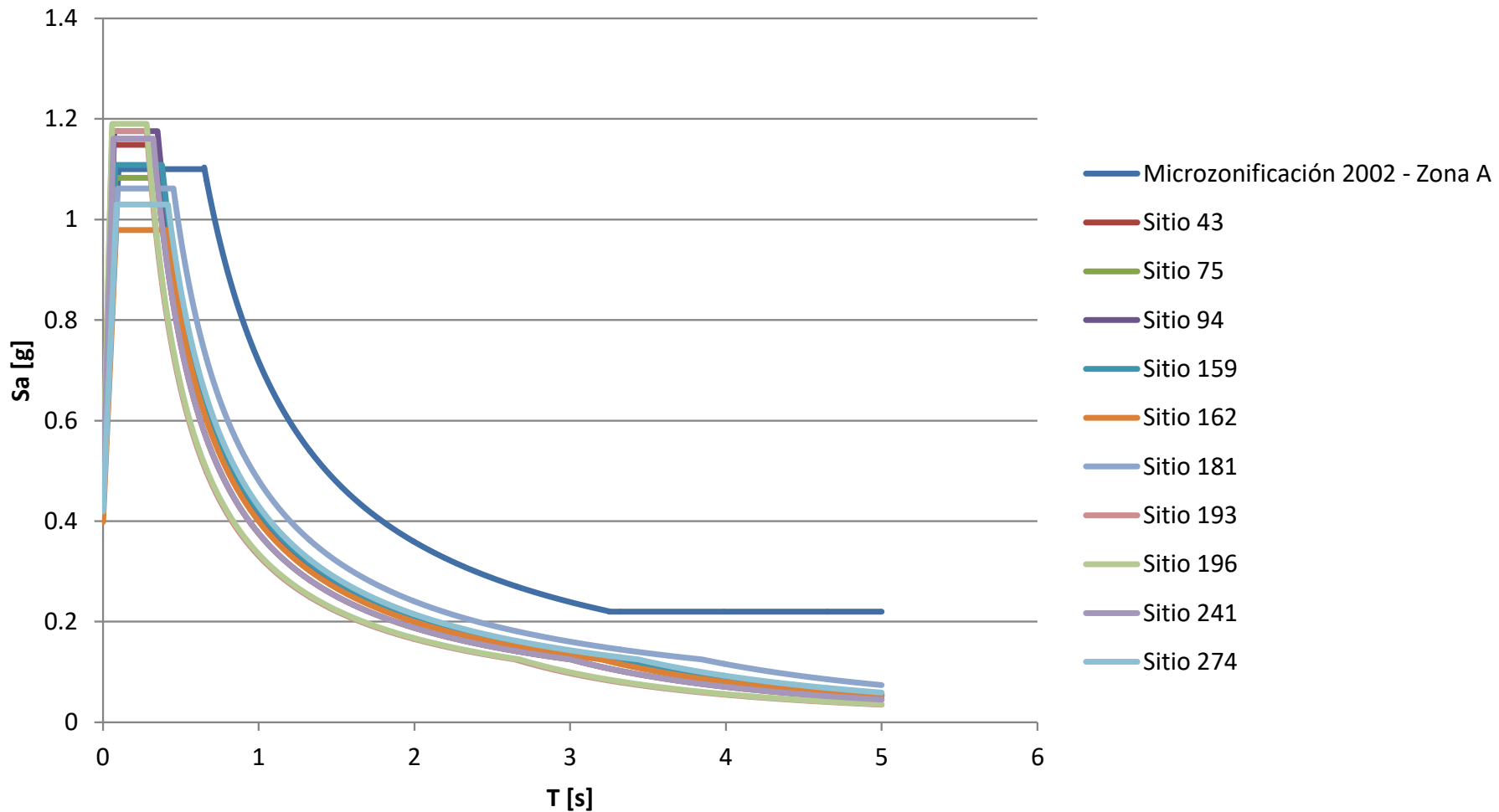
Armonización

Factor Fv



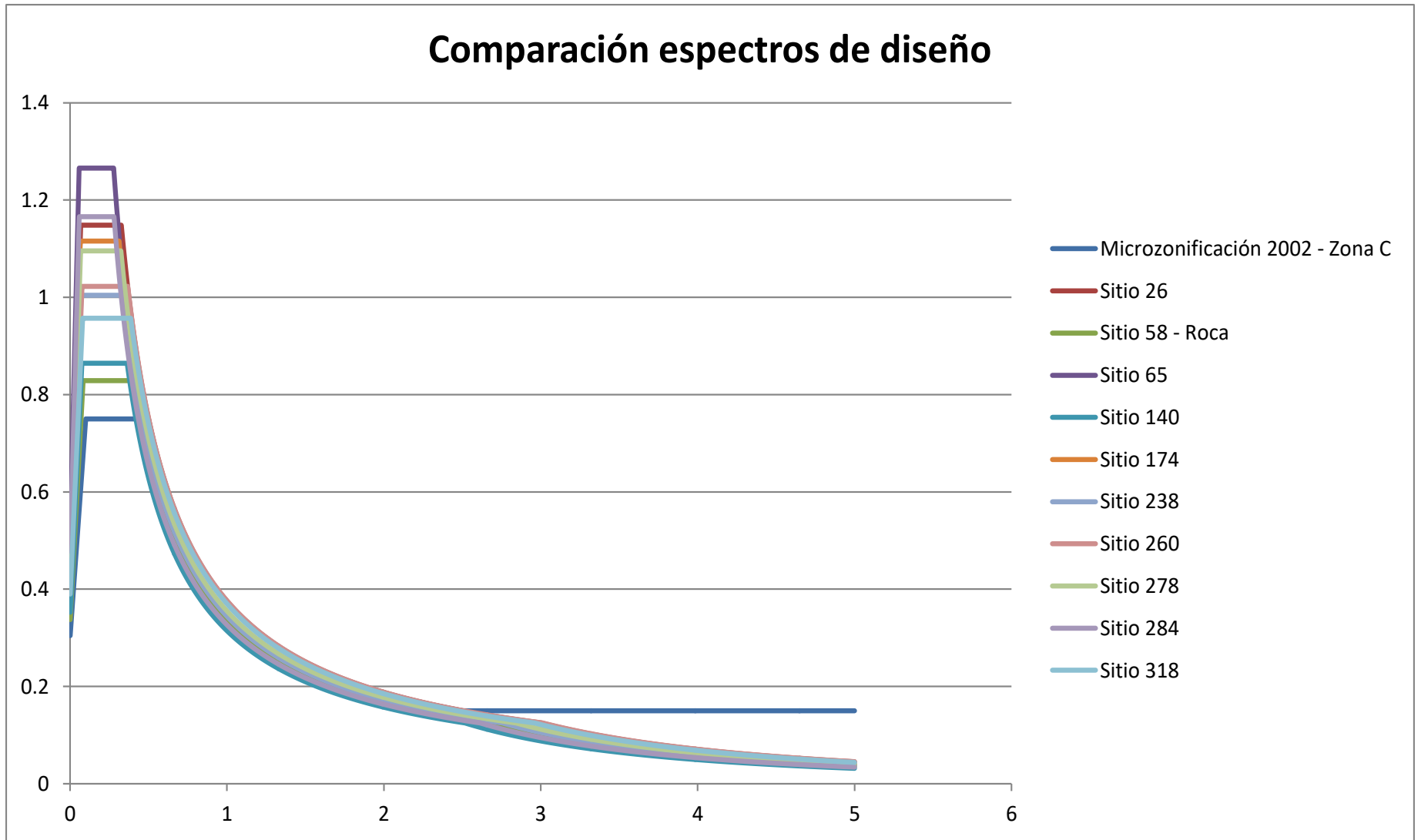
Armonización

Comparación espectros de diseño



Armonización

Comparación espectros de diseño



Evaluación del riesgo



CAPRA

Probabilistic Risk Assessment



Ingeniar
Risk Intelligence



Ubicación rápida



Visualización

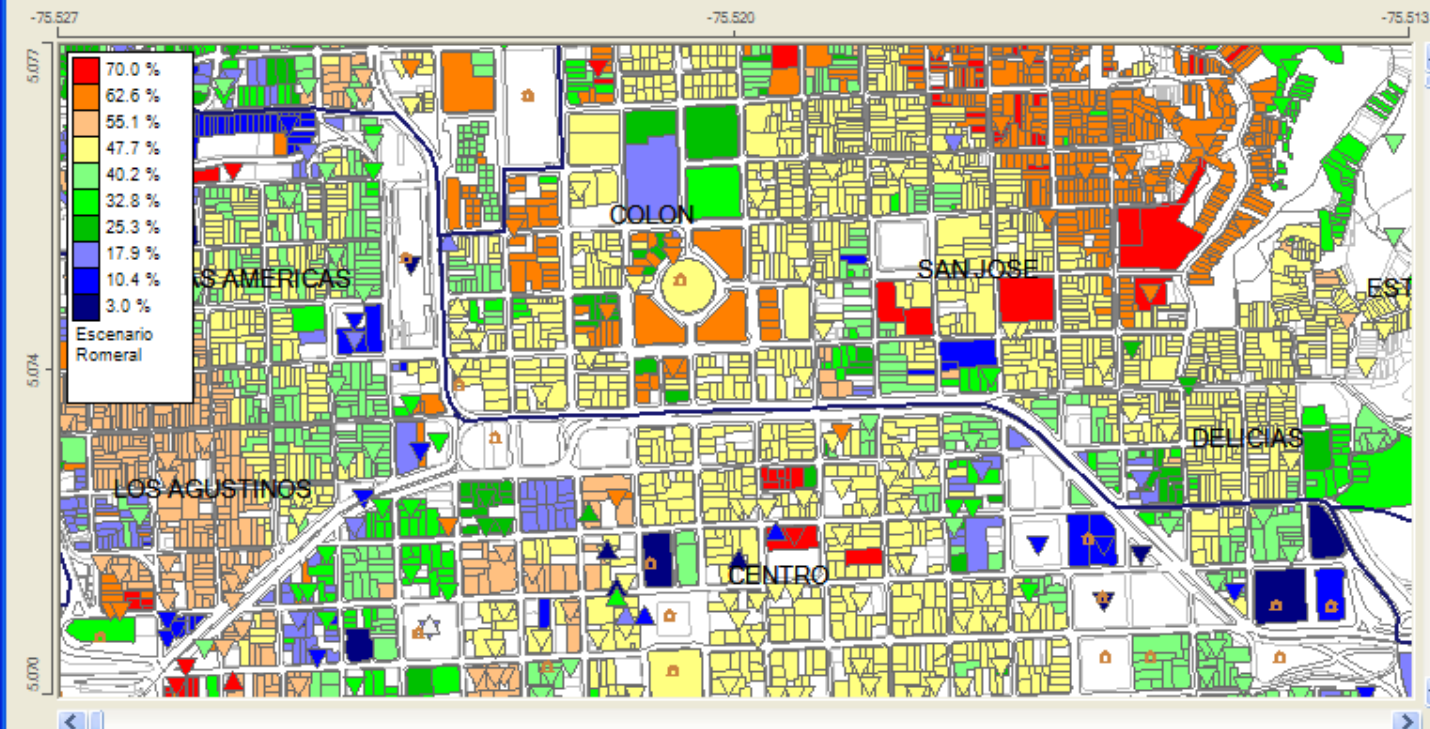


- ☐ Otros predios
- ☐ Predios analizados
- ☐ Sitios interés
- ☐ Texto barrios
- ☐ Texto comunas
- ☐ Texto nomenclatura
- ☒ Riesgo sísmico
 - ☐ 1. Prima pura
 - ☒ 2. Romeral
 - ☐ 3. Palestina
 - ☐ 4. Murindó
 - ☐ 5. Benioff intermedia II

Escenario Romeral

Visualización de predios

Plano de visualización



☒ Públicos ☐ Privados ☐ Automático Ubicar Predio

Actualizar

Información adicional de predios visibles en el plano actual

IDEN	FICHA CATA	NOMBRE PR	DIRECCIÓN	PROPIETARI	ÁREA (m²)	USO	VALOR CAT	VALOR REF	PRIM
98536	10501370008	CAJA DE VIV	CALLE 25 No	DESCENTRA	2096.470588	Oficinas y Co	1782000000	1782000000	1743
1869	10500960001	PALACIO DE	CL 22 KR 20	DEPARTAM	8000	Oficinas y Co	3725509000	3725509000	1606
2636	10500970002	EDIFICIO LIC	MANIZALES	DEPARTAM	1000	Oficinas y Co	1724086875	1724086875	2576
2636	10500970002	OFICINAS D	CARRERA 2	DEPARTAM	600	Oficinas y Co	1034452125	1034452125	7988
1277	10302380007	INSTITUTO	CL 20 AL 50	DEPARTAM	1000	Colo	2022250000	2022250000	4187

Local Total Predios: 67 Total catastral(\$): \$105,742,100,000 Total Romeral(\$): \$20,062,410,000 Pérdida Promedio(%): 19.0%

LON: -75.52669 LAT: 5.07031

Protección financiera



Pague su predial y asegure su predio

Manizales
predio seguro

La Alcaldía de Manizales como un beneficio para la comunidad, le ofrece a través de la Previsora S.A. Compañía de Seguros, un seguro voluntario al que pueden acceder todas las personas naturales y/o jurídicas, cuyos inmuebles construidos se encuentren ubicados dentro del área urbana o rural del municipio, y cancelen el valor correspondiente a la prima que aparece en el desprendible que hace parte del formulario del Impuesto Predial.



SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO URBANO



CONTÁCTENOS: Línea Nacional 01 8000 91 0554



La Alcaldía de Manizales como un beneficio para la comunidad, le ofrece a través de Previsora Seguros, una póliza que cubre los inmuebles construidos en el Municipio de Manizales, contra los riesgos de incendio, daños por agua, actos mal intencionados de terceros, huelga, asonada, motín, conmoción civil, incluidos todos los eventos de la naturaleza. *

Este seguro cubre hasta el 100% del avalúo catastral.

Adquiéralo pagando la prima que aparece en el desprendible de su Predial.

CON ESTE PROGRAMA SE BENEFICIAN SIN COSTO DE PRIMA ALGO MÁS DE 22.500 INMUEBLES DE FAMILIAS DE LOS ESTRATOS 1 Y 2, AL IGUAL QUE LOS INMUEBLES LOCALIZADOS EN ZONAS DE ALTO RIESGO NO MITIGABLE DE MANIZALES.

Desde celular
#345

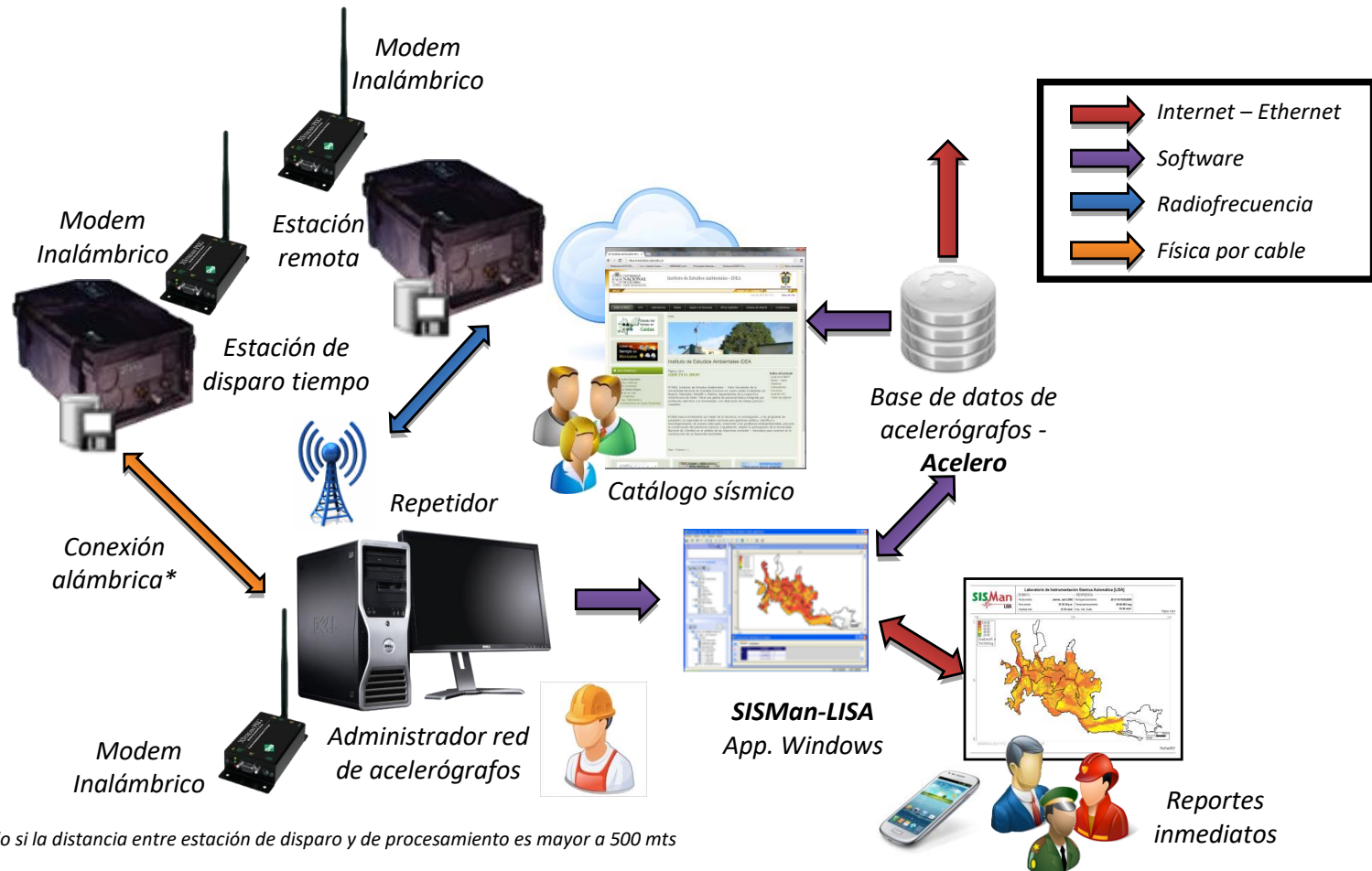
CONTÁCTENOS

Línea Nacional fuera de Bogotá: 01 8000 91 0554
www.previsora.gov.co

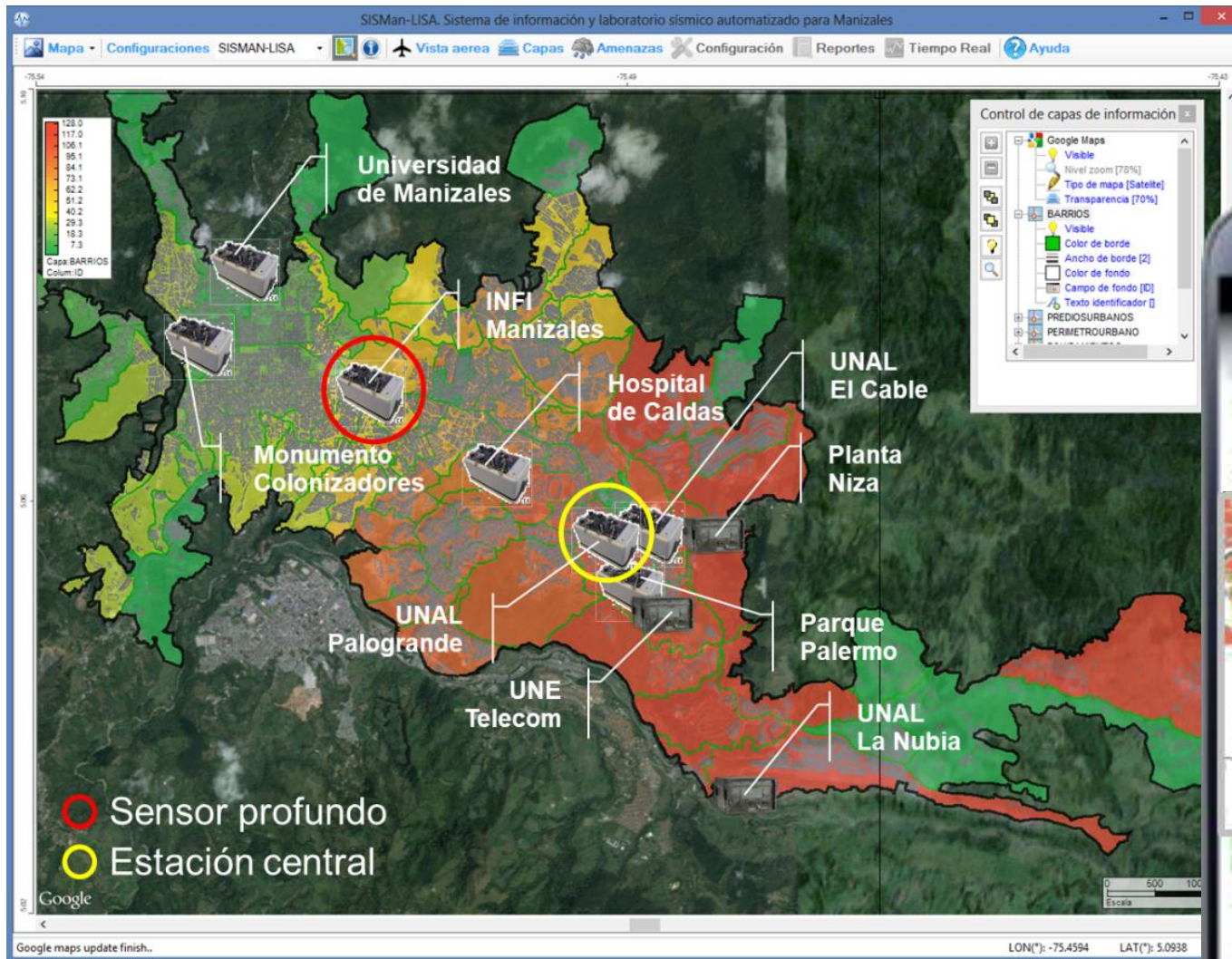


* Pueden acceder todas las personas naturales y/o jurídicas, propietarias de predios rurales o urbanos.

Sistemas automáticos



Sistemas automáticos



Sistemas automáticos



Laboratorio de Instrumentación Sísmica Automática [LISA]

EVENTO:

RESPUESTA:

Fecha evento:

Sábado, Ene 12 2008

Hora evento:

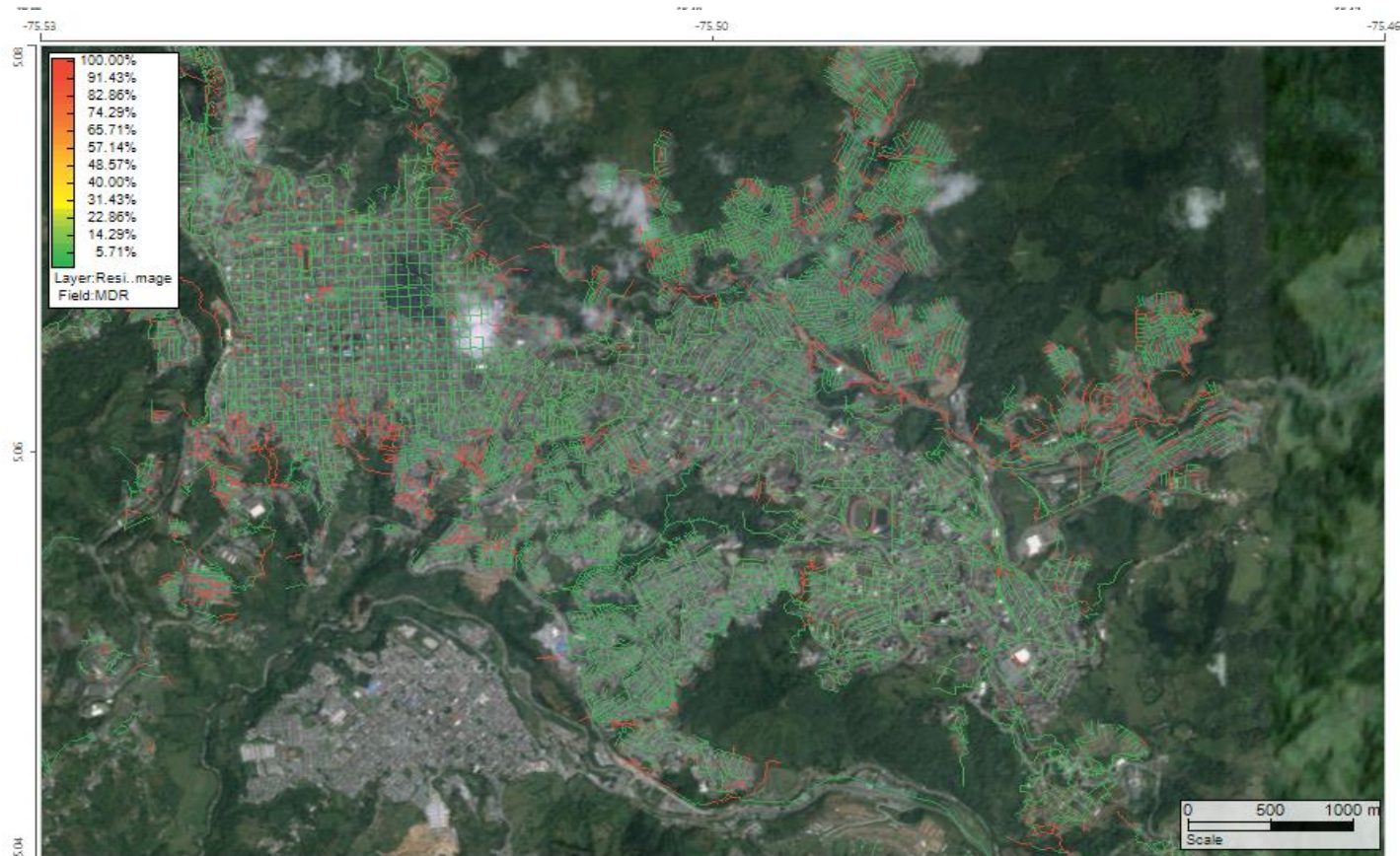
06:31:32 p.m.

Amplitud máx:

14.31 cm/s²

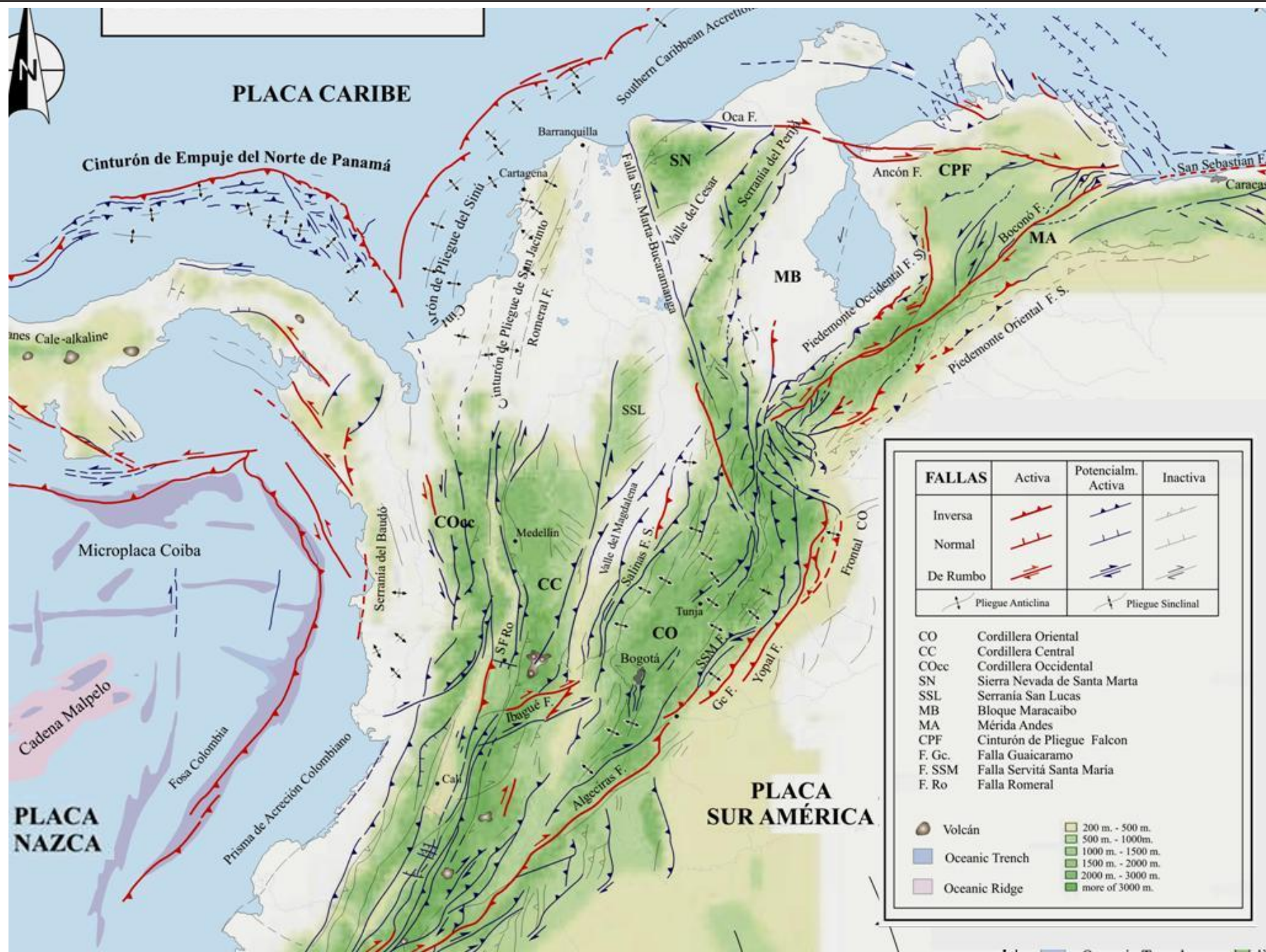


Página 3 de 4

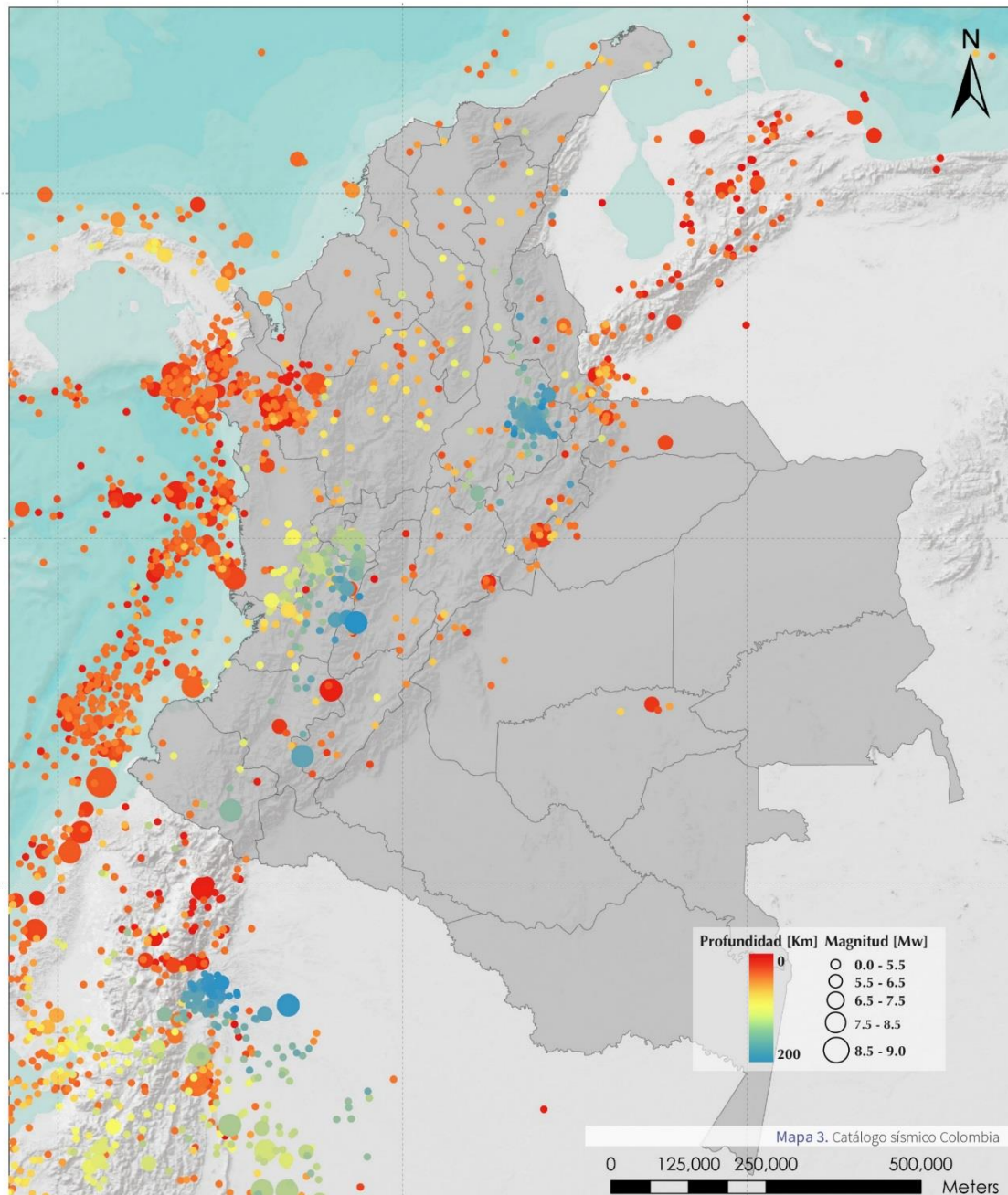


SISMAN LISA

Contexto tectónico

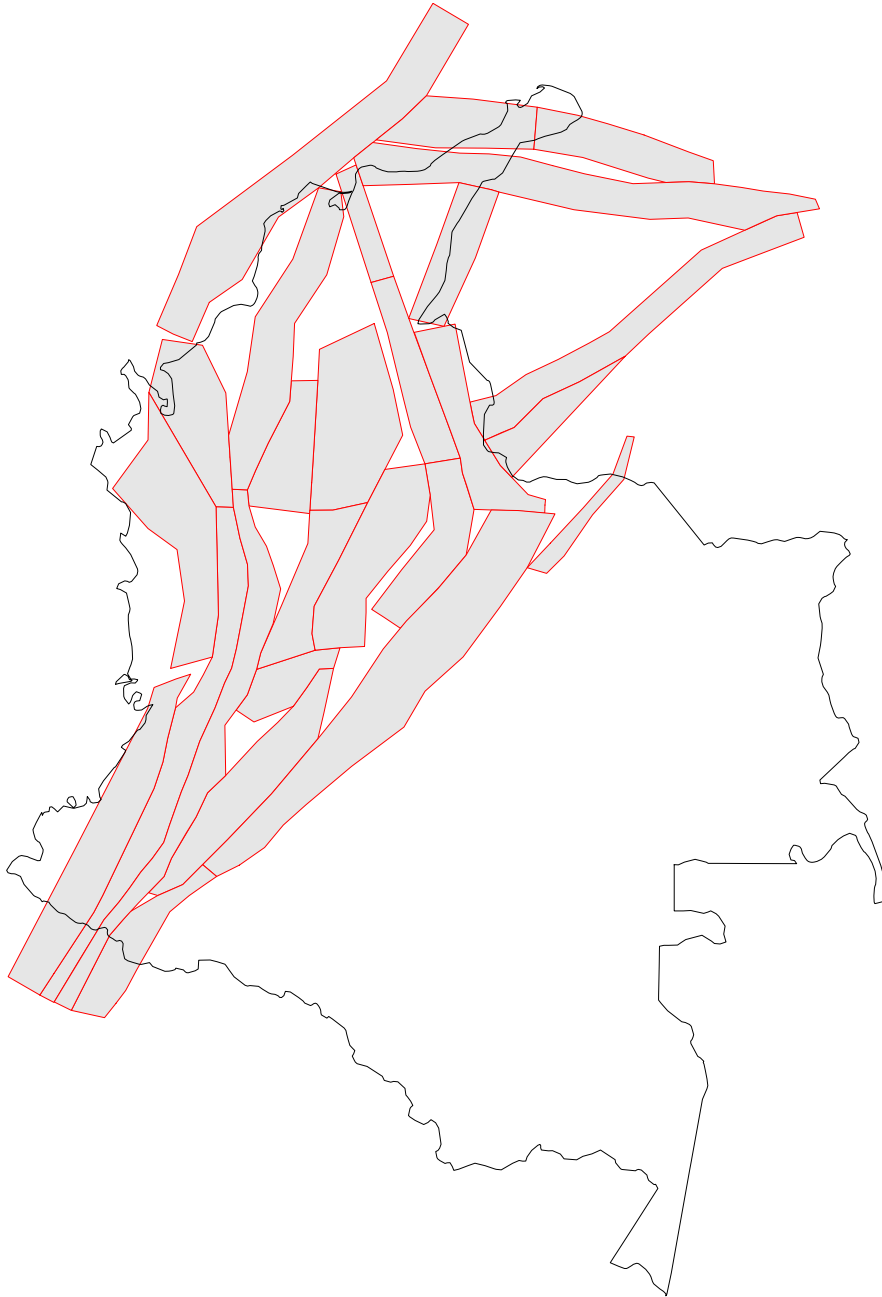


Catálogo sismológico



- ✓ Basado en USGS-NEIC y el ISC-GEM
- ✓ Revisión de réplicas para eventos particulares (Murindó, Quetame, Páez)
- ✓ Revisión de completitud para varios valores de M_0 (Ordaz y Giraldo, 2017) para cálculo de los parámetros de sismicidad –

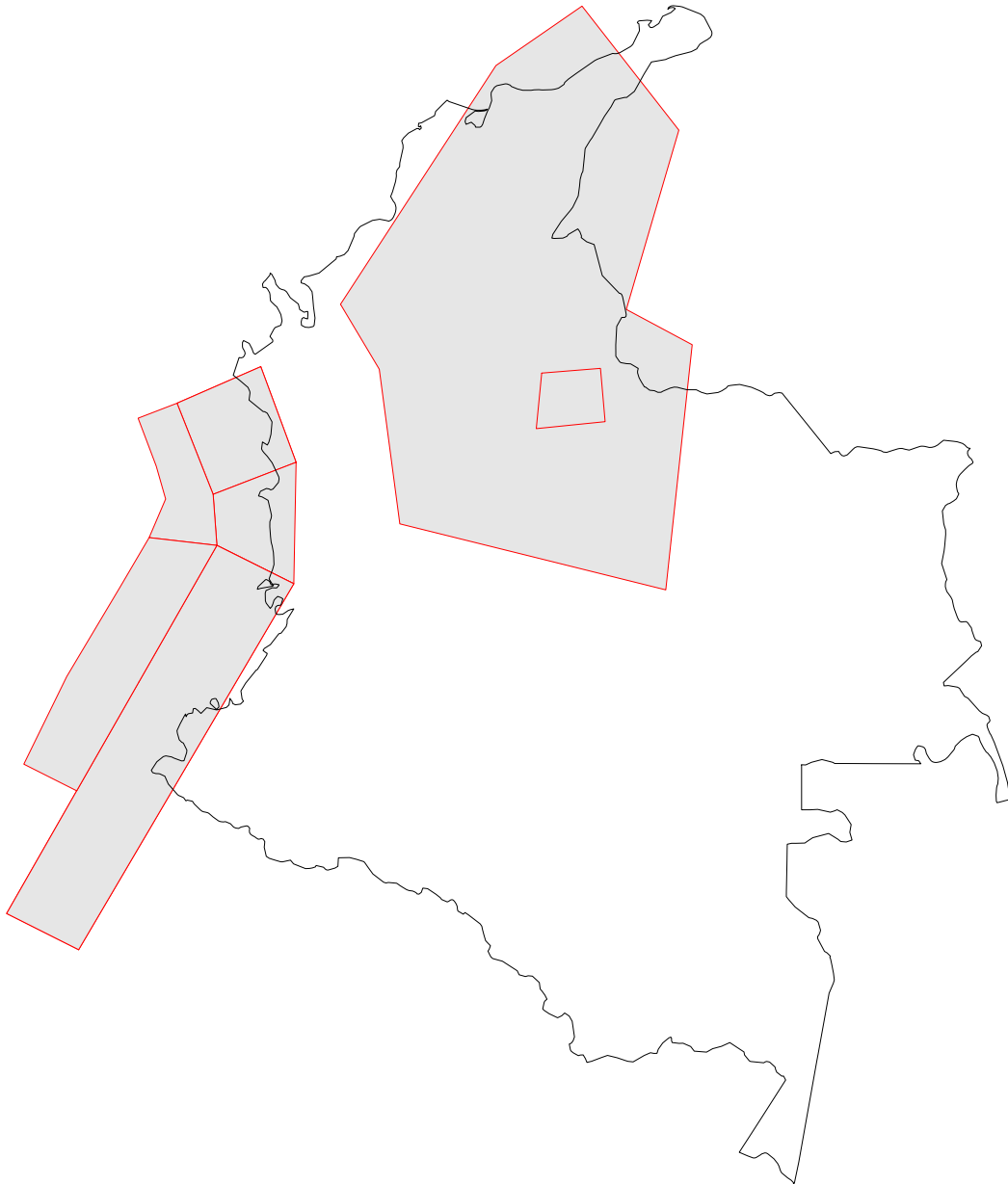
Fuentes



Corticales

- ✓ 26 fuentes
- ✓ Polígonos definidos en base a sismicidad y fallamiento
- ✓ Modelo “Area-Plane”
 - Planos horizontales
 - Rupturas orientadas

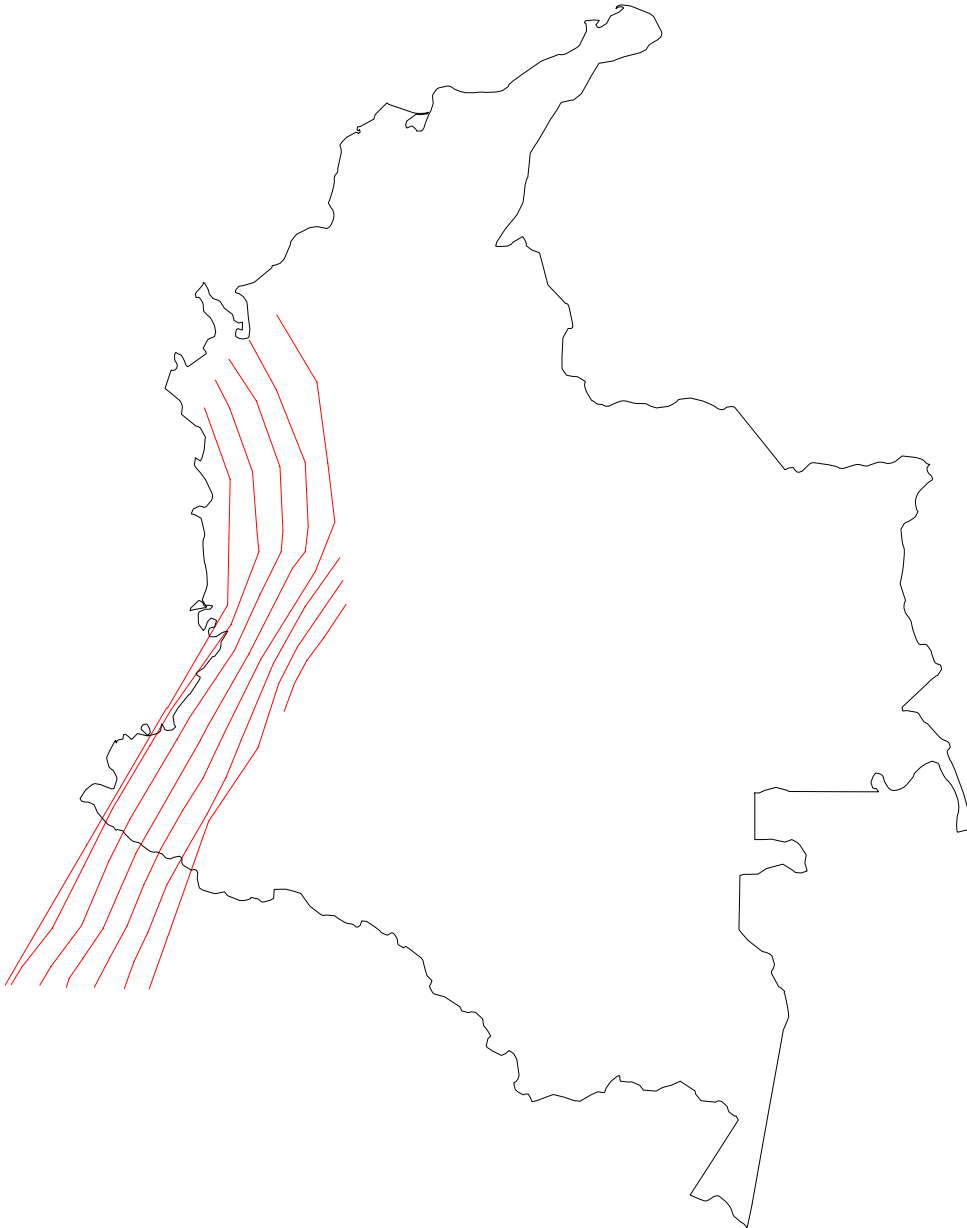
Fuentes



Interfaz

- ✓ 7 fuentes
- ✓ Polígonos definidos en base a sismicidad y tectónica
- ✓ 5 fuentes definen el proceso de subducción más superficial
- ✓ 1 fuente para el Nido de Bucaramanga
- ✓ 1 fuente para la sismicidad profunda norte
- ✓ Modelo “Area”
 - Planos orientados
 - Rupturas sobre el plano

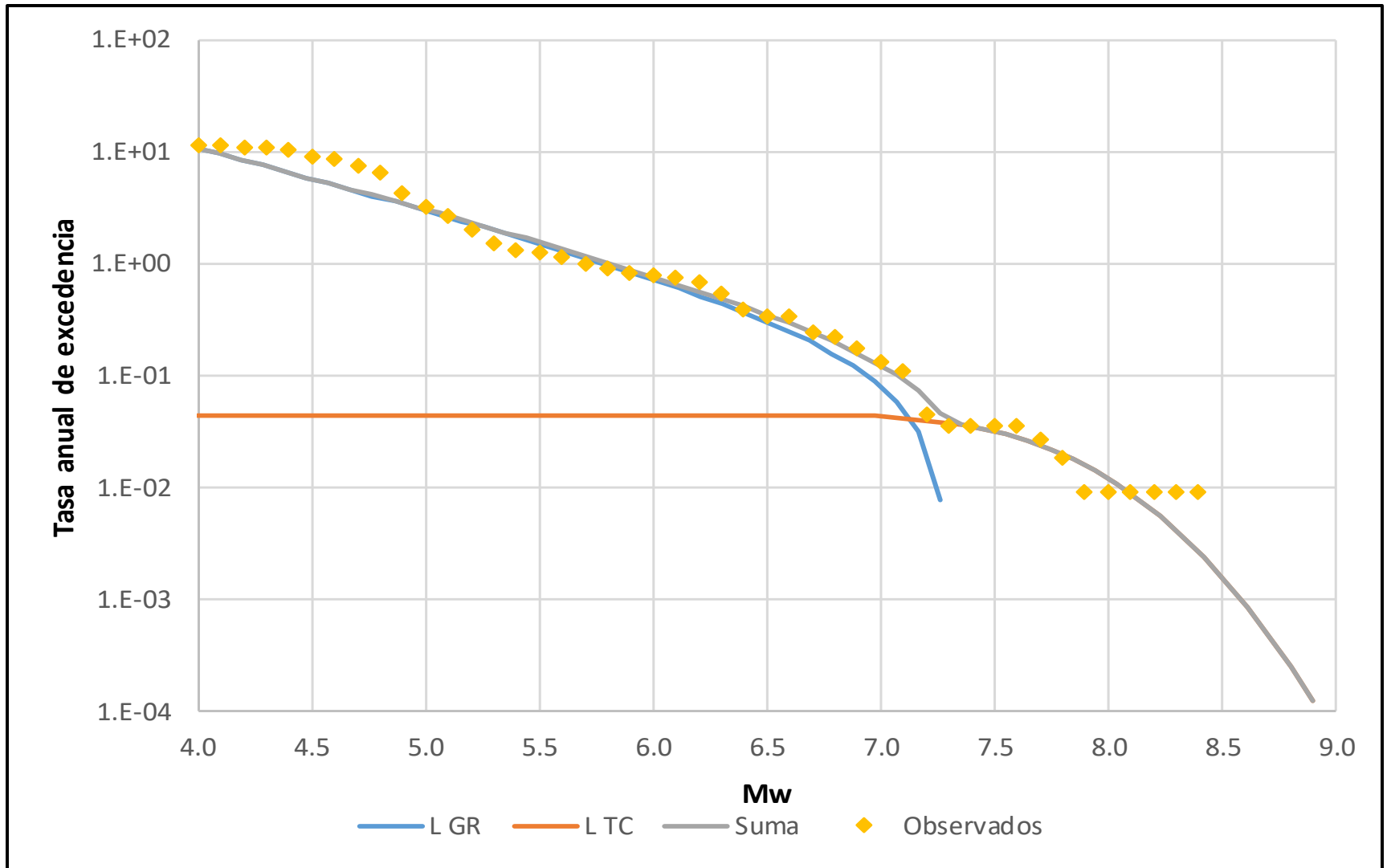
Intraplaca



- ✓ 20 fuentes
- ✓ Polígonos definidos en base a modelos geométricos de la subducción profunda
- ✓ Modelo “Rectangular fault”
 - 20 fuentes que definen un solo proceso “Slab”
 - Planos orientados
 - Rupturas sobre el plano

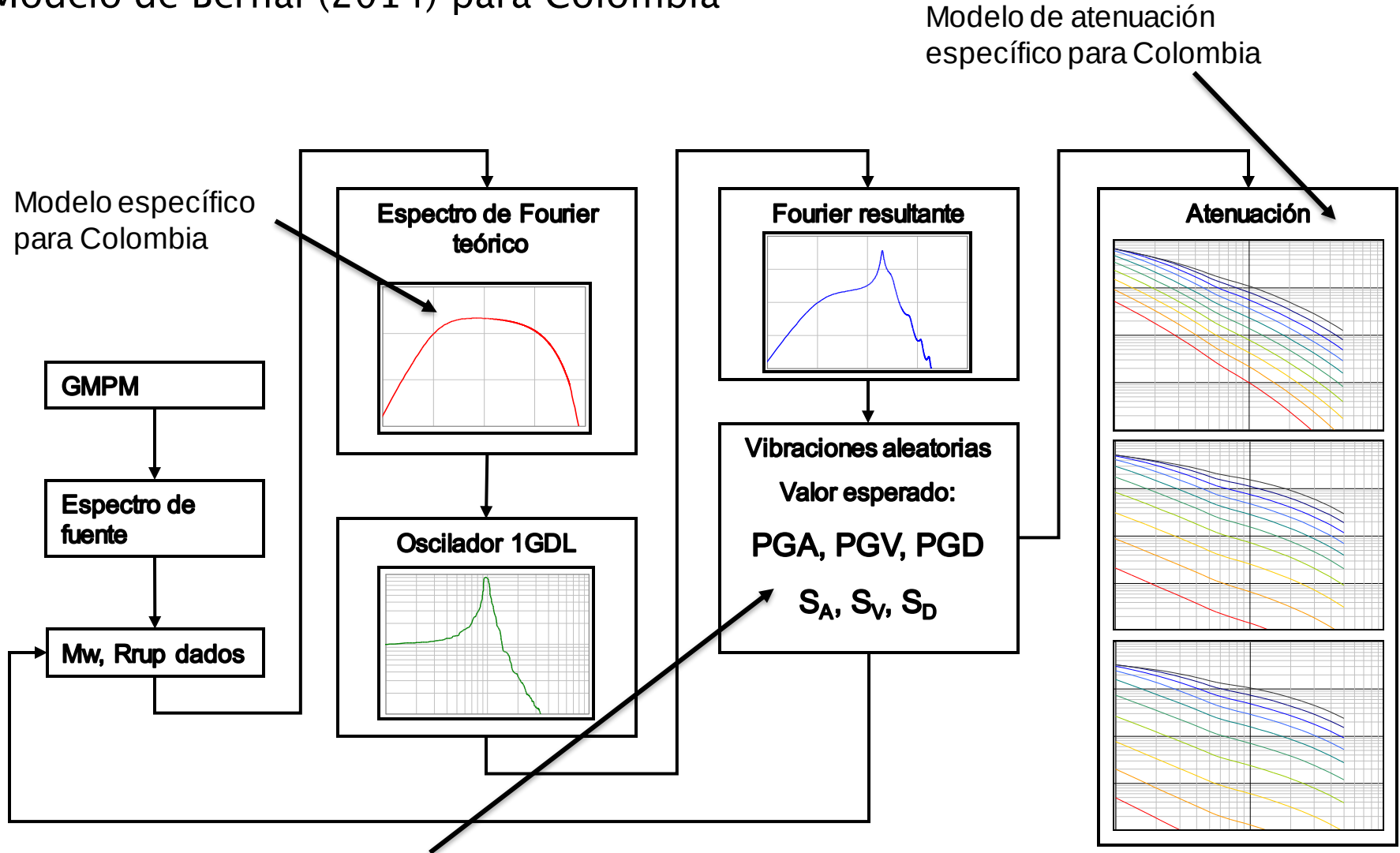
Sismicidad

G-R modificado + Terremoto característico



Atenuación (GMPM)

Modelo de Bernal (2014) para Colombia

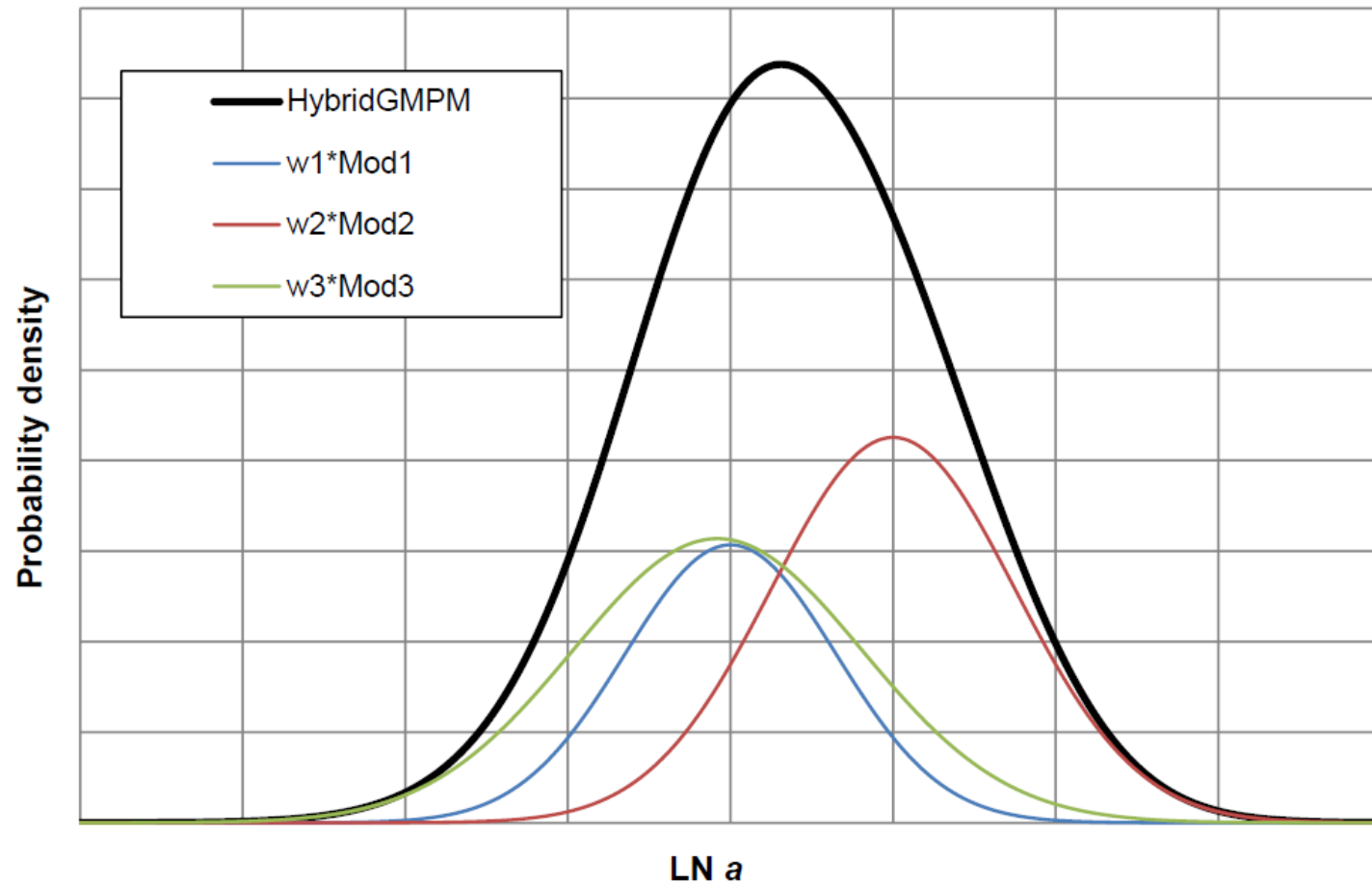


Capaz de devolver cualquier variable de movimiento fuerte de interés en ingeniería

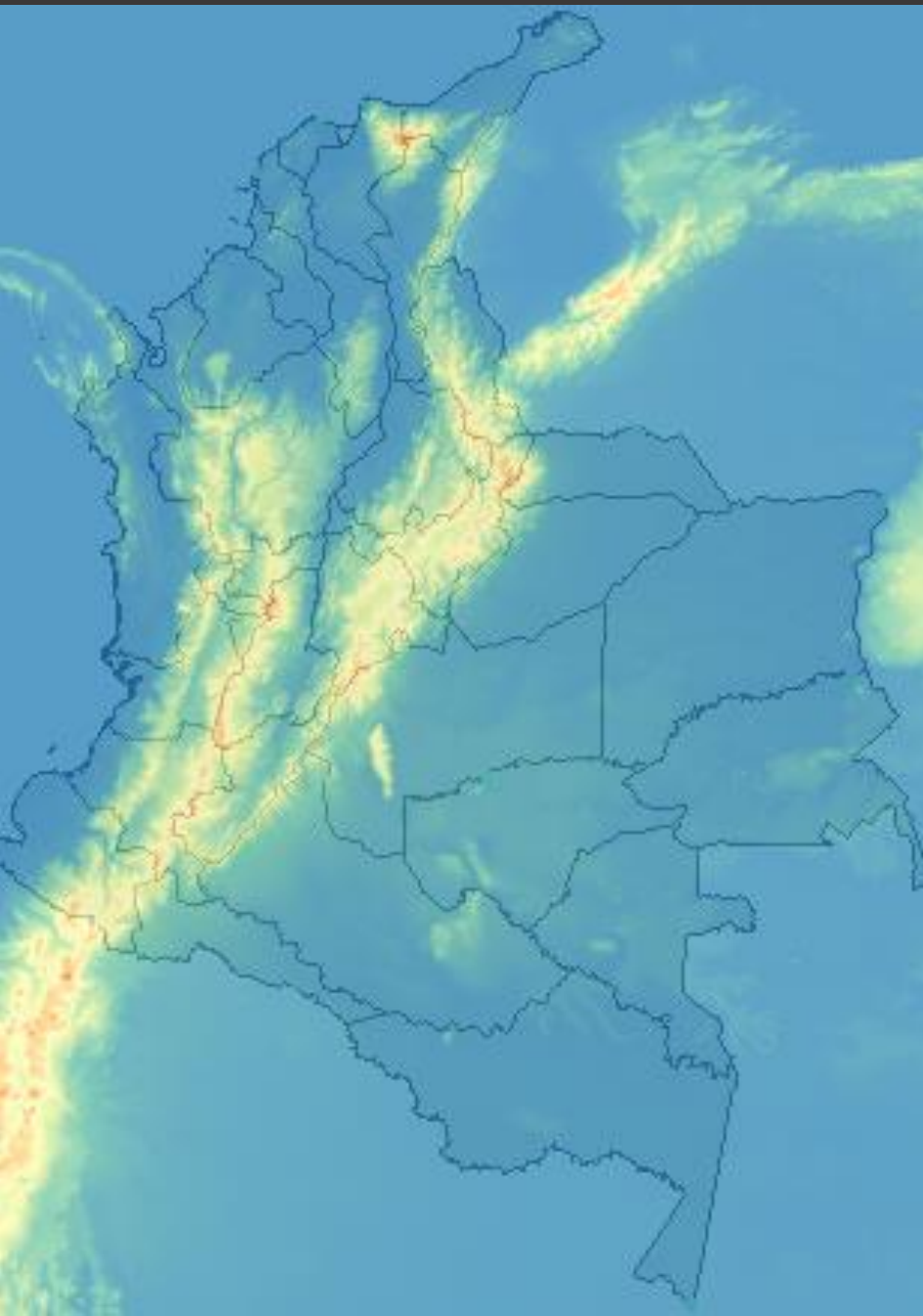
Atenuación (GMPM)

GMPM híbridas

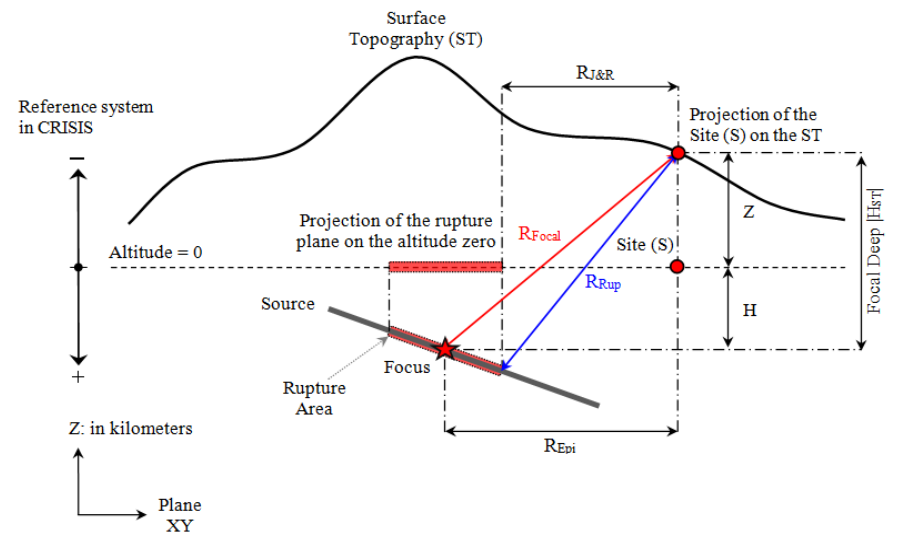
$$P(A > a) = \sum_{i=1}^N w_i \left\{ 1 - \Phi \left[\frac{a - \mu_i}{\sigma_i} \right] \right\}$$



Topografía



CROSS SECTION:



Evaluación de la amenaza

Tasa de excedencia de la intensidad

Sumatoria de todas las fuentes sismogénicas

$$\nu(a) = \sum_{n=1}^N \int_{M_o}^{M_u} -\frac{\partial \lambda}{\partial M} \Pr(A > a | M, R_i) dM$$

Medida de intensidad

Integración para todas las magnitudes en cada fuente

$\Pr(A > a | M, R_i)$ es la probabilidad de que la intensidad exceda un cierto valor, dadas la magnitud del sismo M , y la distancia entre la i -ésima fuente y el sitio R_i .

Amenaza sísmica de Colombia

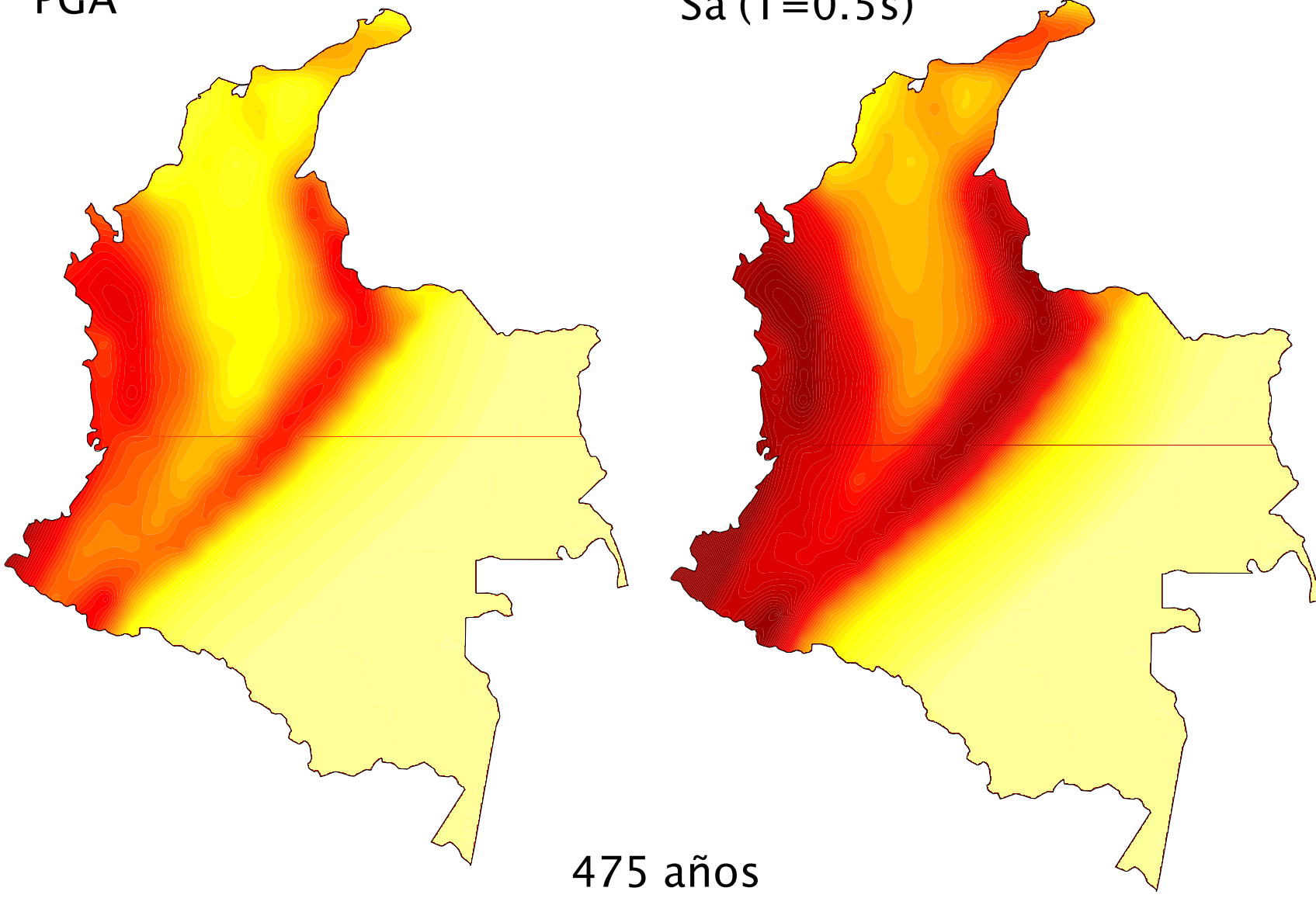
PGA

Sa (T=0.5s)

cm/s²

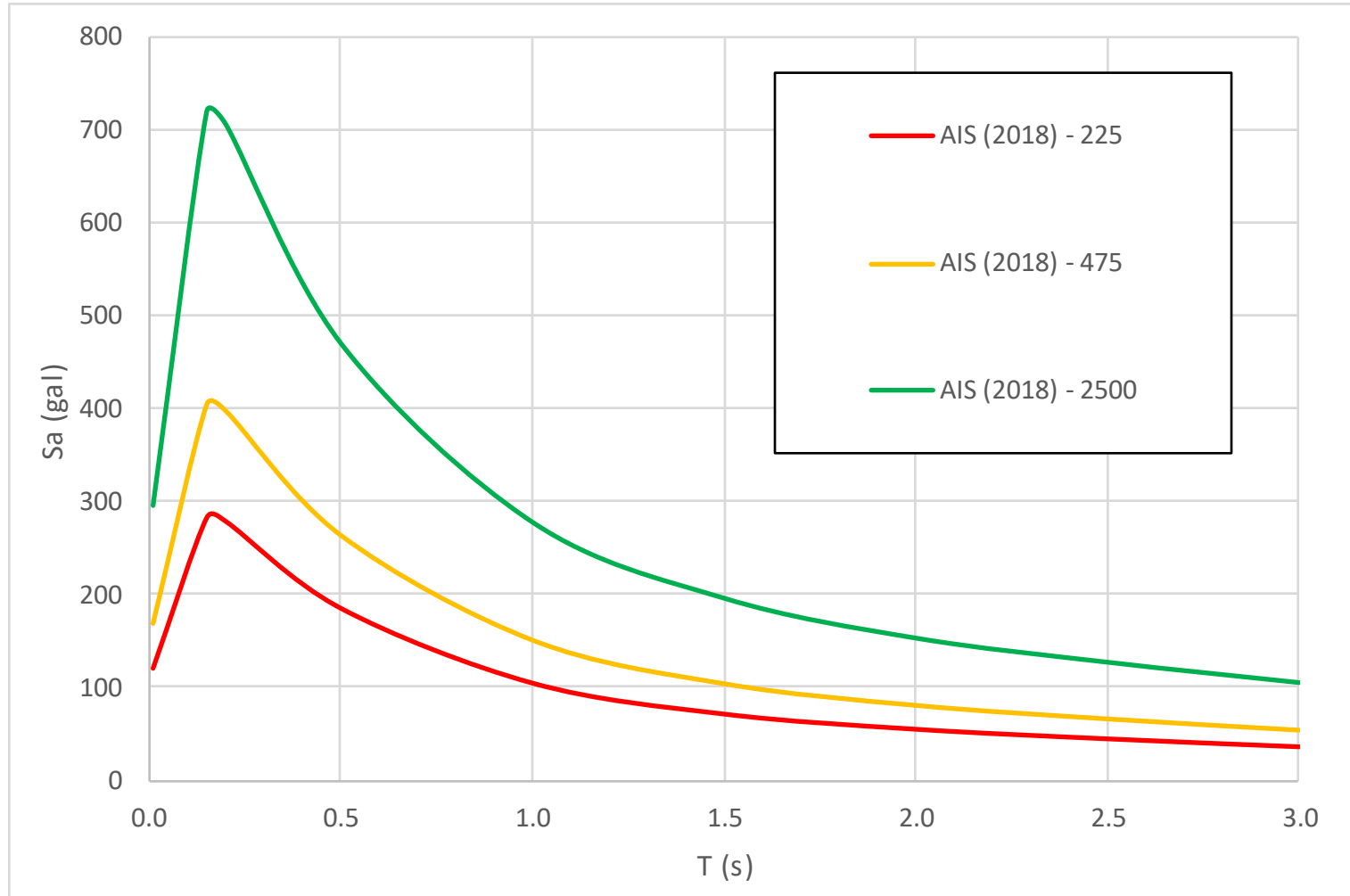
690
660
630
600
570
540
510
480
450
420
390
360
330
300
270
240
210
180
150
120
90
60
30
0

475 años



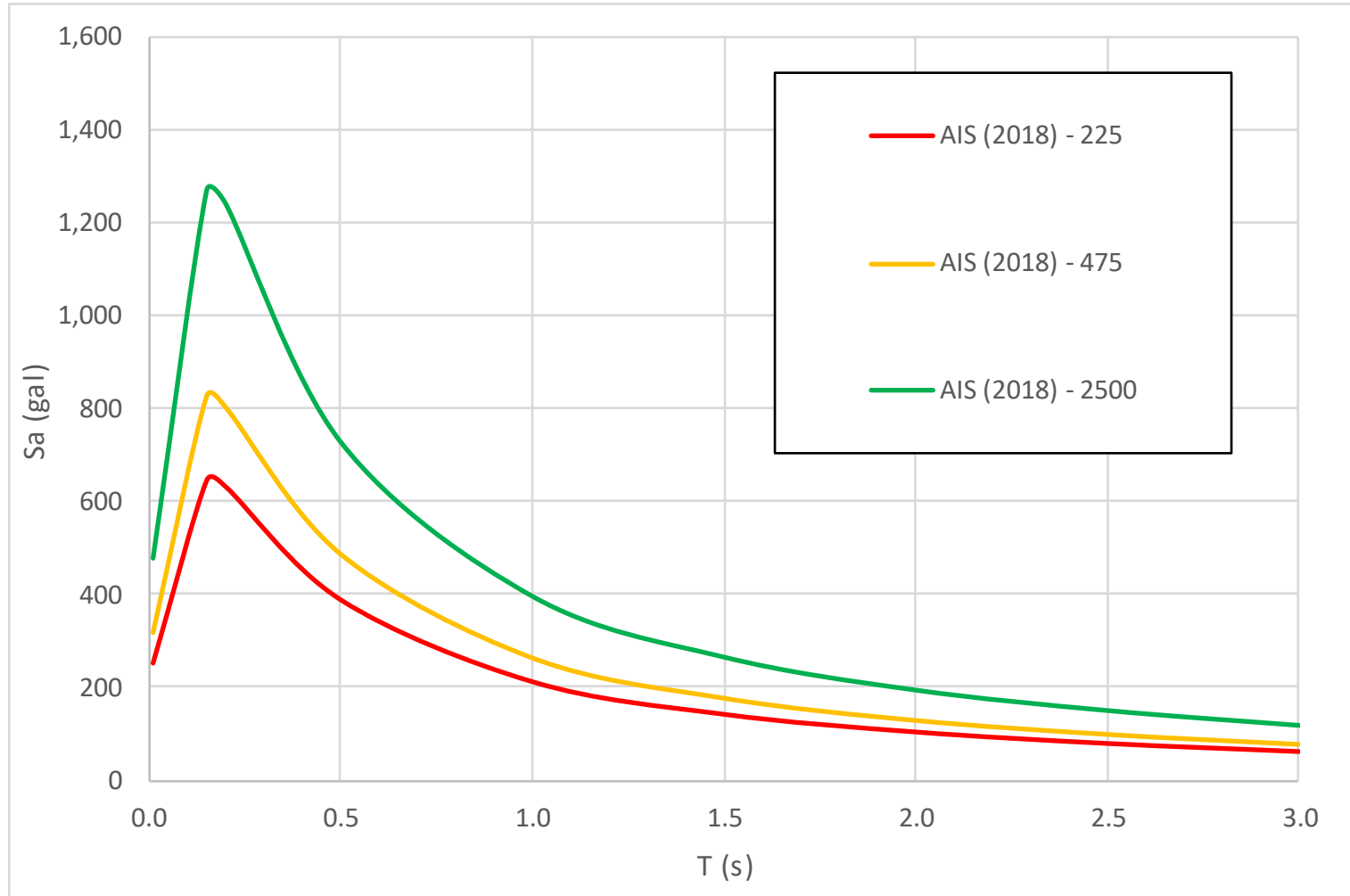
Resultados

Bogotá



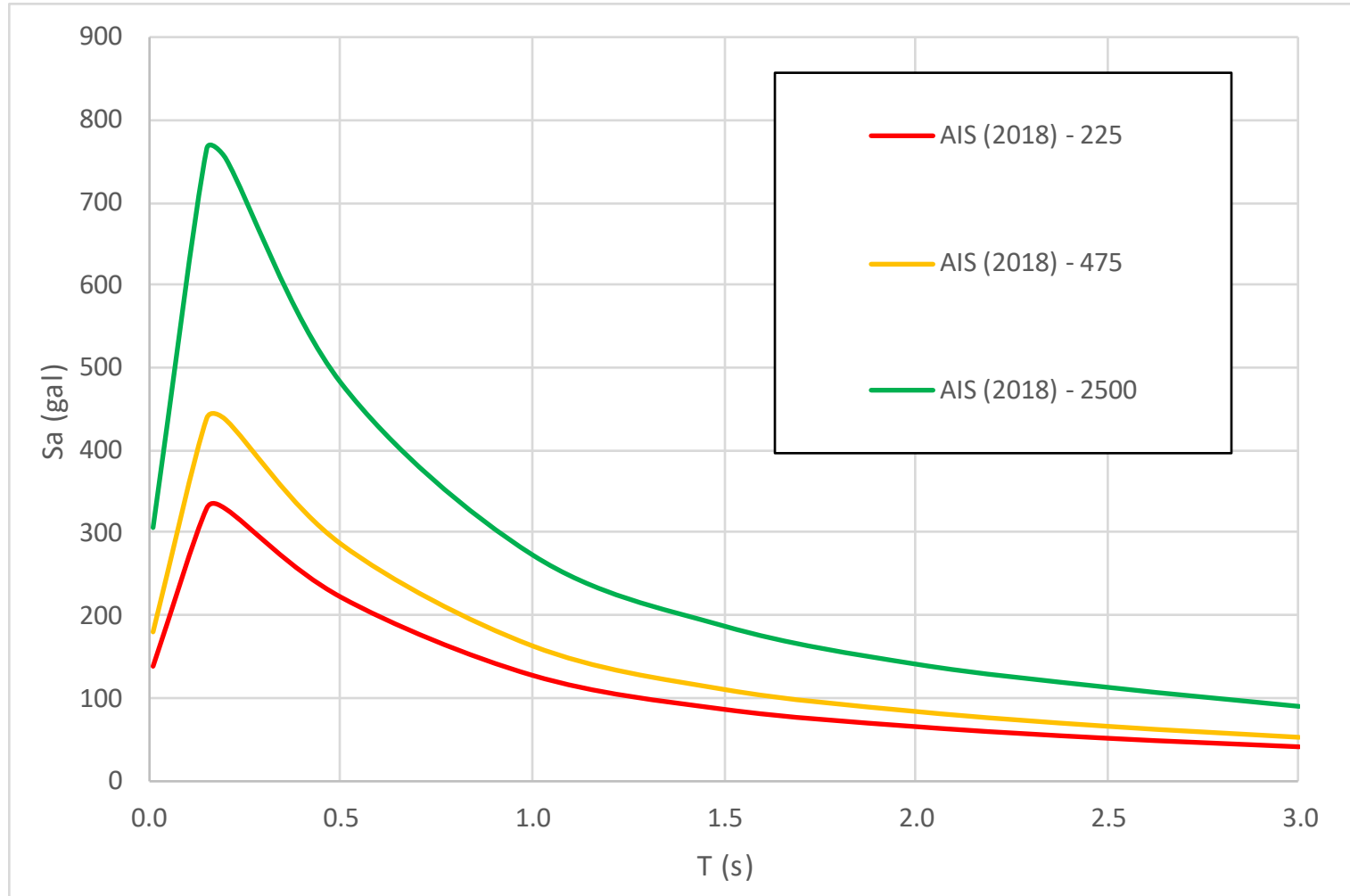
Resultados

Cali

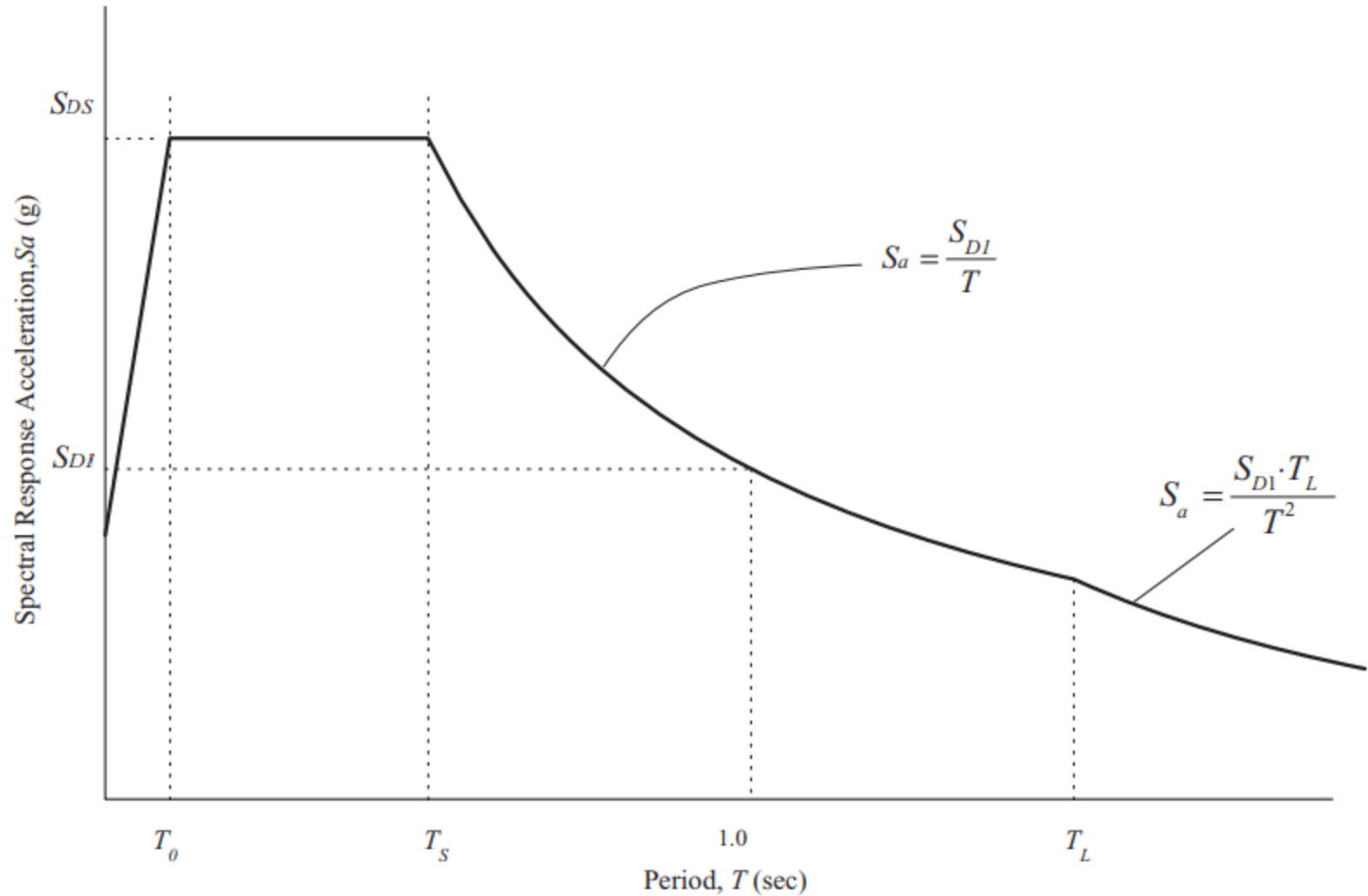


Resultados

Medellín



ASCE 7 – 10/16



S_{DS} : Aceleración espectral de diseño en periodo corto

S_{DI} : Aceleración espectral de diseño en 1 segundo

Sismo Máximo Considerado (Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake MCE_R)

$$S_{MS} = F_a S_S$$

$$S_{M1} = F_v S_1$$

Risk-Targeted Ground Motion

- *Se basa en los principios de la ingeniería de desempeño*
- *Se busca limitar el daño haciendo explícito un objetivo de desempeño*
- *No está asociado a un periodo de retorno*

Sismo de diseño

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

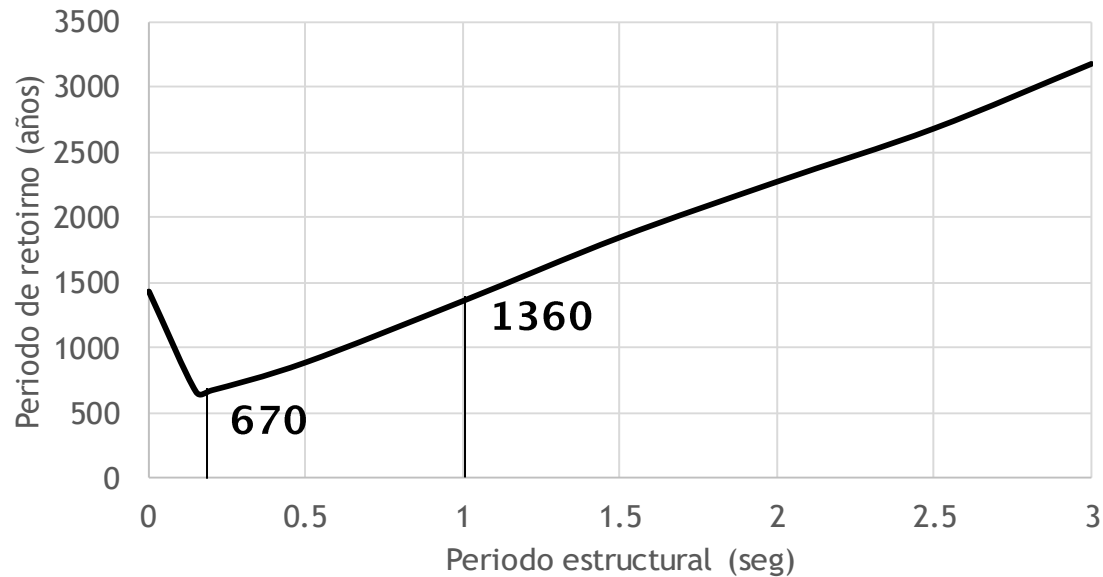
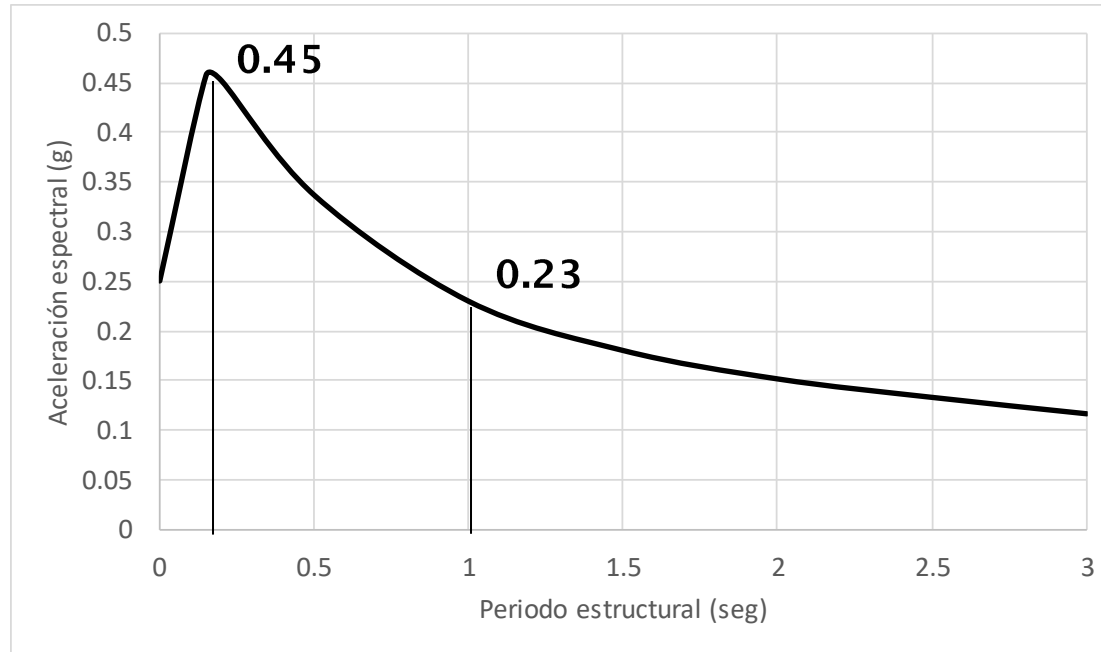
$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

Un “nuevo” enfoque

- ✓ *Se propone un nuevo enfoque para determinar los coeficientes sísmicos de diseño.*
- ✓ *Este enfoque está basado en la cuantificación de los coeficientes de diseño óptimos.*
- ✓ *Los coeficientes óptimos “son los que han de minimizar la suma de los costos asociados a la decisión de haber usado ese valor en el diseño de la edificación” (Luis Esteva, 1967)*
- ✓ *Un diseño es óptimo si minimiza los costos iniciales de construcción y el valor presente neto de las pérdidas futuras debido a terremotos. (Rosenblueth, 1976; Whitman y Cornell, 1976)*
- ✓ *En el costo de las pérdidas futuras se incorpora el impacto debido a las condiciones socioeconómicas del contexto en el que ocurren.*
- ✓ *Enfoque similares han sido adoptados en reglamentos de construcción sismo resistente de otros países (e.g. México).*

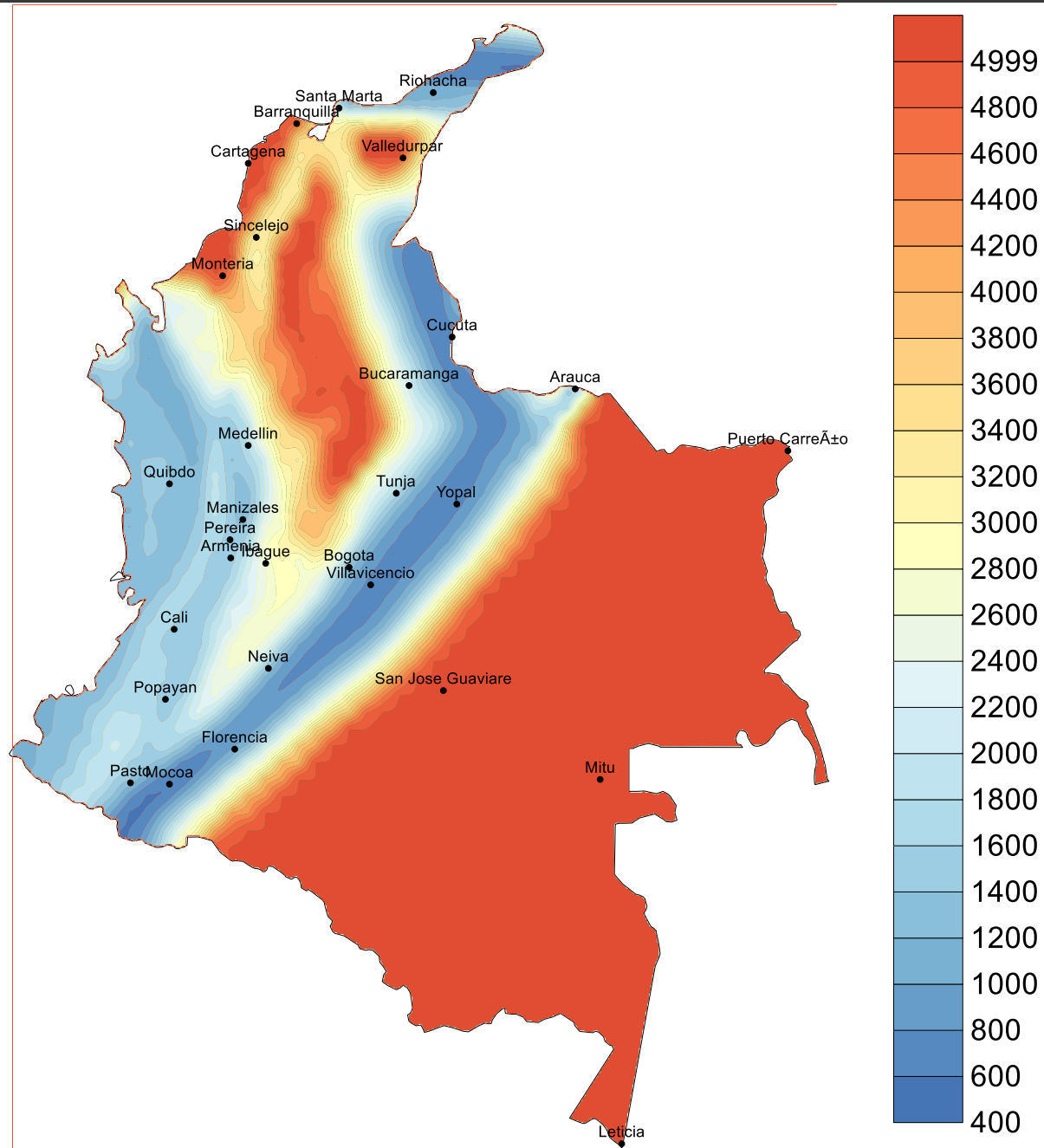
Aceleraciones Óptimas

Bogotá



Coeficientes de Diseño Óptimos

T = 1 seg



Zonas de Amenaza Sísmica

5 zonas:



Alta 1



Alta 2



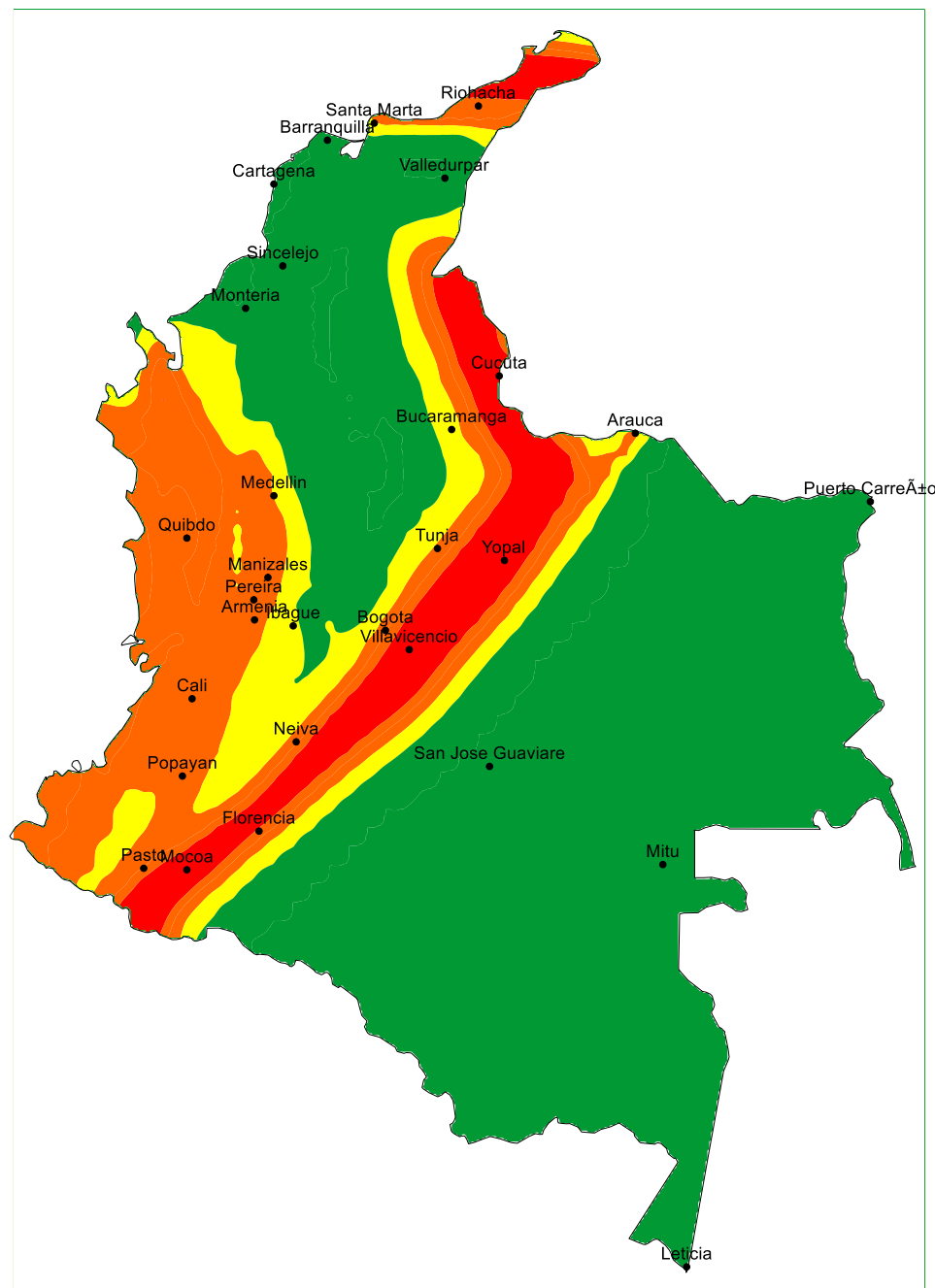
Intermedia



Baja 1 (Norte)

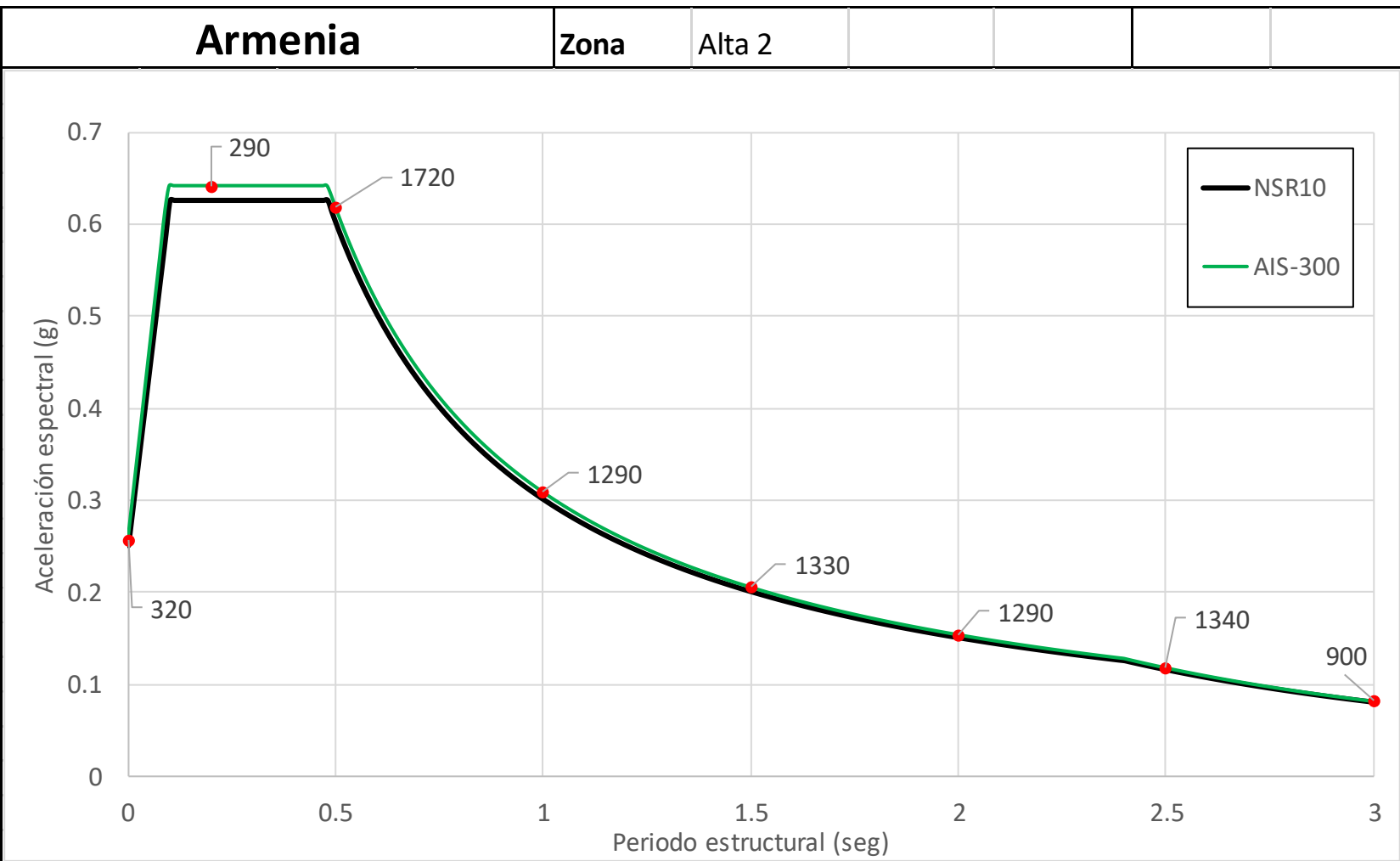


Baja 2 (Llanos)



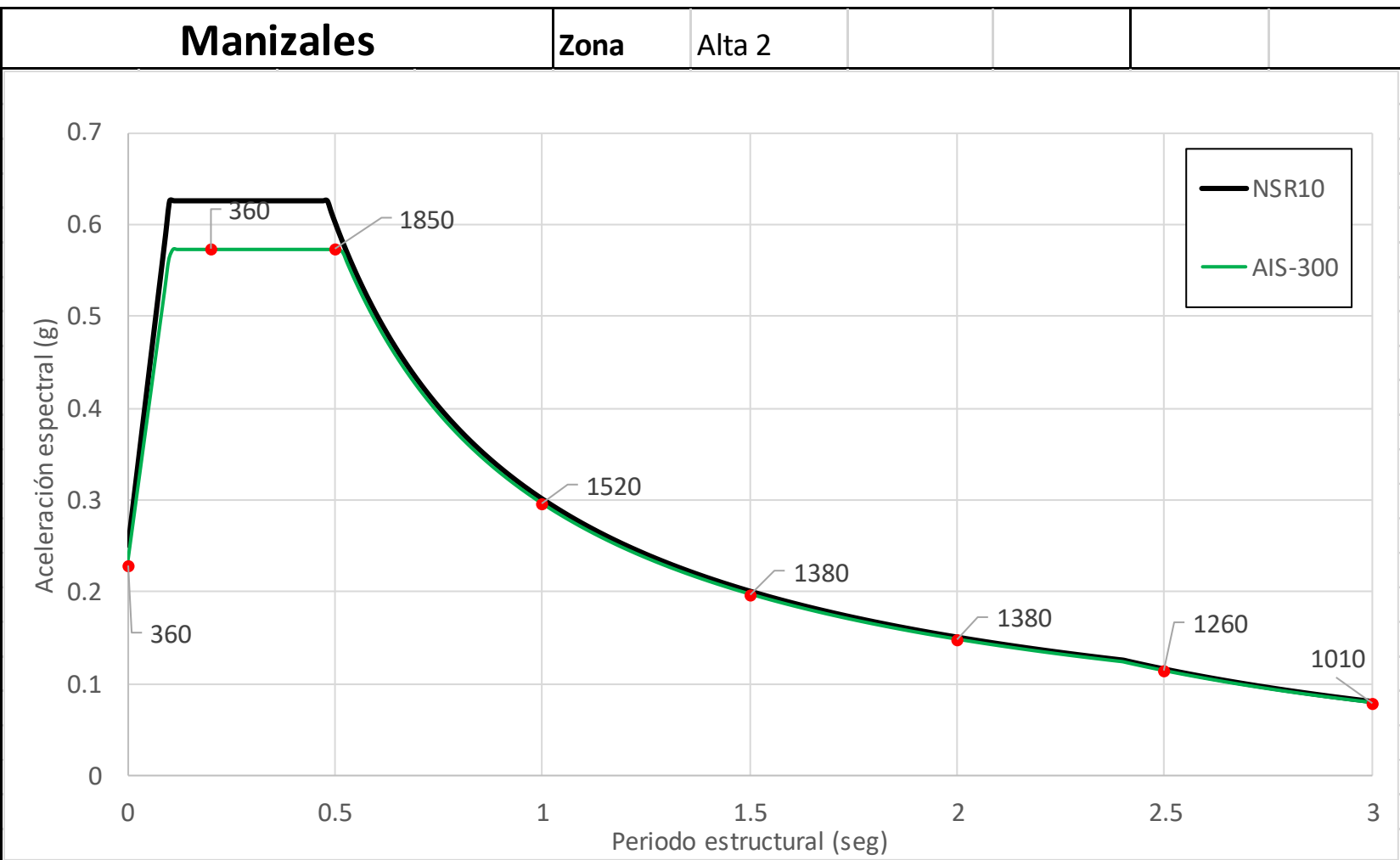
Espectros de diseño propuestos

Parámetros	
NSR-10	
Aa	0.25
Av	0.25
T0	0.10
Tc	0.48
AIS-300	
PGA	0.26
Ss	0.64
S1	0.31
Ts	0.48
T0	0.10



Espectros de diseño propuestos

Parámetros	
NSR-10	
Aa	0.25
Av	0.25
T0	0.10
Tc	0.48
AIS-300	
PGA	0.23
Ss	0.57
S1	0.30
Ts	0.52
T0	0.10



Espectros de diseño propuestos

[illegible]

Protección financiera

SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA CERTIFICA MODELOS CON FINES REGULATORIOS (Enero 2017)

- SISTEMA R-PLUS® (*modelo AIS y sistema CRISIS*)



Evaluación de Riesgos Naturales



- RMS(one)



- AIR Worldwide



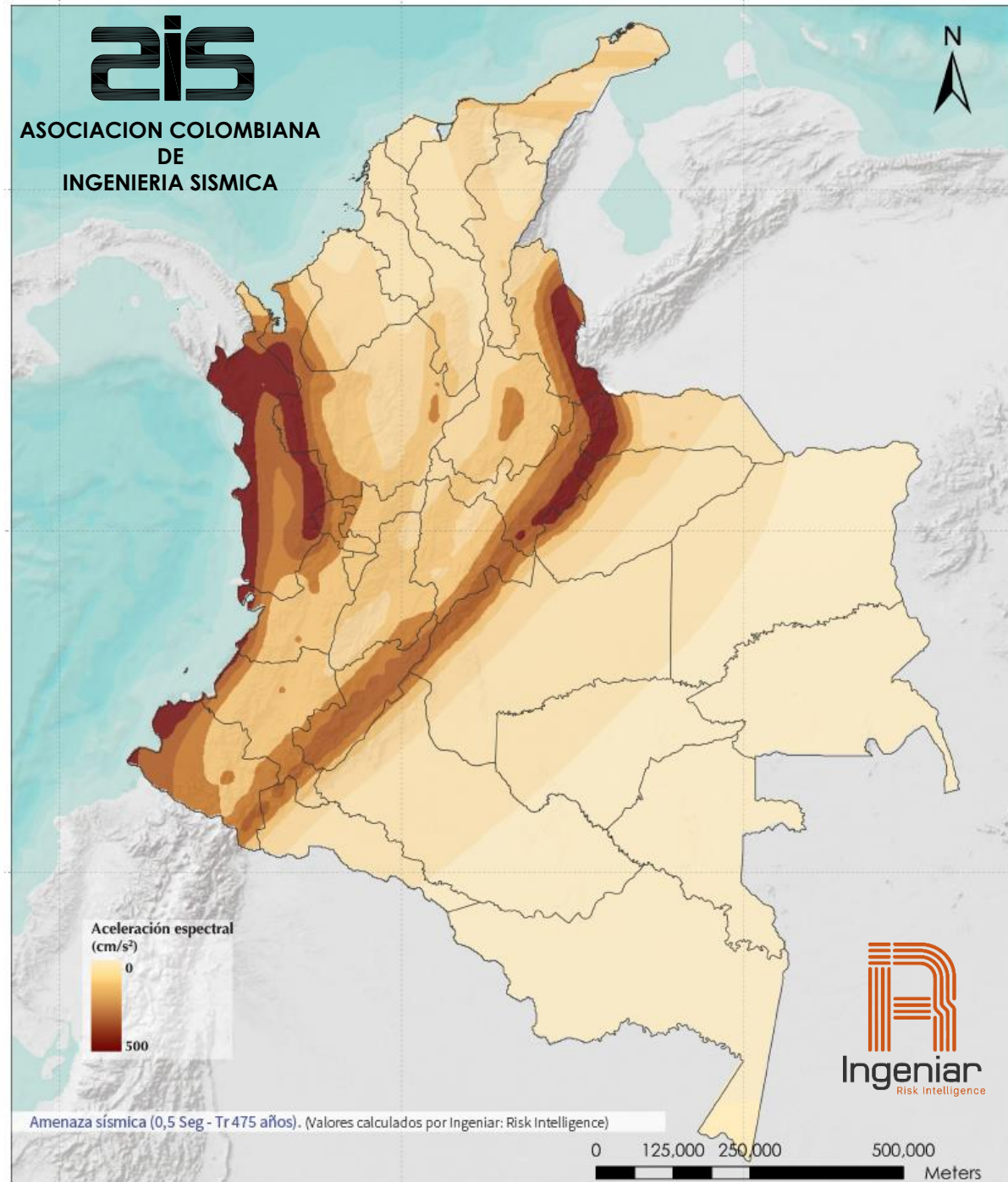


Atlas de Riesgo de Colombia

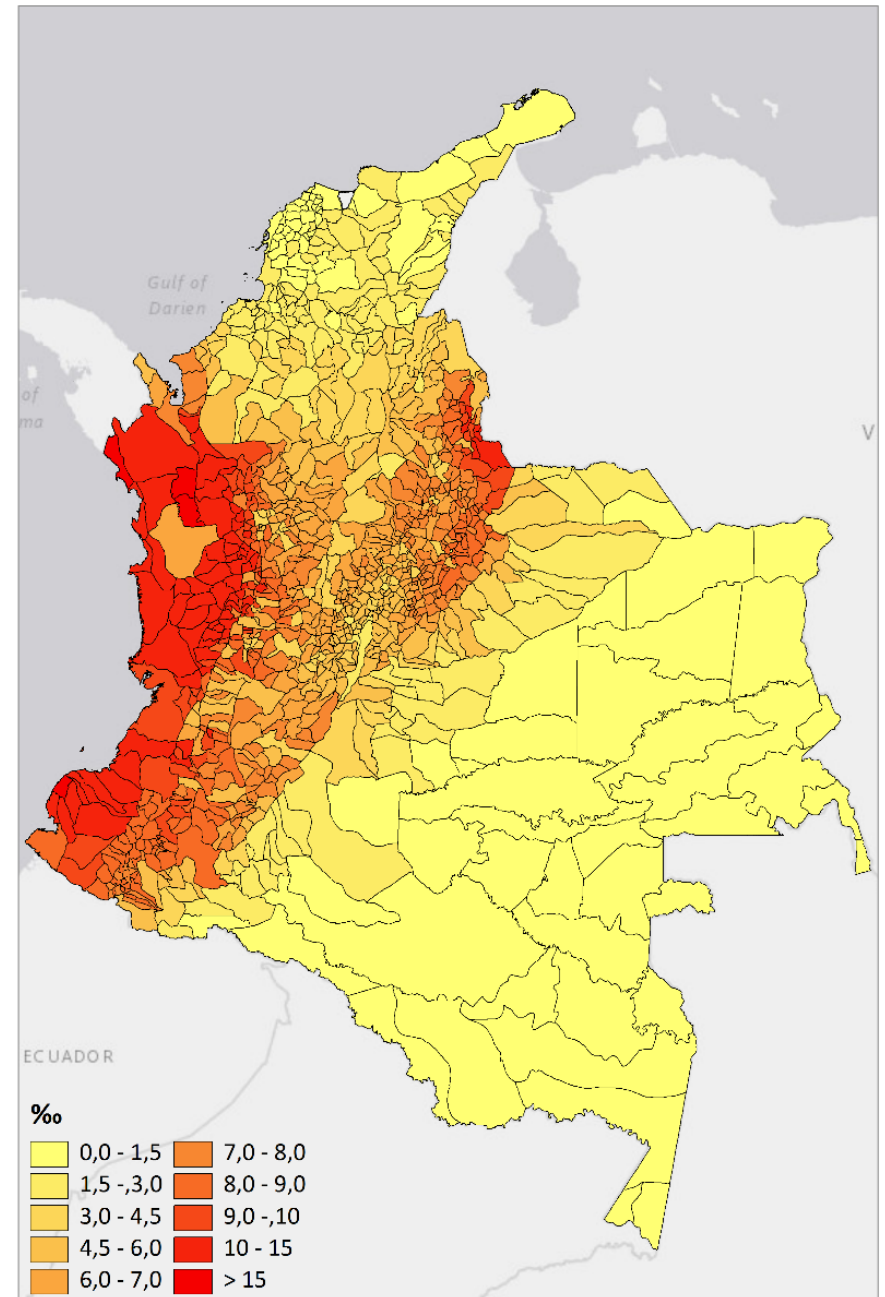
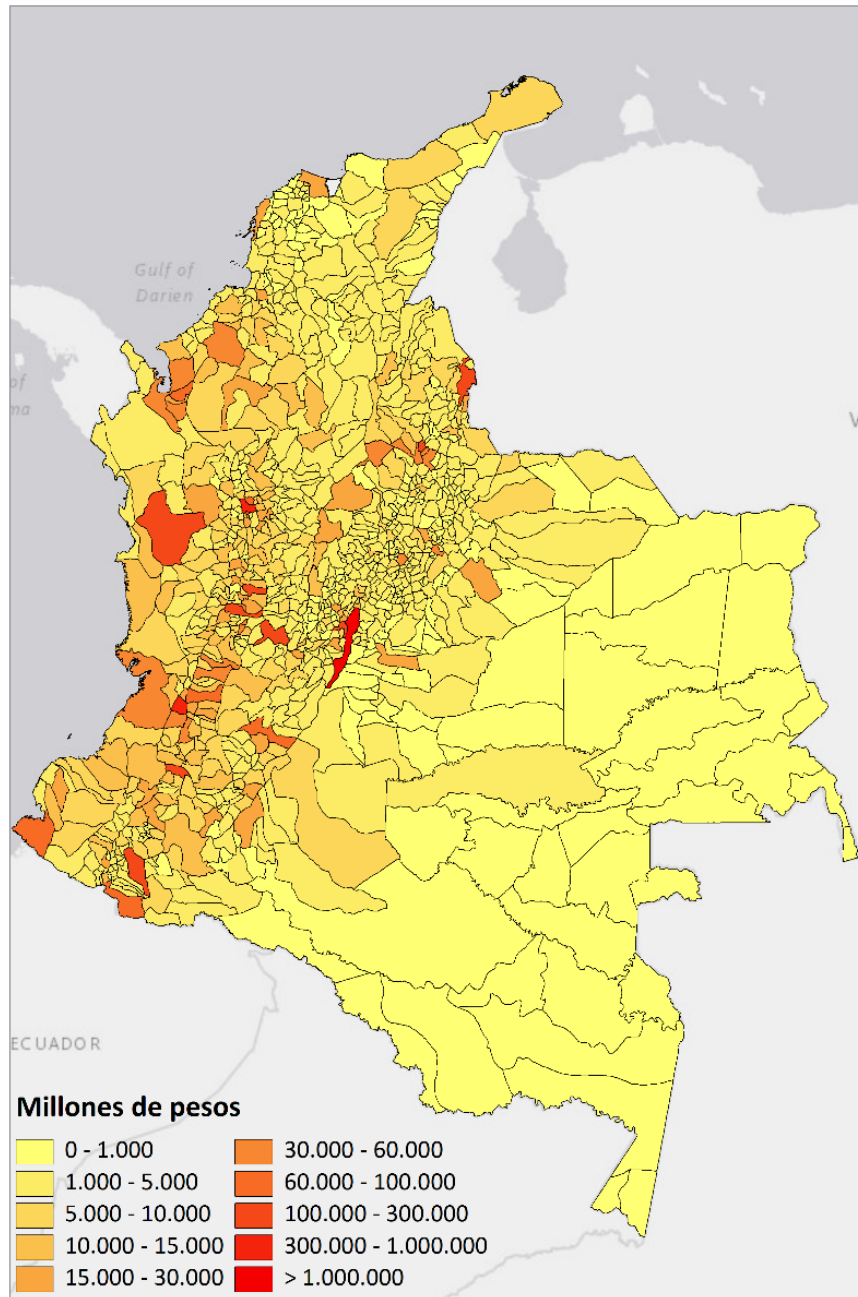


TERREMOTOS

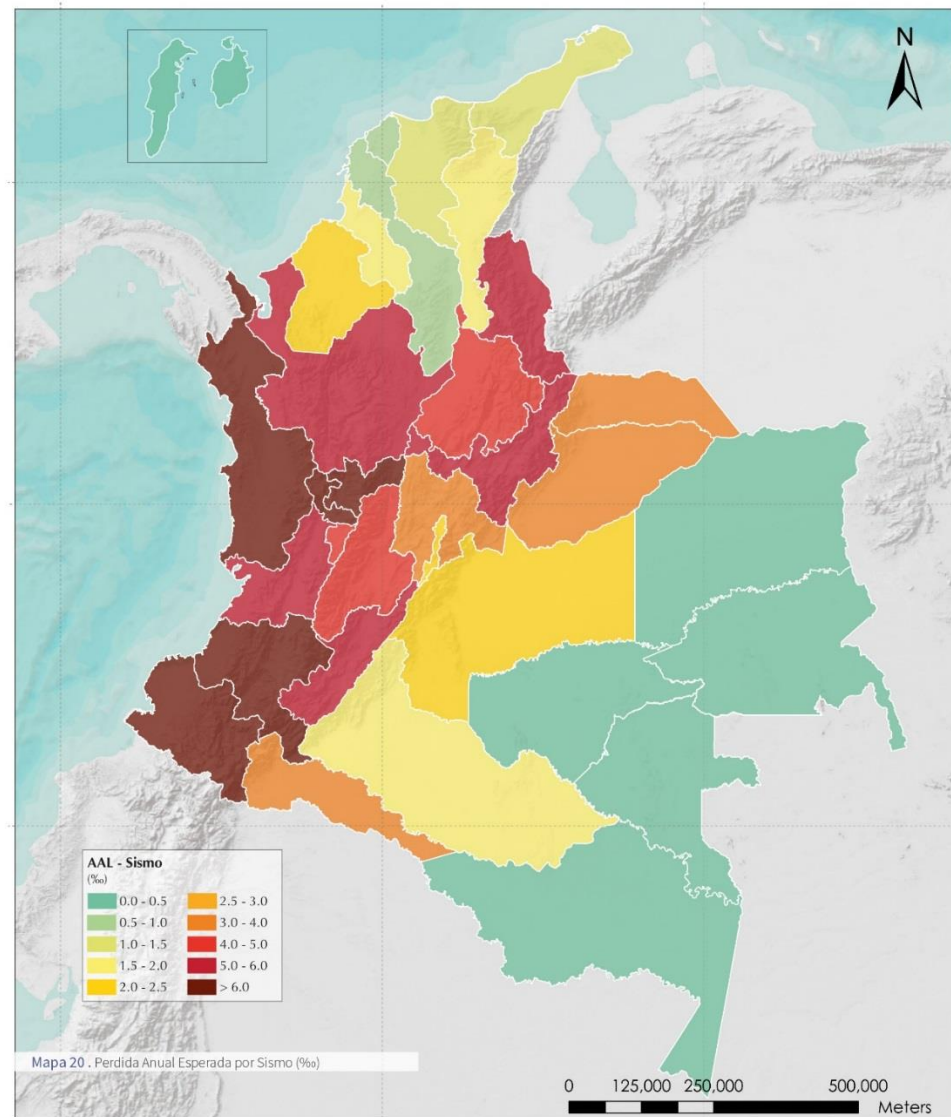
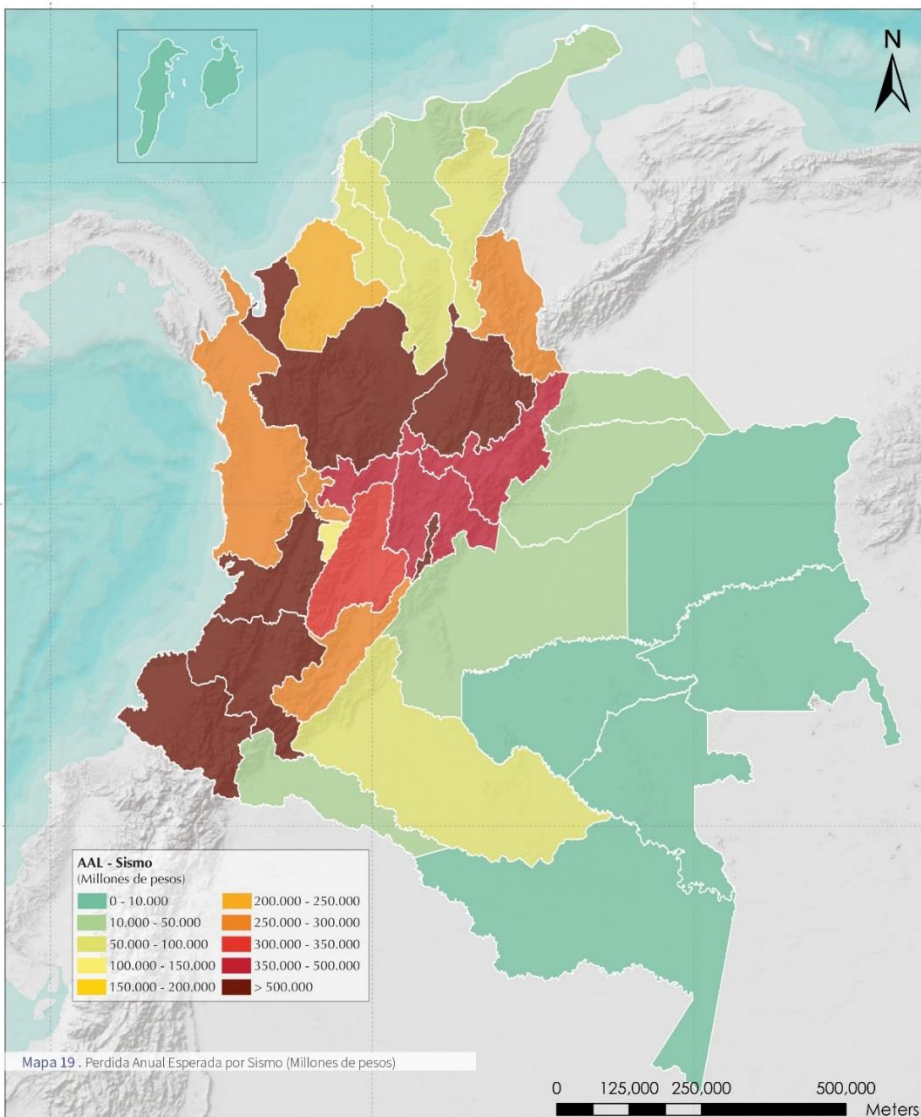
Mapa de amenaza sísmica. Aceleración espectral para $T=0,5s$ para un periodo de retorno de 475 años. Resultados obtenidos a nivel de roca con fines de sismorresistencia.



Pérdida anual esperada por sismo



Pérdida anual esperada por sismo



CAUCA

INFORMACIÓN GENERAL

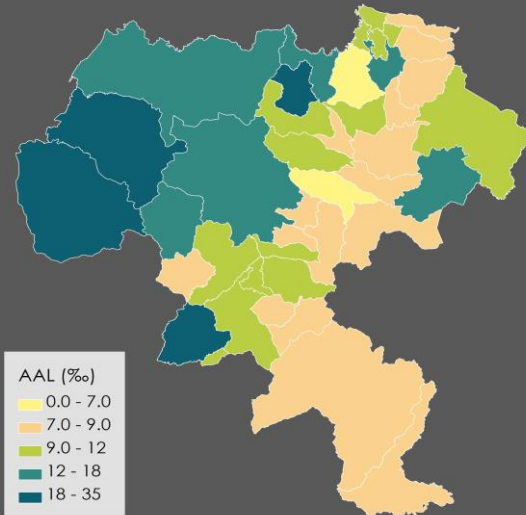
Población (Habitantes)

Producto Interno Bruto (PIB) Departamento
(millones de pesos)

Indice de Gini

Indice de Necesidades Básicas Insatisfechas (INB)

RIESGO MULTI-AMENAZA



Contribución de cada amenaza a la AAL



Probabilidad de exceder una pérdida en 50 años

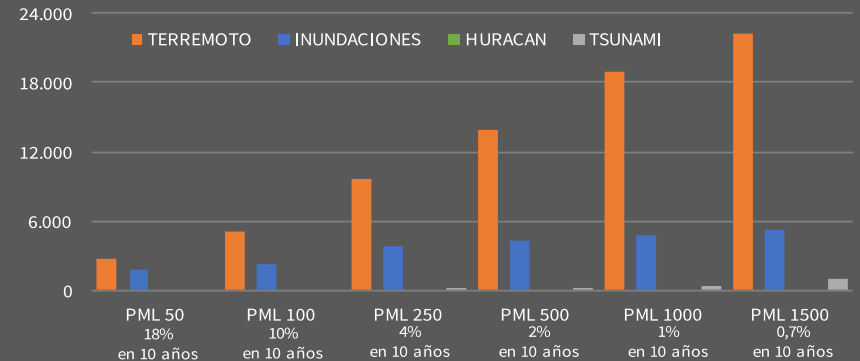
39,4% (TR 100 años)

18% (TR 250 años)

10% (TR 500 años)



Pérdidas Máximas Probables



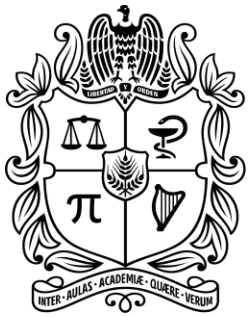
En resumen

- *Los estudios de microzonificación sísmica dan cuenta de los efectos de sitio, que son un aspecto fundamental en la definición de los movimientos sísmicos de diseño.*
- *Lo indicado en estos estudios deroga las especificaciones de la normativa nacional en lo que se refiere a espectros de diseño.*
- *Por esta razón estos estudios deben estar armonizados a la normativa nacional.*
- *Adicionalmente, múltiples aplicaciones de gestión del riesgo se benefician de un modelo de efectos de sitio apropiado que de cuenta de la respuesta del suelo blando durante el movimiento sísmico.*

En resumen

- *La gestión del riesgo sísmico requiere de una adecuada y correcta evaluación del riesgo, orientada a proveer insumos para múltiples procesos de gestión*
- *El conocimiento del riesgo sísmico ha avanzado de manera muy importante en los últimos 20 años en Colombia. Sin embargo, aún queda mucho por entender y explorar*
- *Nuestro mayor legado es un conocimiento generado en Colombia, por colombianos para colombianos, impulsados por aportar excelencia académica y científica al desarrollo del país*

Gracias



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

