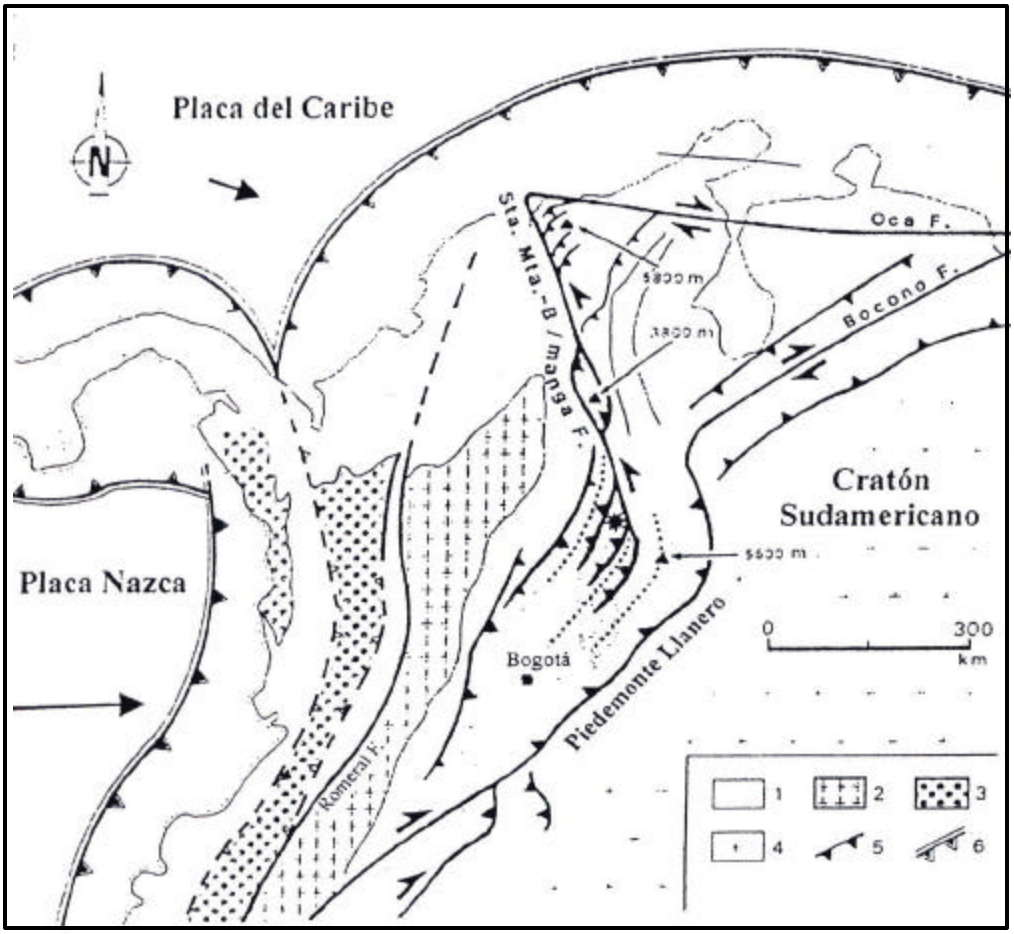
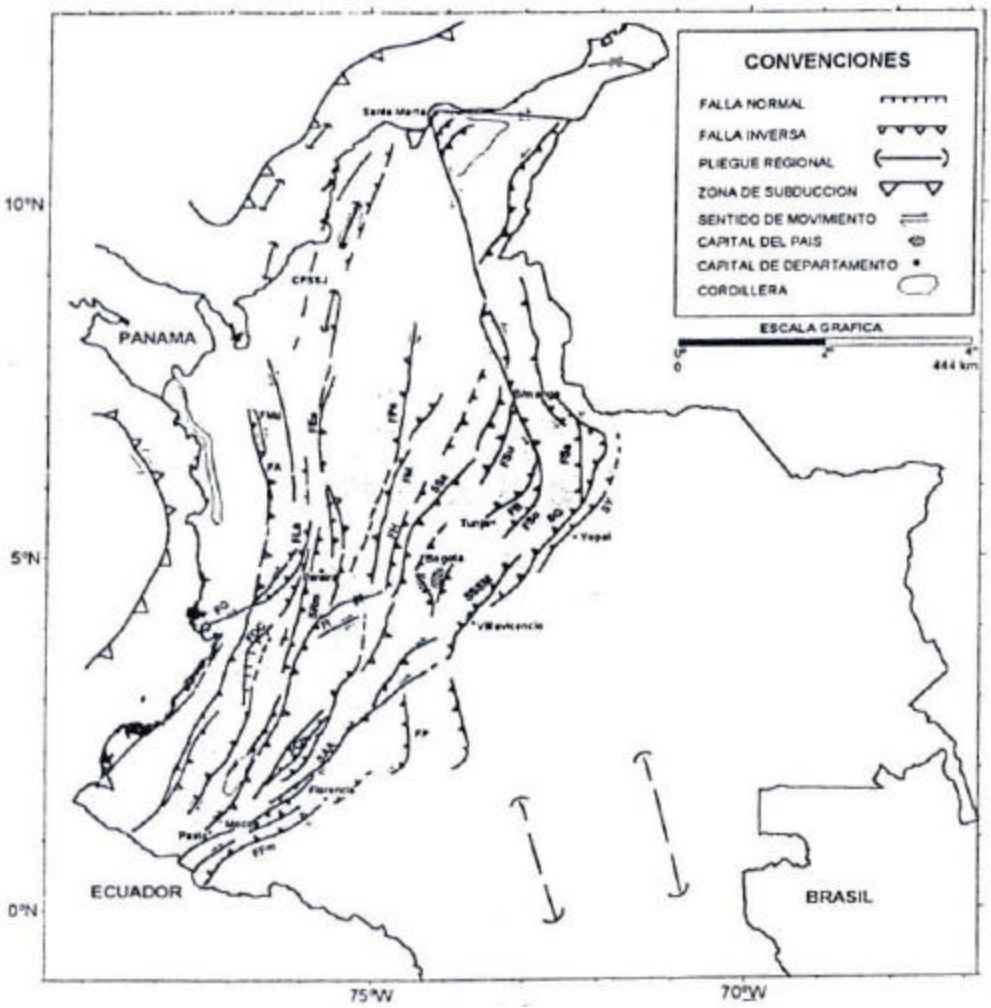
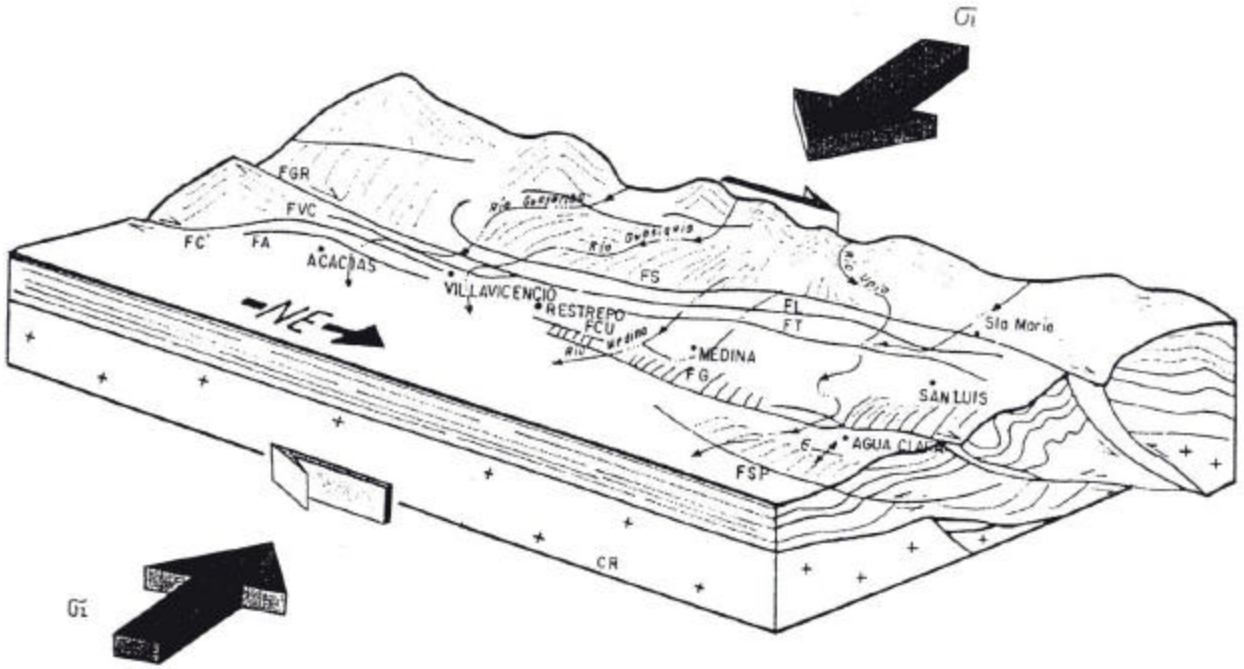


Marco Tectónico general de los Andes del Norte, indicando los principales sistemas de fallas activas y potencialmente activas. El sistema de fallas de Piedemonte Llanero se extiende a lo largo del flanco oriental de la Cadena Andina desde Ecuador hasta Venezuela y define el limite el dominio orogénico deformado y el cráton.

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Neotectónica		Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 3.1	**Fecha:** Agosto de 2002	

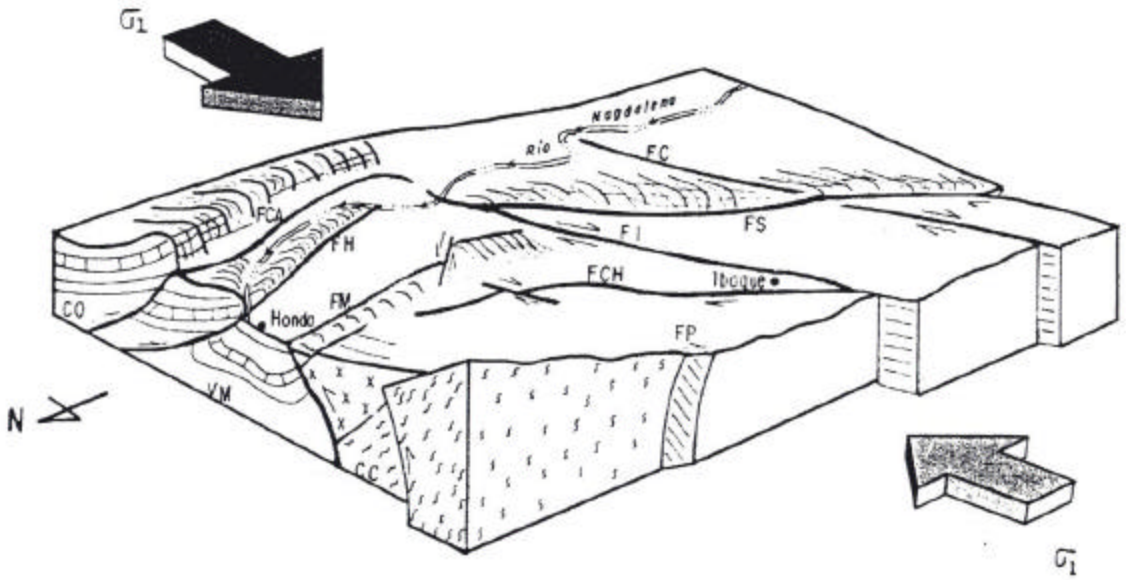


Sistema Principal de fallas activas y potencialmente activas en Colombia. Los principales sistemas de fallas son paralelos a los piedemontes de las tres cordilleras.
CPSSJ: Cinturón plegado del Sinú-San Jacinto, FA: Falla del Atrato, FB: Falla de Boyacá, FCh: Falla de Chusma, FDC: Falla Dagua-Calima, FES: Falla del Espíritu Santo, FFM: Falla Florencia-Mocoa, FG: Falla Garrapatas, FI: Falla de Ibagué, Fla: Falla la Argelia, Fmu: Falla de Murindó, FPa: Falla de la Palestina, FSa: Falla de Sacama, FSB: Falla Santa Marta – Bucaramanga, FSo: Falla de Soapaga, FSu:Falla de Suárez, SSA: Sistema Algeciras-Altamira, SG: Sistema de Guaicáramo, SRm:Sistema de Romeral, SSa: Sistema de Salinas, SSSM: Sistema Servitá-Santa Maria, SY: Sistema de Yopal.
(Taboada et al. 1998)



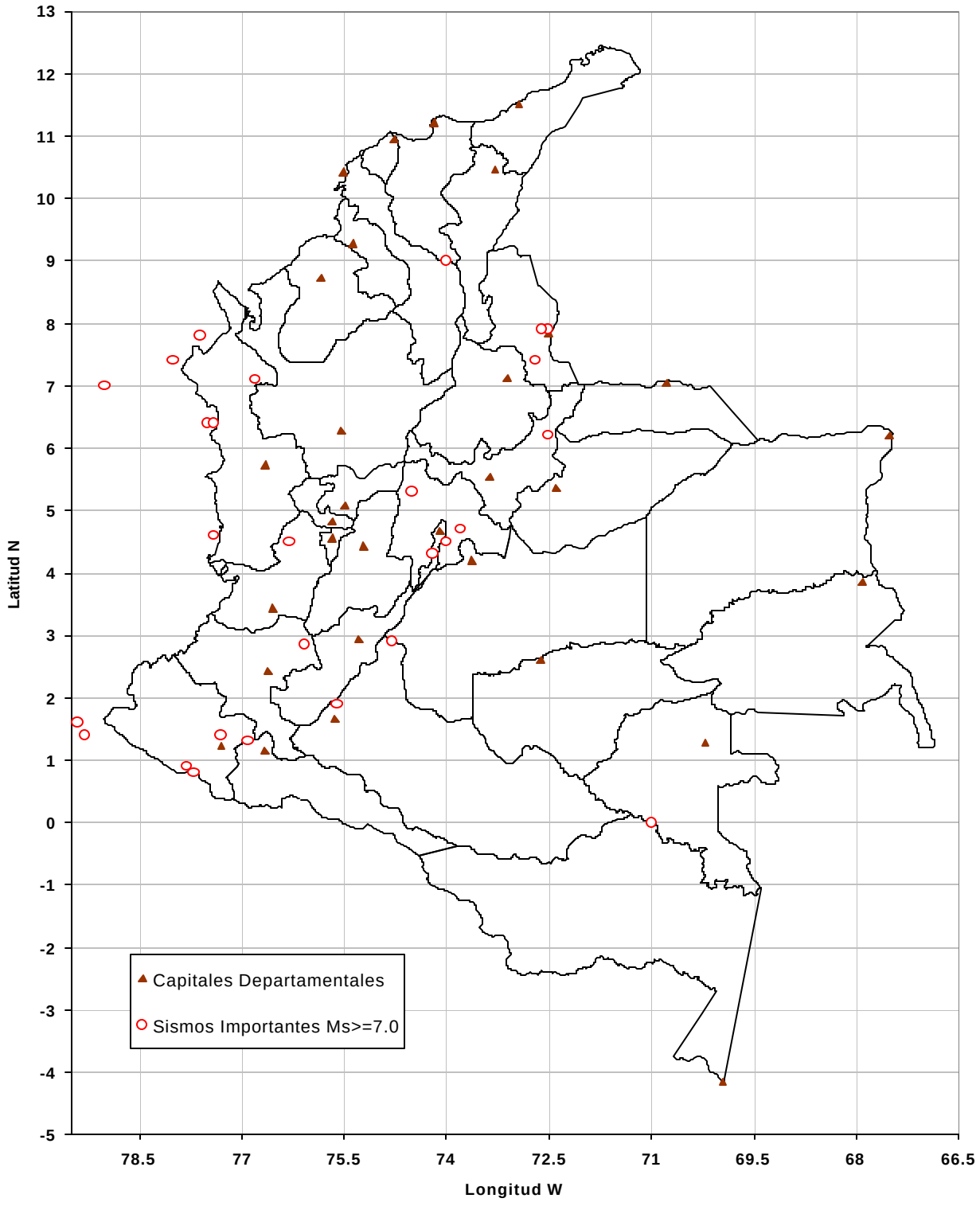
Bloque diagrama ilustrando las principales fallas activas y potencialmente activas del sector Central de Piedemonte Llanero. CR: Cratón, FA: Falla Colonia, FCU: Falla Cumural, FG: Falla de Guaicáramo, FGR: Falla de Guayuriba-Restrepo, FL: Falla Lengupá, FS: Falla Servitá, FSP: Falla San Pedro-Yopal, FT: Falla Tesalia, FVC: Falla Colepato.

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Neotectónica	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 3.3	**Fecha:** Agosto de 2002



Bloque diagrama ilustrando las principales fallas activas y potencialmente activas del sector Central del Sistema del Valle de Magdalena. CC: Cordillera Central, CO: Cordillera Oriental, FC:Falla Cucuana, FCA: Falla de Cambao, FCH: Falla de Chapetón, FH: Falla de Honda, FI: Falla de Ibagué, FM: Falla de Mulatos, FP: Falla el Palmar, FS: Falla , VM: Valles del Magdalena.

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Neotectónica		Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 3.4	**Fecha:** Agosto de 2002	



CIMOC

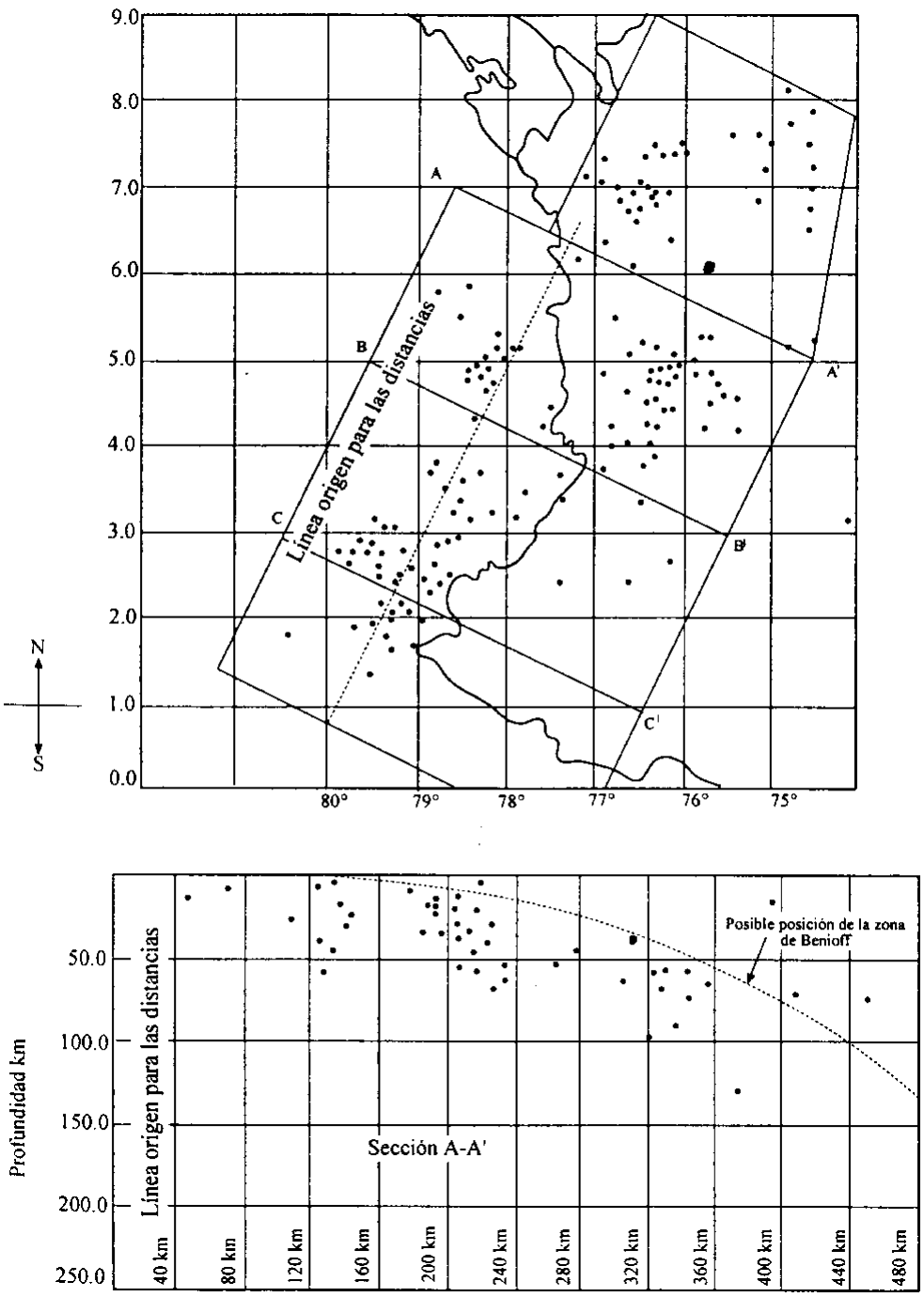
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Sismos con magnitud Ms ≥ 7.0

Figura: 3.5

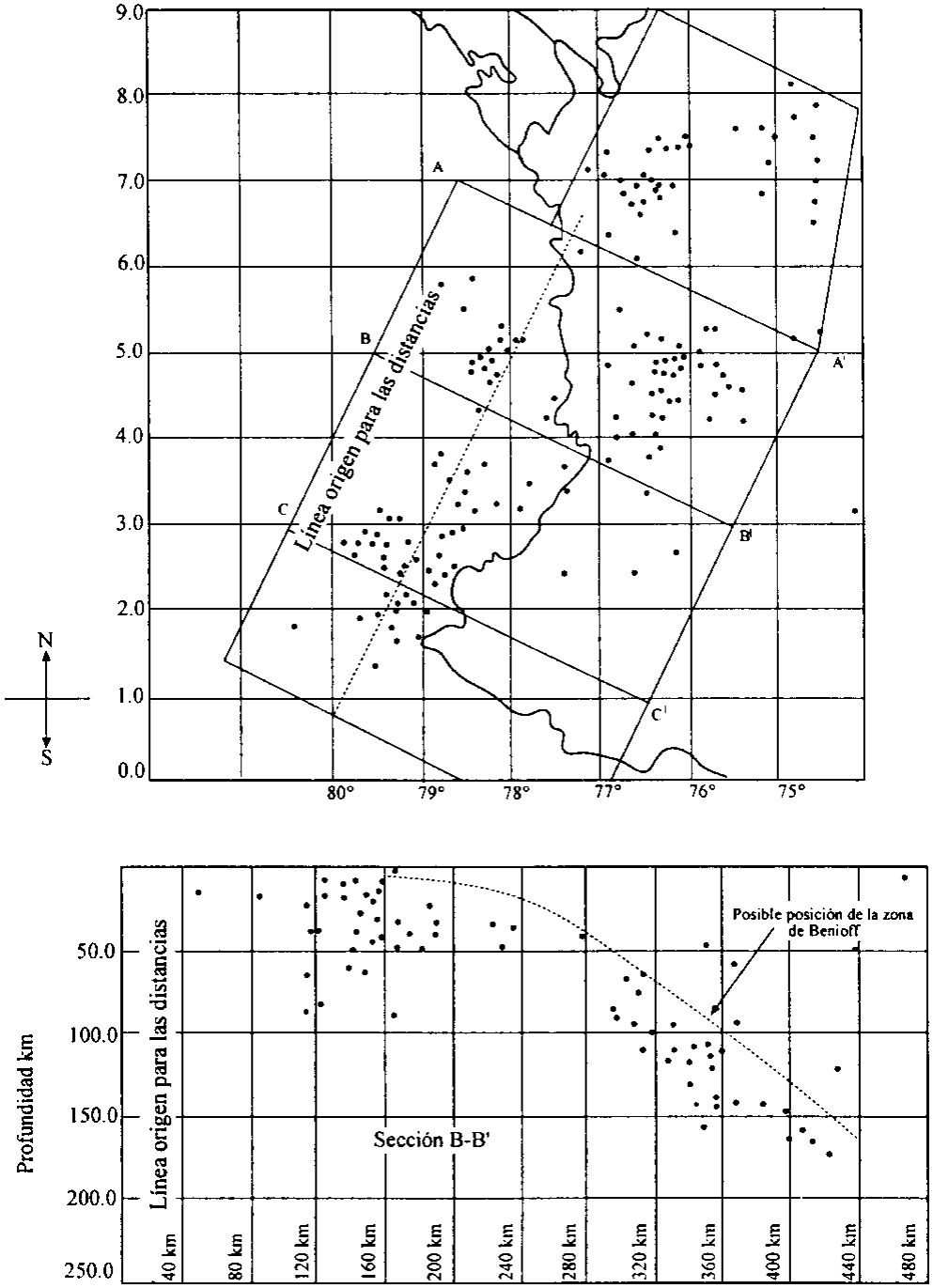
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



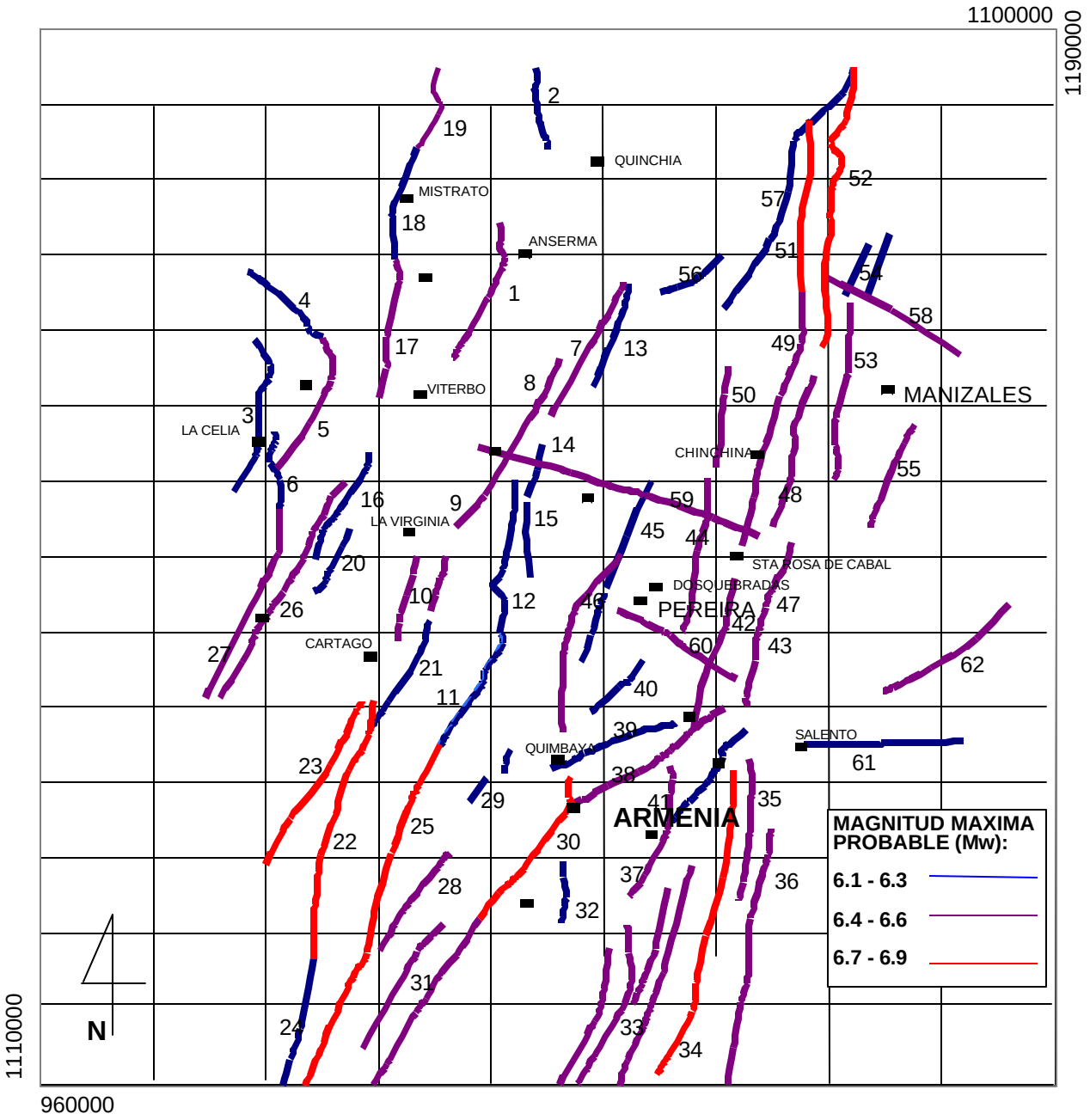
Fuente:Ingeniería Sísmica. Alberto Sarria Molina. 1995.

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Sismos profundos en la zona de Subducción de Nazca. Corte de sismicidad A - A'	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 3.6	**Fecha:** Agosto de 2002



Fuente:Ingeniería Sísmica. Alberto Sarria Molina. 1995.

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Sismos profundos en la zona de Subducción de Nazca. Corte de sismicidad B - B'		Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 3.7	**Fecha:** Agosto de 2002	



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Principales fallas activas dentro del área de estudio	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 3.8	**Fecha:** Agosto de 2002

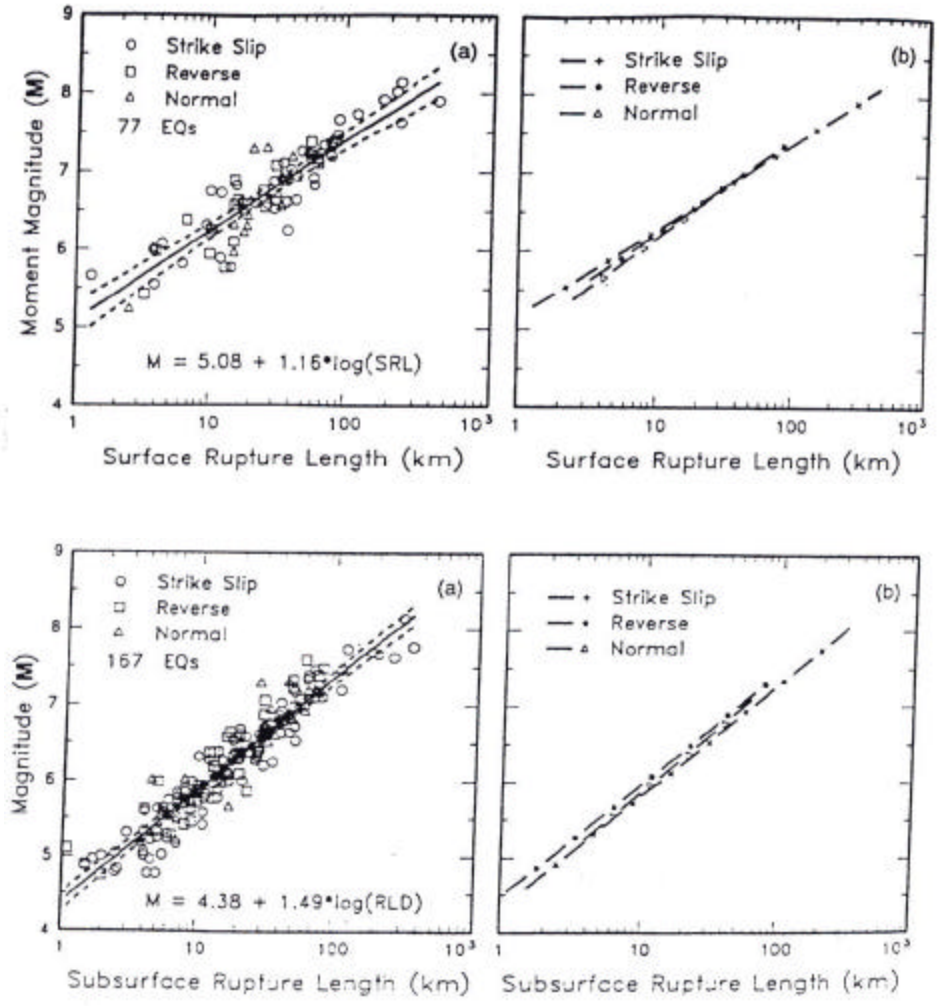
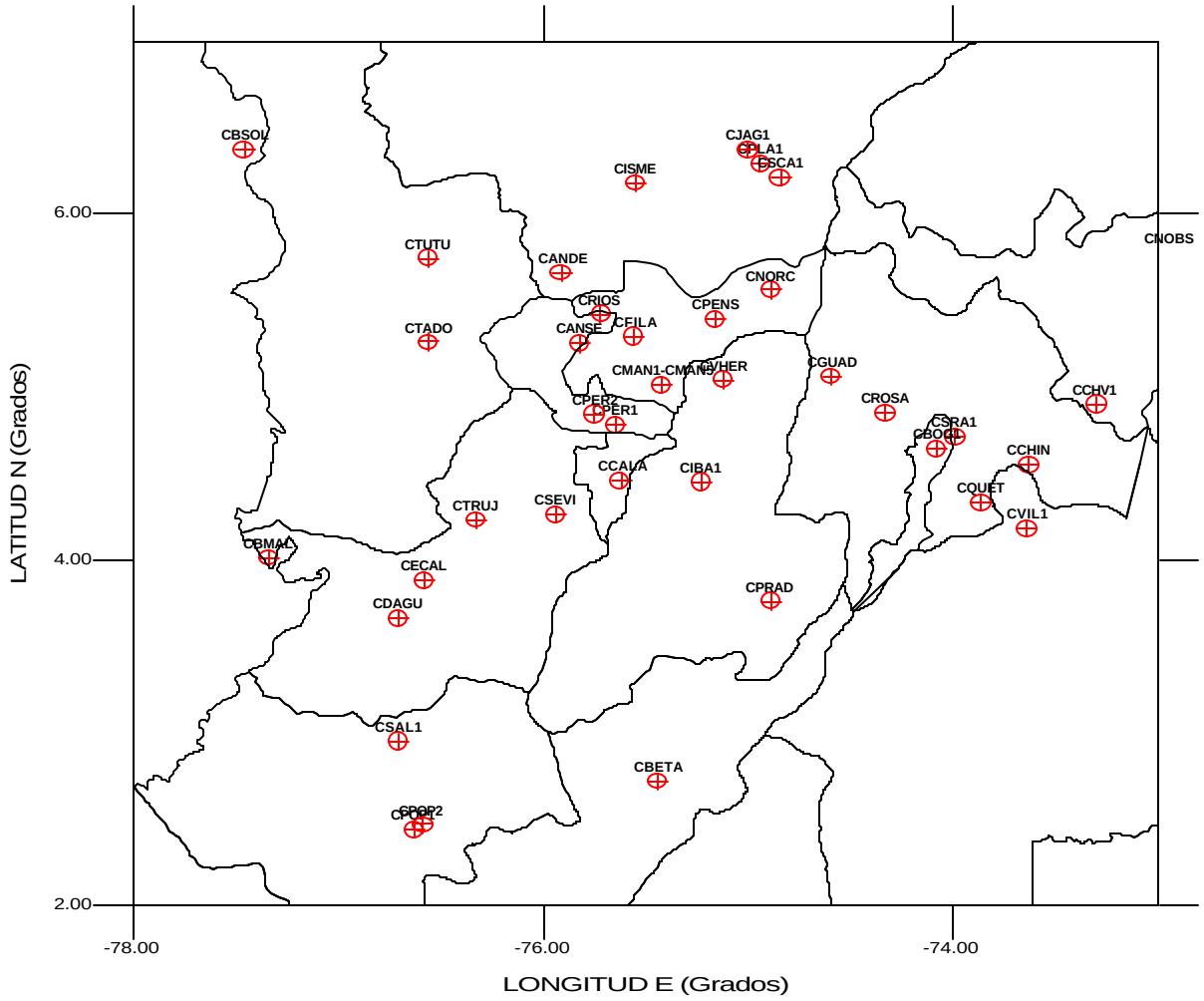


Figura 3.9a: Izq. Regresiones para Longitudes de ruptura superficial en Magnitud (M). Der. Líneas de regresión para fallas de rumbo, inversas y normales.

Figura 3.9b: Izq. Regresiones para longitudes de ruptura superficial en Magnitud (M) Der. Líneas de regresión para fallas de rumbo.



Nombre	Depto	Estacion	Lat. N	Long. W	Nombre	Depto	Estacion	Lat. N	Long. W
ANDES	ANTIOQUIA	CANDE	5.66	75.91	EL ROSAL	CUNDINAMAR	CROSA	4.85	74.33
EMBALSE PLAYAS	ANTIOQUIA	CPLA1	6.29	74.94	EMBALSE DE CHINGAZA:	CUNDINAMAR	CCHIN	4.55	73.63
CENTRAL JAGUAS: PRESA	ANTIOQUIA	CJAG1	6.37	75	EMBALSE DE SAN RAFAE	CUNDINAMAR	CSRA1	4.71	73.99
CENTRAL SAN CARLOS: P	ANTIOQUIA	CSCA1	6.21	74.84	GUADUAS	CUNDINAMAR	CGUAD	5.06	74.59
PUNCHINA					QUETAME	CUNDINAMAR	CQUET	4.33	73.86
PRINCIPAL ISA. MEDELLIN	ANTIOQUIA	CISME	6.18	75.55	BAHIA SOLANO	CHOCO	CBSOL	6.37	77.46
CENTRAL CHIVOR: PRESA	BOYACA	CCHV1	4.9	73.3	TADO	CHOCO	CTADO	5.26	76.56
NOBSA	BOYACA	CNOBS	5.78	72.95	TUTUNENDO	CHOCO	CTUTU	5.74	76.56
ANSERMA	CALDAS	CANSE	5.25	75.82	S.F. DE BOGOTA: INGEOM	DISTRITO CAPI	CBOG1	4.64	74.08
EMBALSE MIEL I (NORCA	CALDAS	CNORC	5.56	74.89	EMBALSE DE BETANIA	HUILA	CBETA	2.72	75.44
FILADELFIA	CALDAS	CFILA	5.29	75.56	VILLAVICENCIO	META	CVIL1	4.18	73.64
MANIZALES : ACUEDUCTO	CALDAS	CMAN1	5.01	75.42	CUCUTA 1	N. SANTANDER	CCUC1	7.86	72.52
MANIZALES: EL CABLE	CALDAS	CMAN2	5.06	75.49	CALARCA	QUINDIO	CCALA	4.46	75.62
MANIZALES: COMFAMIAR	CALDAS	CMAN3	5.06	75.51	PEREIRA 1	RISARALDA	CPER1	4.78	75.65
MANIZALES: EMPRESAS P	CALDAS	CMAN4	5.08	75.52	PEREIRA 2	RISARALDA	CPER2	4.84	75.75
MANIZALES: GOBERNACIO	CALDAS	CMAN5	5.07	75.53	BUCARAMANGA: CDMB	SANTANDER	CBUC1	7.1	73.06
PENSILVANIA	CALDAS	CPENS	5.39	75.16	EMBALSE DE PRADO (HID	TOLIMA	CPRAD	3.76	74.89
RIO SUCIO	CALDAS	CRIOS	5.42	75.72	IBAGUE (INGEOMINAS)	TOLIMA	CIBA1	4.45	75.23
EMBALSE DE SALVAJINA	CAUCA	CSAL1	2.95	76.71	VILLAHERMOSA	TOLIMA	CVHER	5.04	75.12
POPAYAN - Roca	CAUCA	CPOP1	2.44	76.63	BAHIA MALAGA	VALLE	CBMAL	4.01	77.34
POPAYAN: OBRAS PUBLIC	CAUCA	CPOP2	2.47	76.59	DAGUA	VALLE	CDAGU	3.66	76.71
EL ROSAL	CUNDINAMAR	CROSA	4.85	74.33	EMBALSE CALIMA	VALLE	CECAL	3.88	76.58

CIMOC

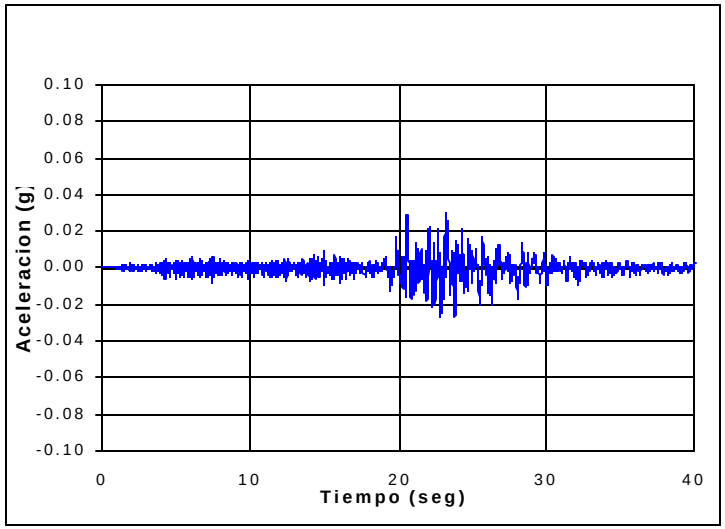
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

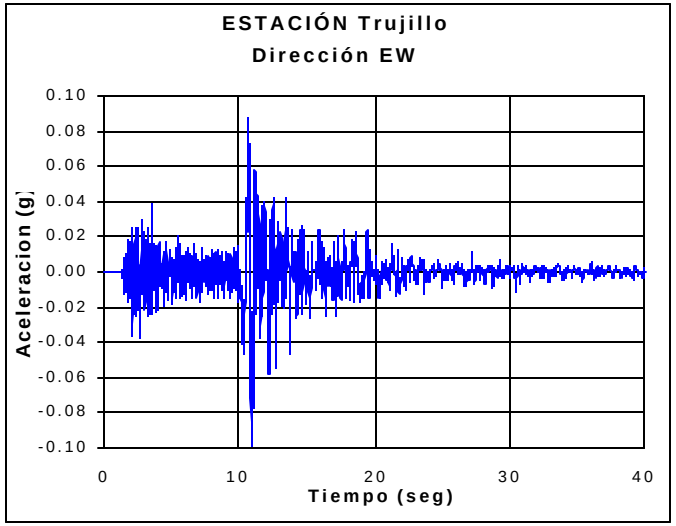
Ubicación de estaciones acelerográficas en el área de estudio RNAC

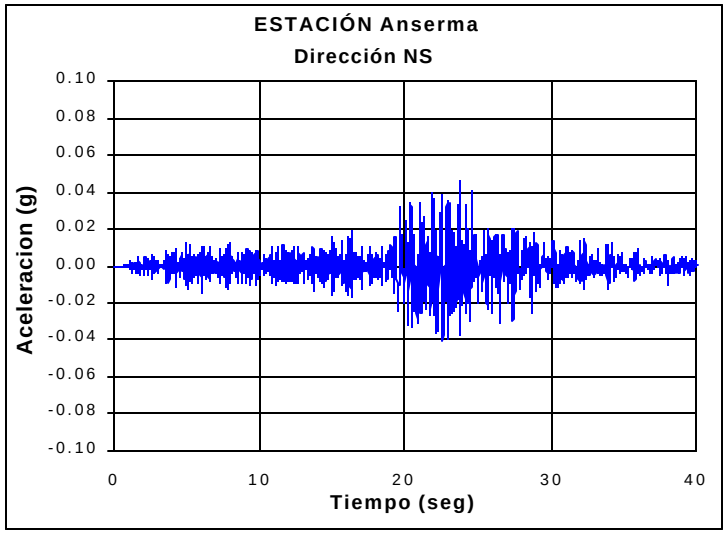
Figura: 3.10

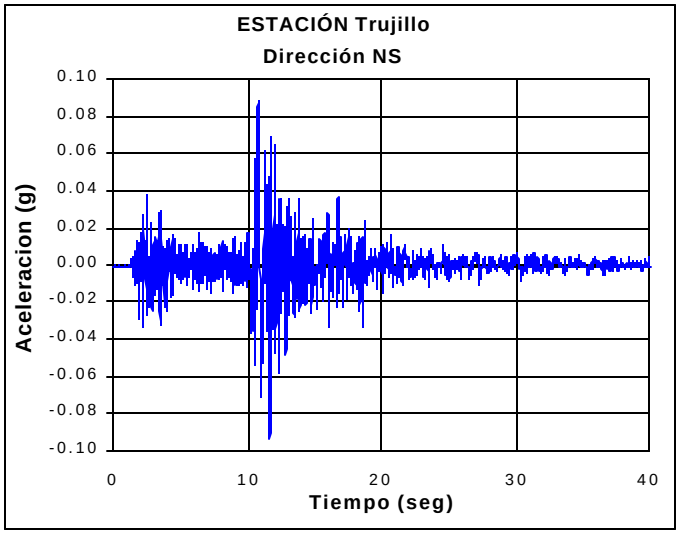
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

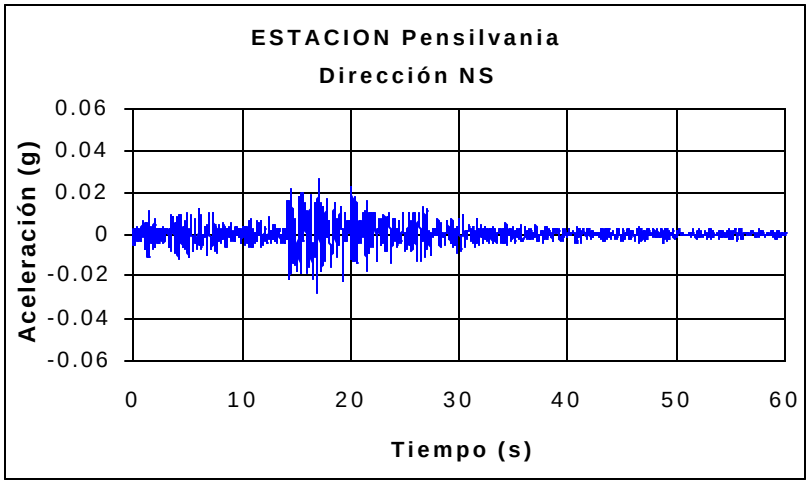
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

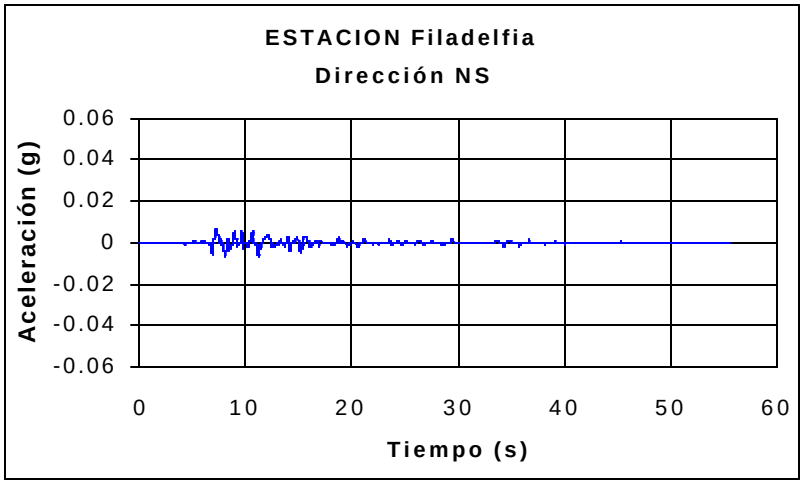
Registros Horizontales Sismo de Calima 8 de Febrero de 1995

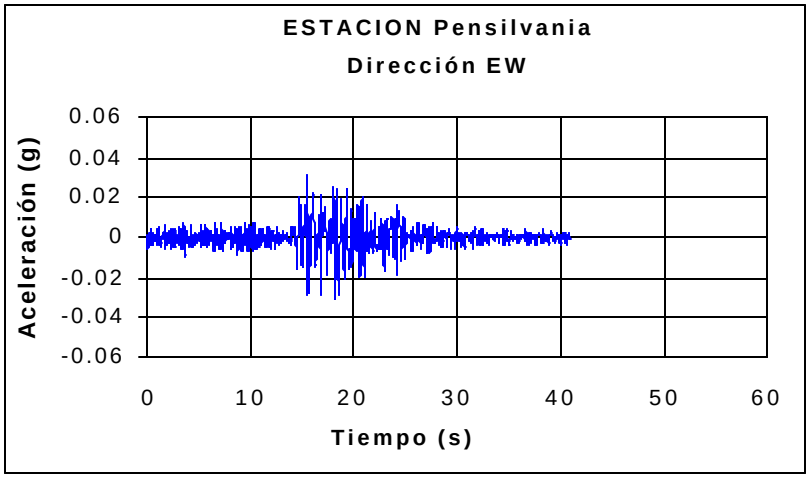
Figura: 3.11

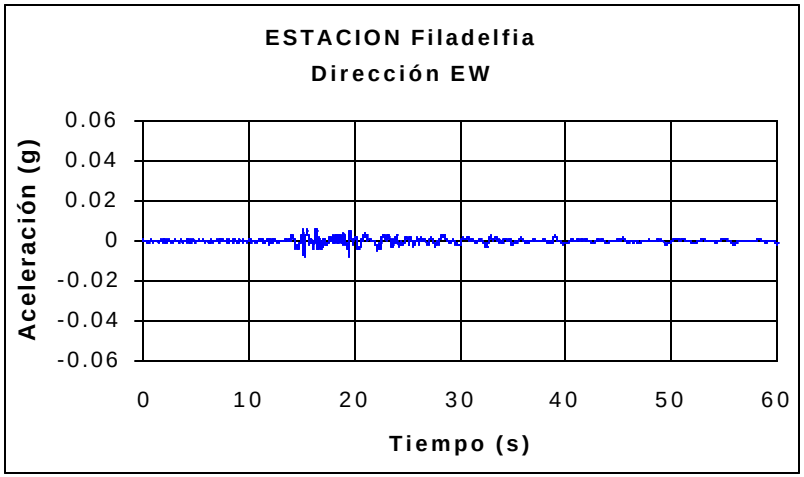
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

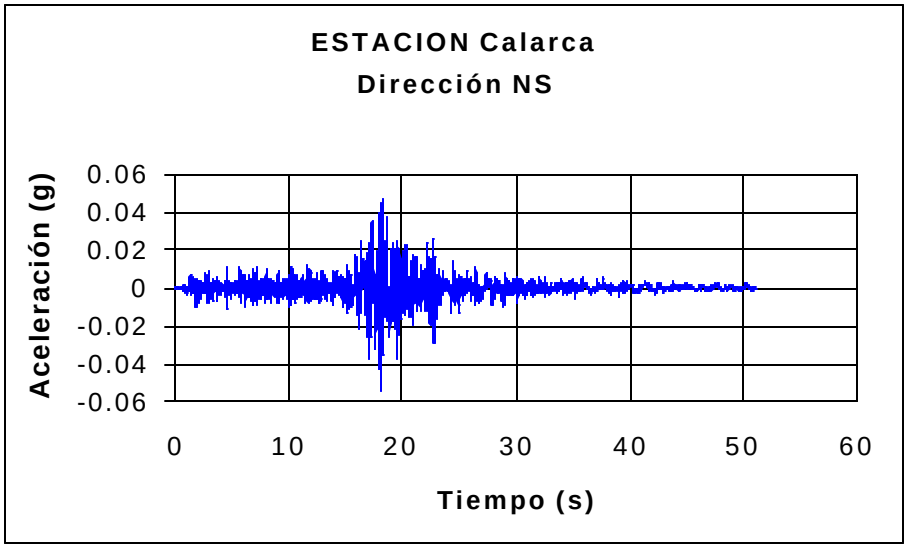
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

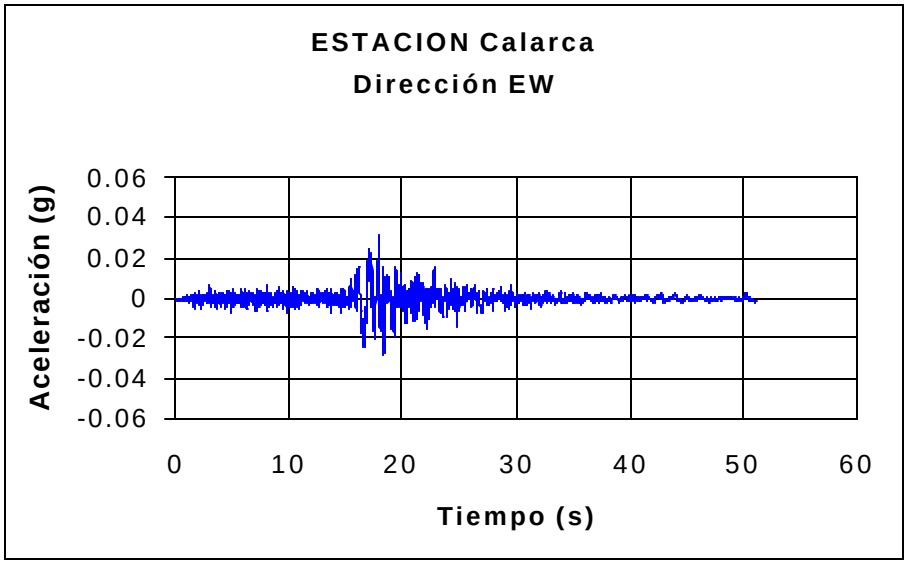
Registros Horizontales Sismo de Calima 8 de Febrero de 1995

Figura: 3.12

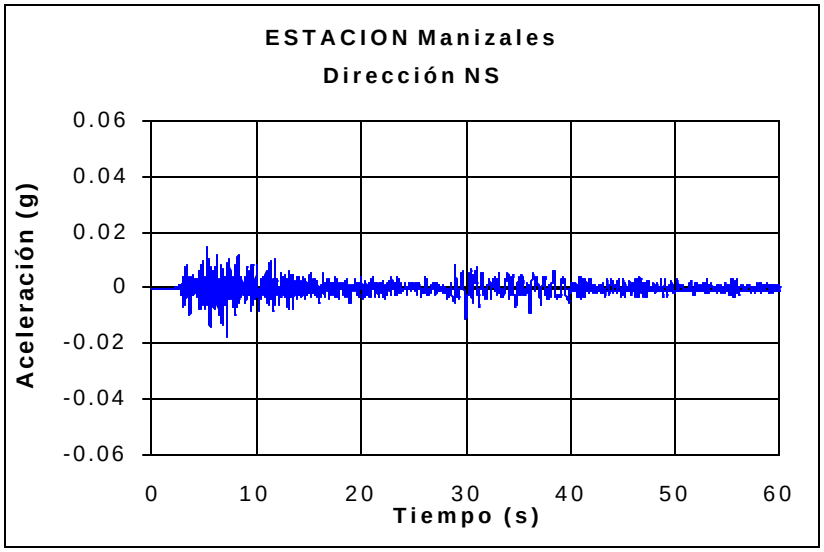
Fecha: Agosto de 2002

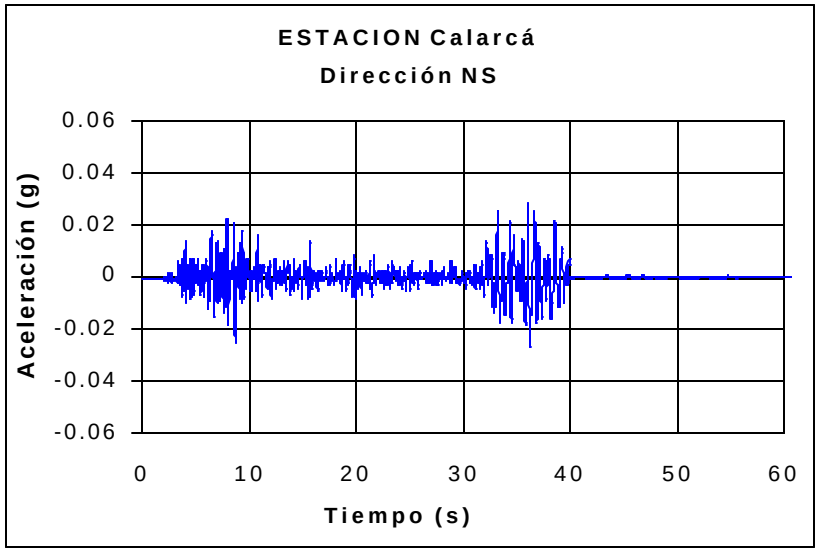
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

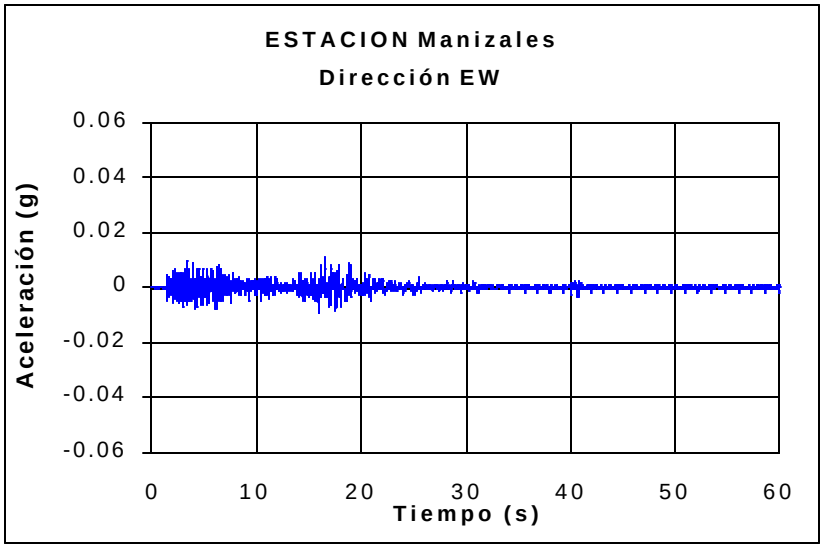


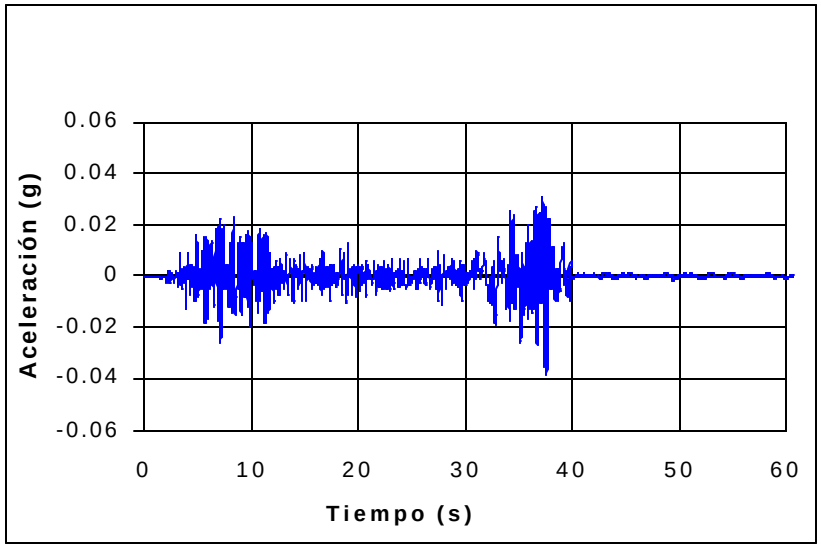


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Registros Horizontales Sismo de Calima 8 de Febrero de 1995	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 3.13	**Fecha:** Agosto de 2002









CIMOC

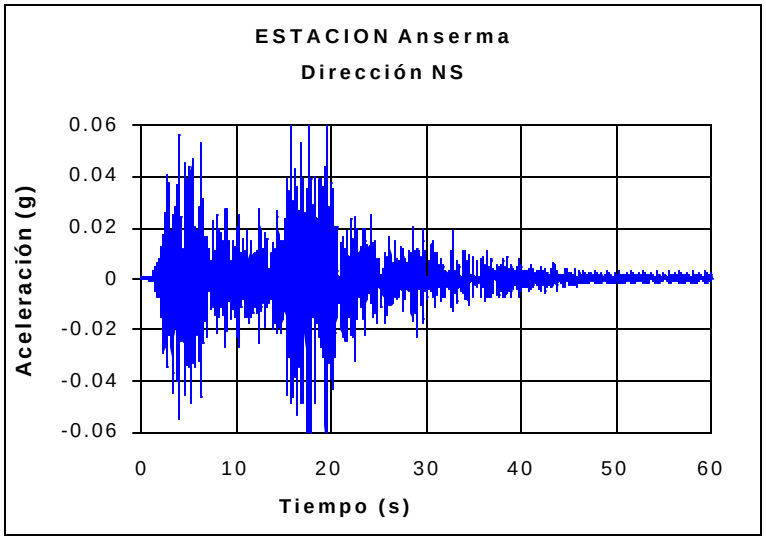
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

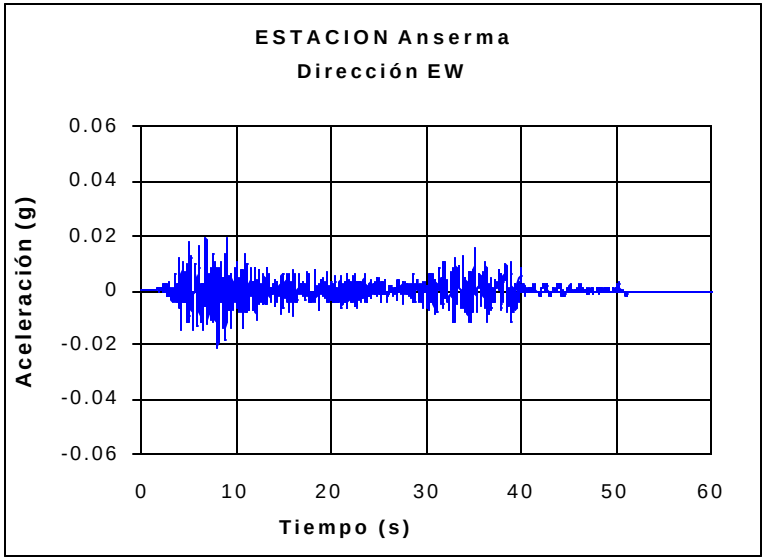
Registros Horizontales Sismo de Risaralda 19 de Agosto de 1995

Figura: 3.14

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres





CIMOC

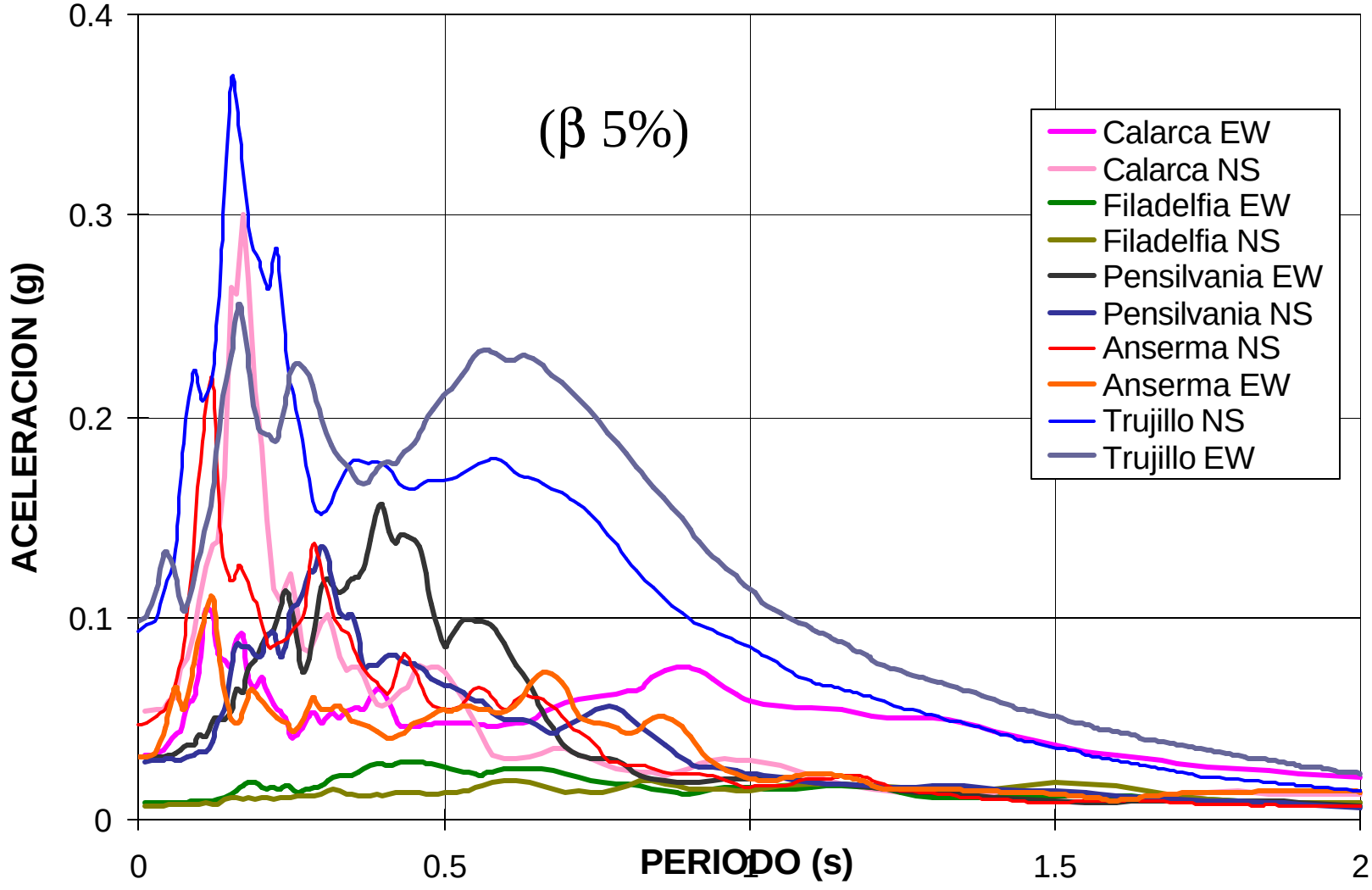
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Registros Horizontales Sismo de Risaralda 19 de Agosto de 1995

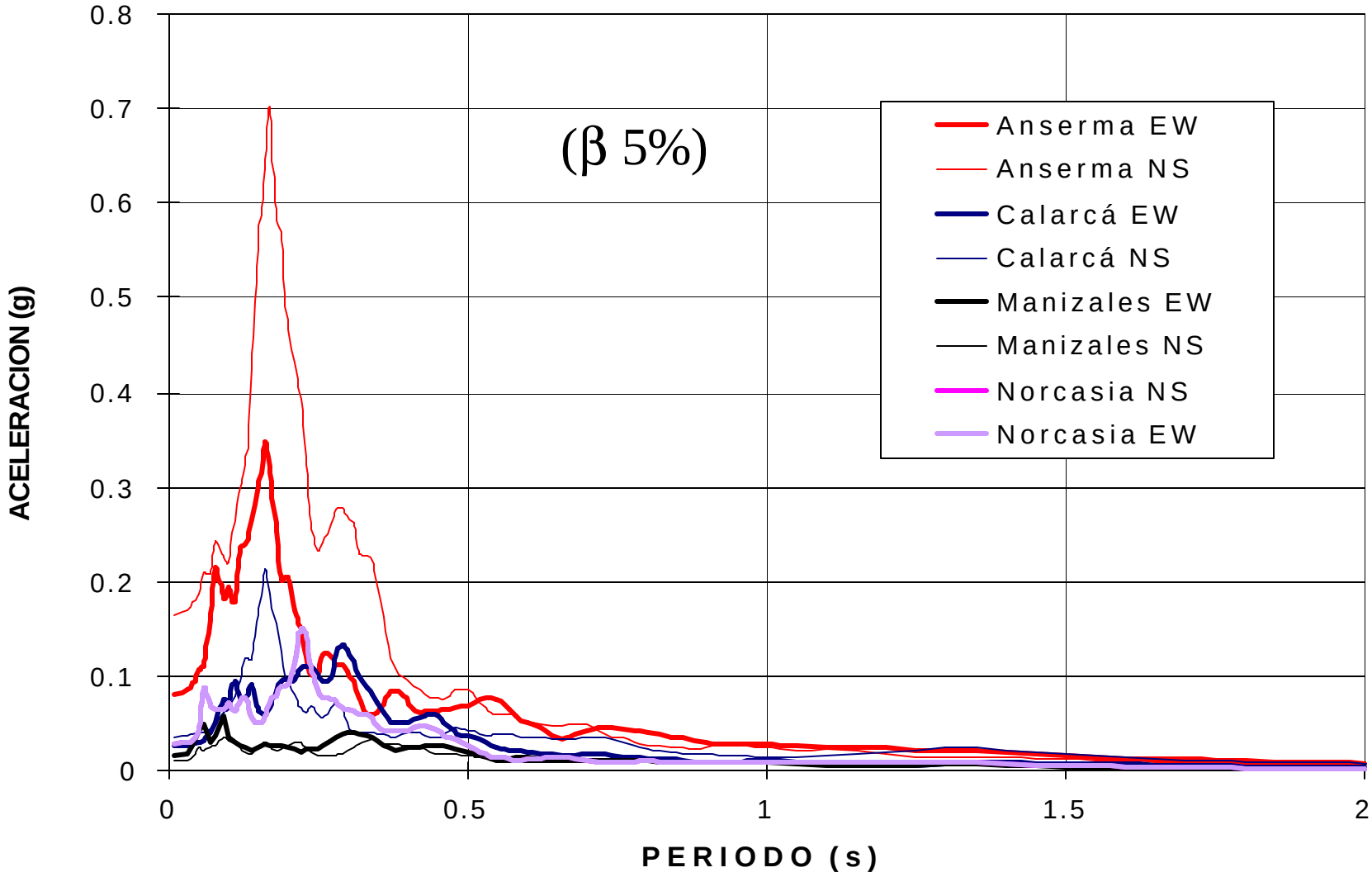
Figura: 3.15

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectro De Respuesta En Roca Del Sismo De Calima Febrero 8 de 1995	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 3.16	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC

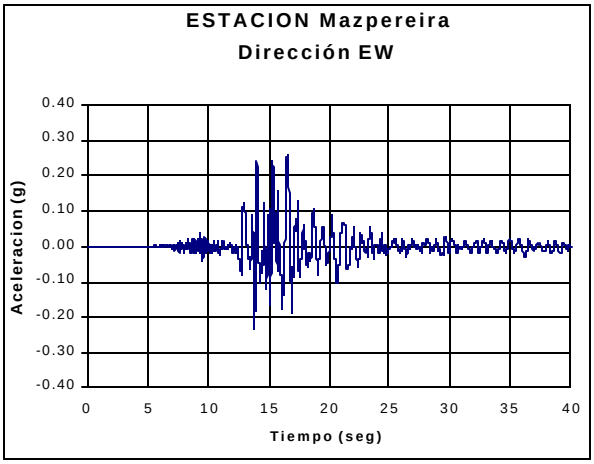
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

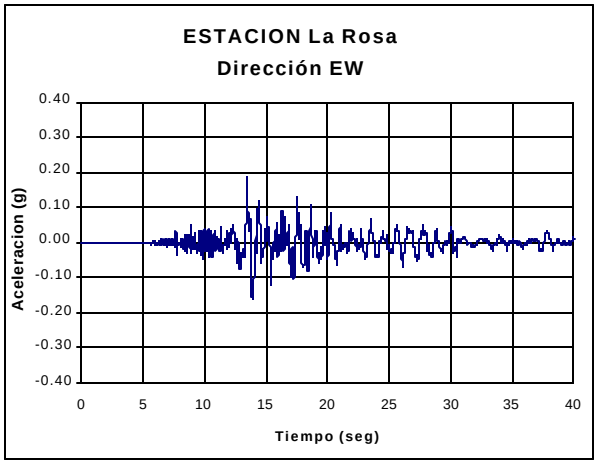
Espectro de Respuesta En Roca del Sismo de Risaralda
Agosto 19 de 1995

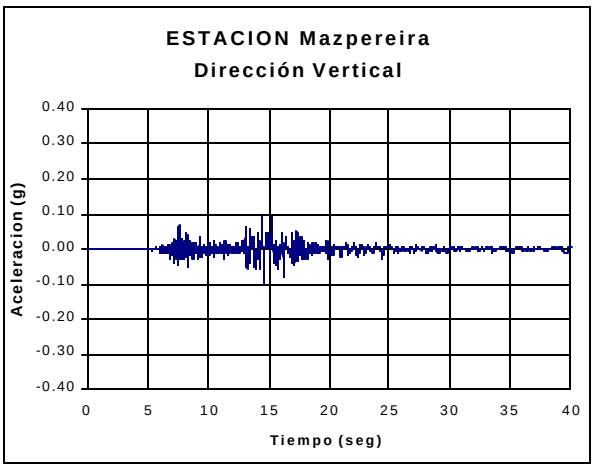
Figura: 3.17

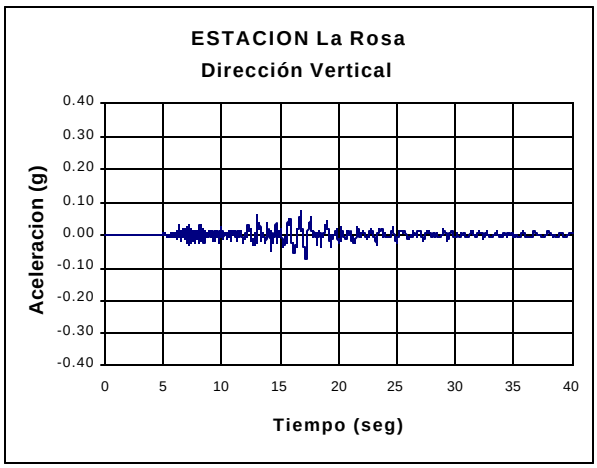
Fecha: Agosto de 2002

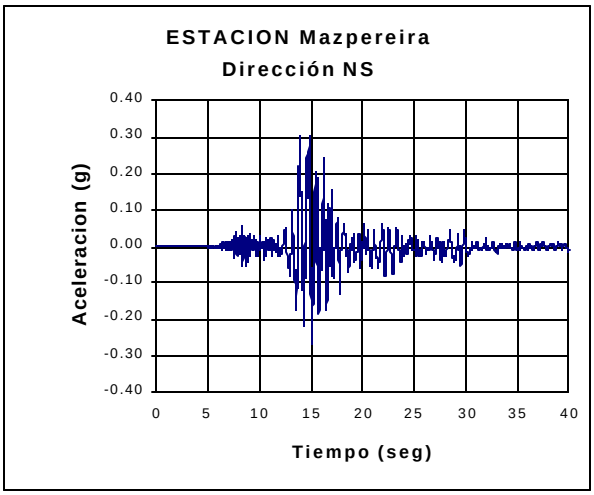
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

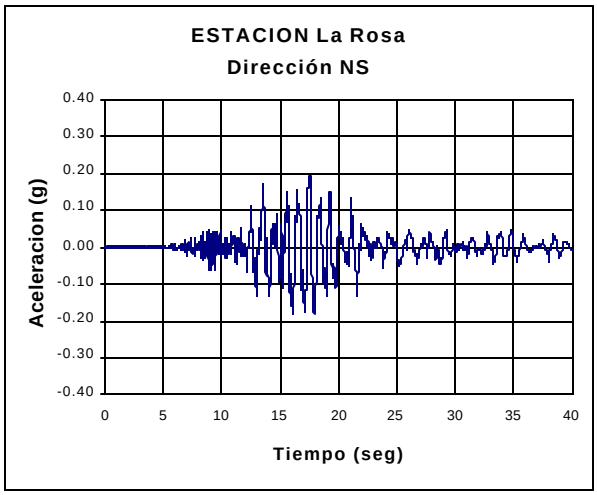




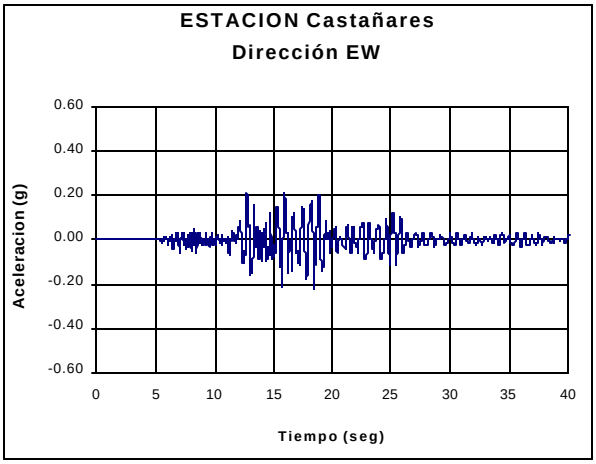


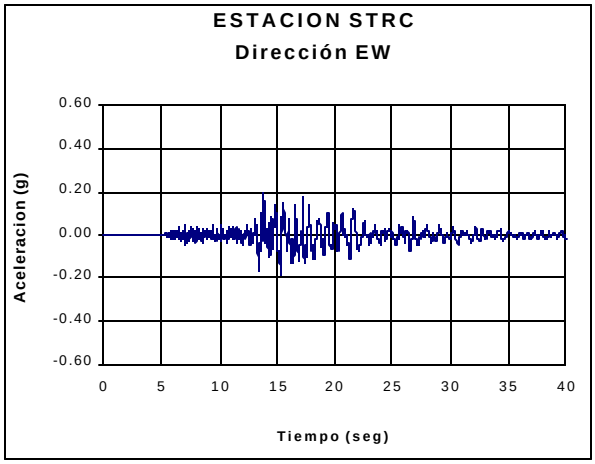


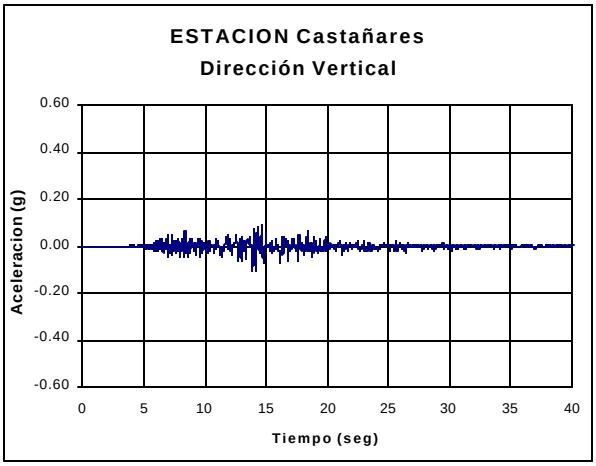


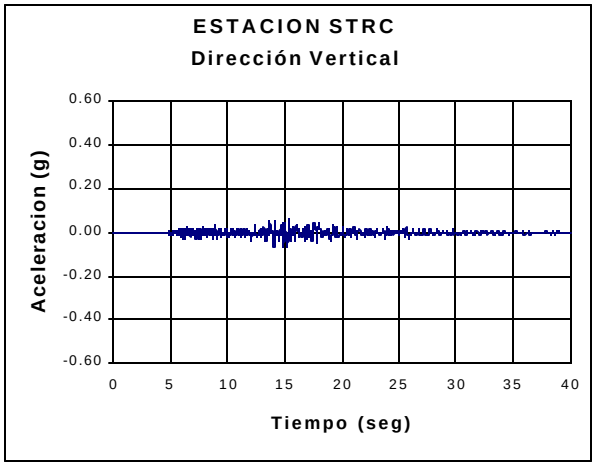


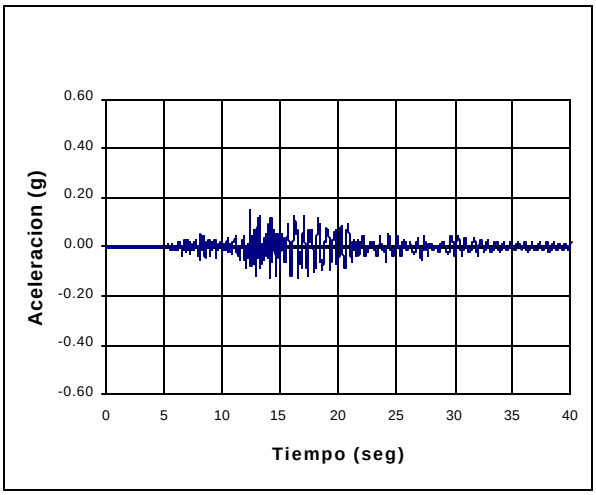
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Registros del Sismo de Armenia 25 de Enero de 1999	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 3.18	**Fecha:** Agosto de 2002

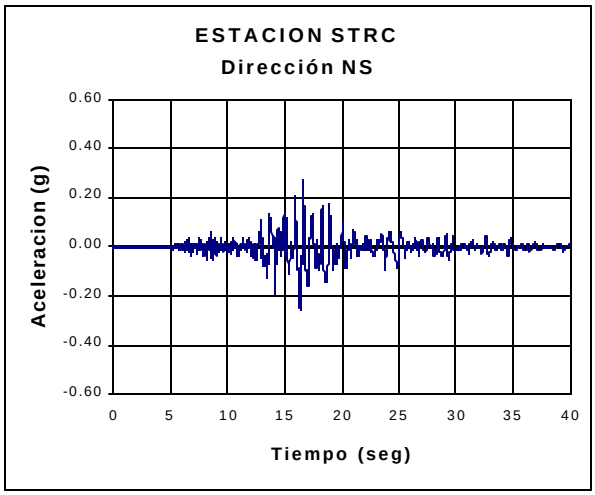




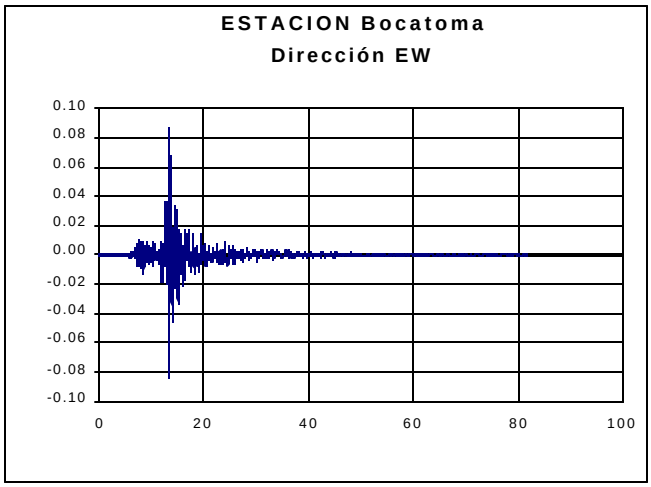


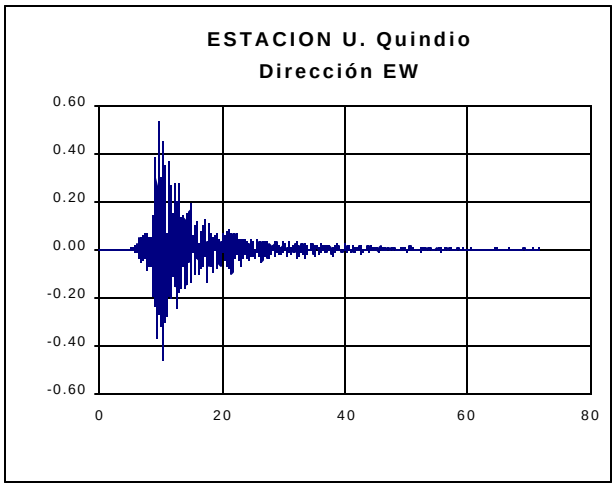


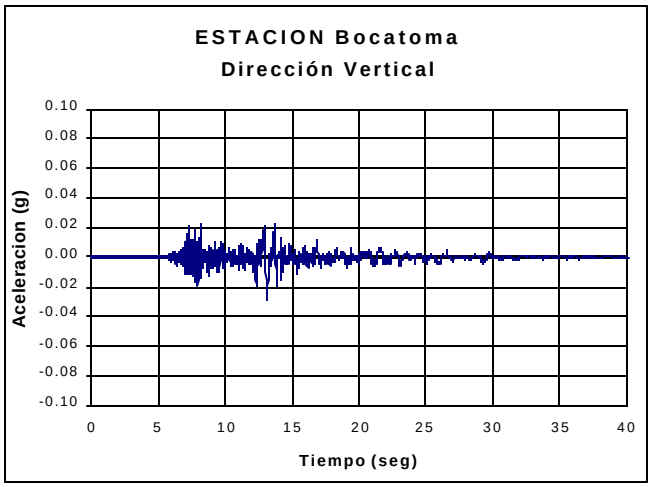


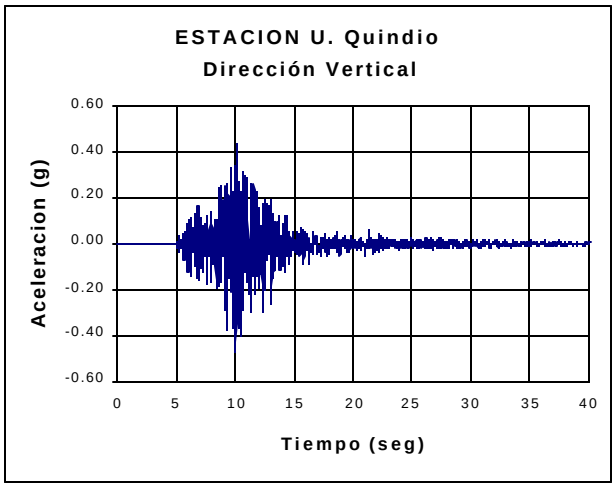


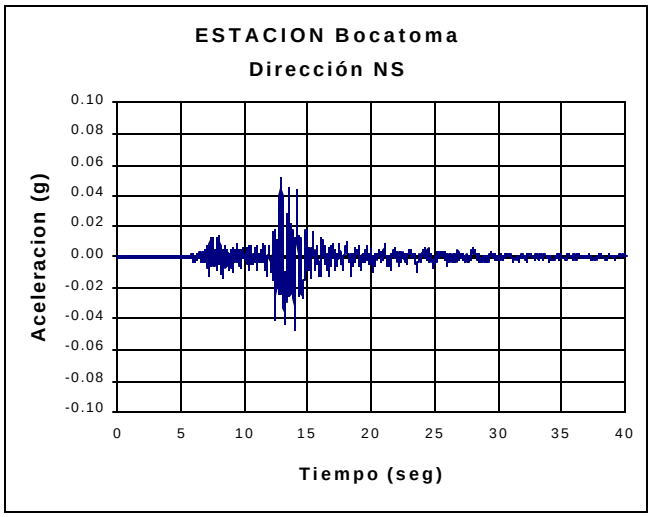
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Registros del Sismo de Armenia 25 de Enero de 1999		Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 3.19	**Fecha:** Agosto de 2002	

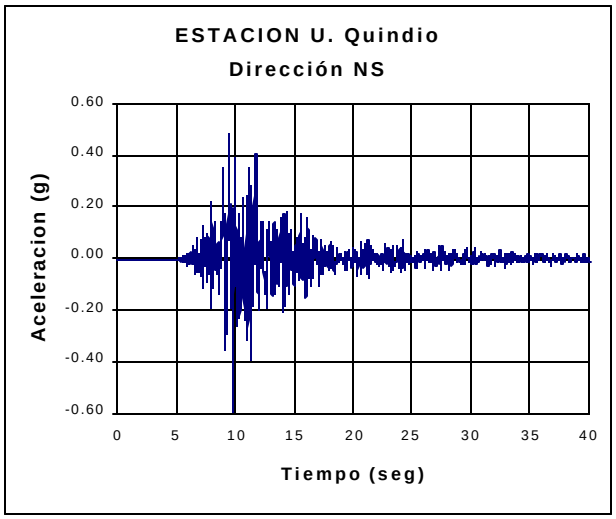












CIMOC

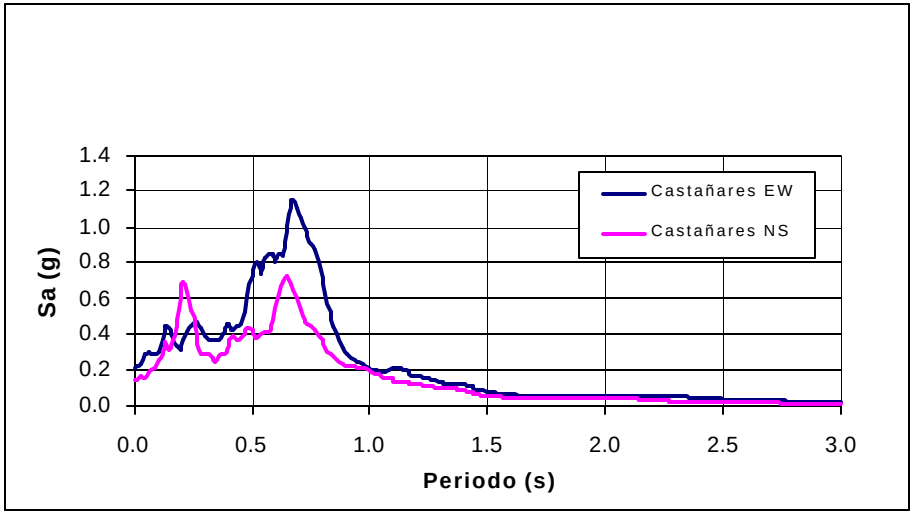
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

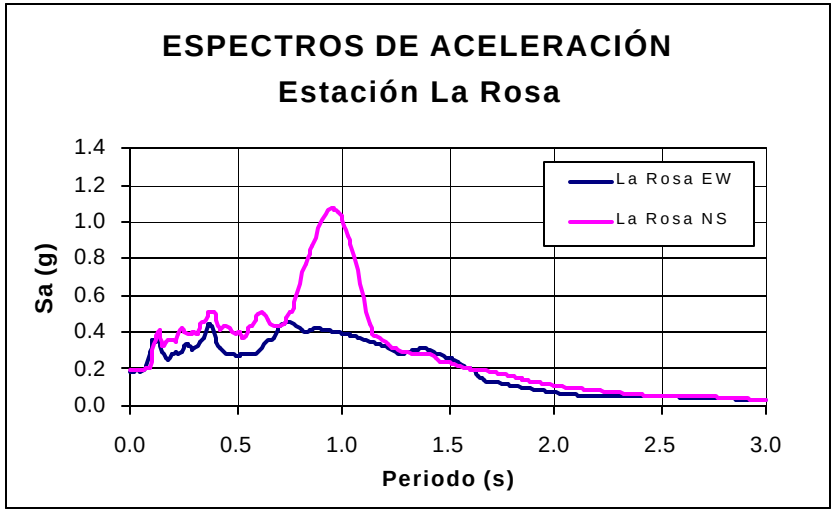
Registros del Sismo de Armenia
25 de Enero de 1999

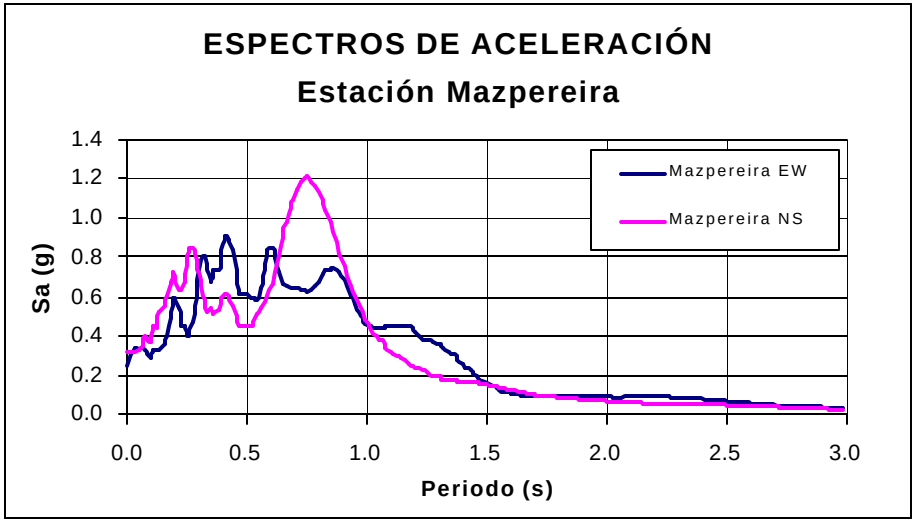
Figura: 3.20

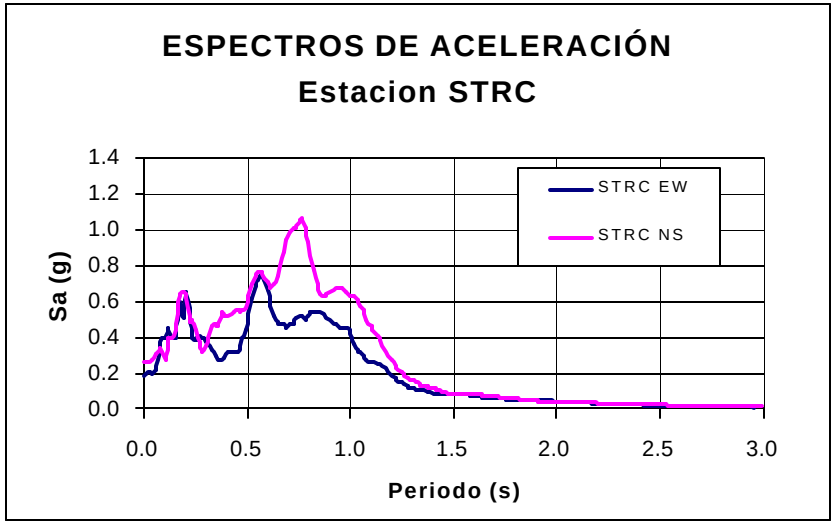
Fecha:
Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

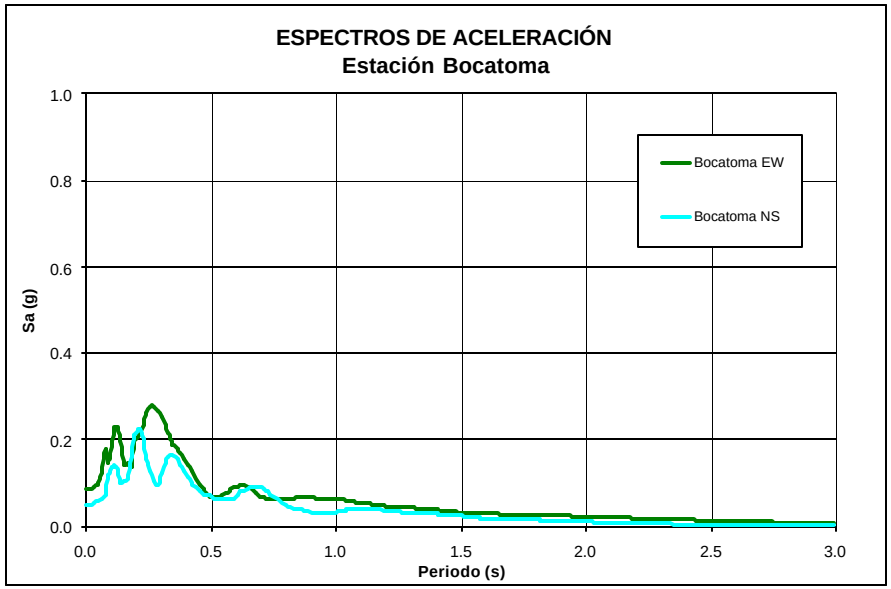
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Espectro de respuesta Sismo de Armenia 25 de Enero de 1999 (β= 5%)

Figura: 3.21

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

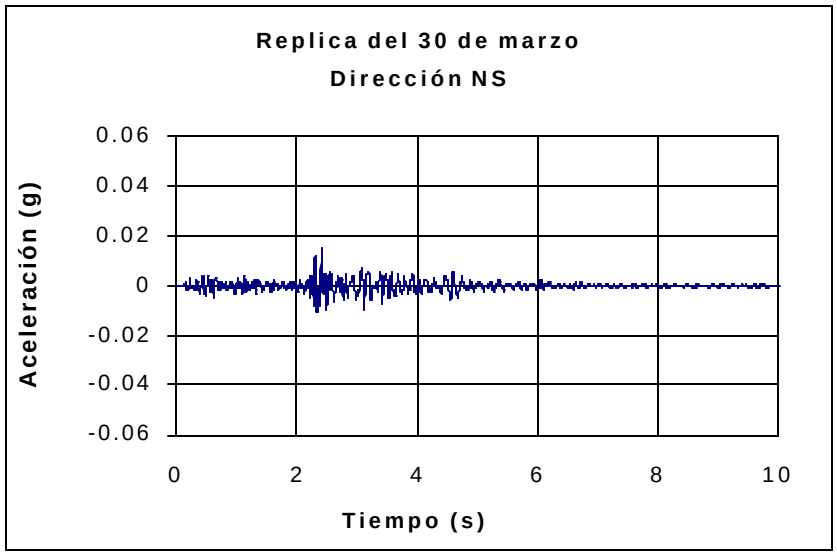
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

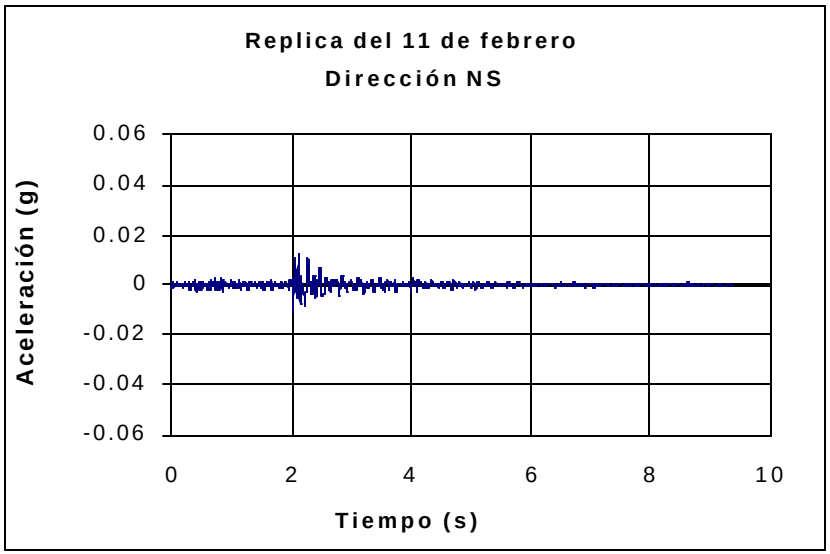
Espectro de respuesta Sismo de Armenia 25 de Enero de 1999 (β= 5%)

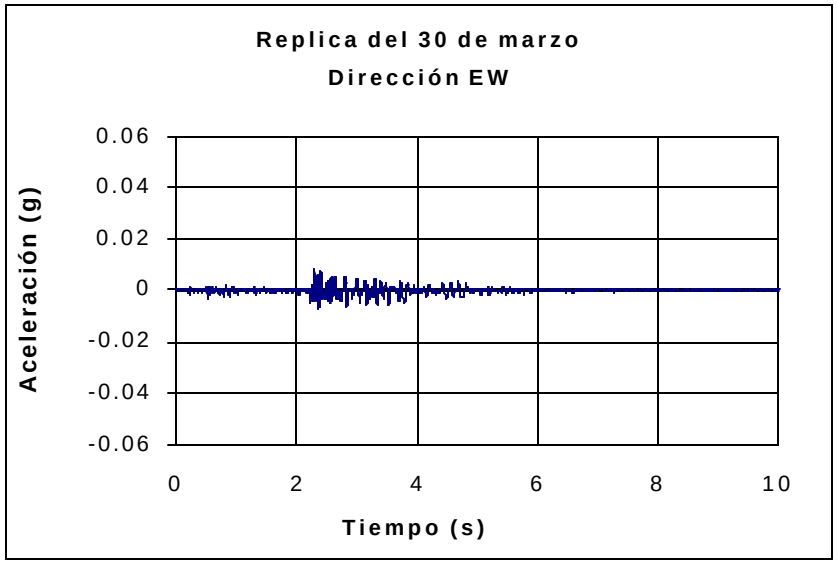
Figura: 3.22

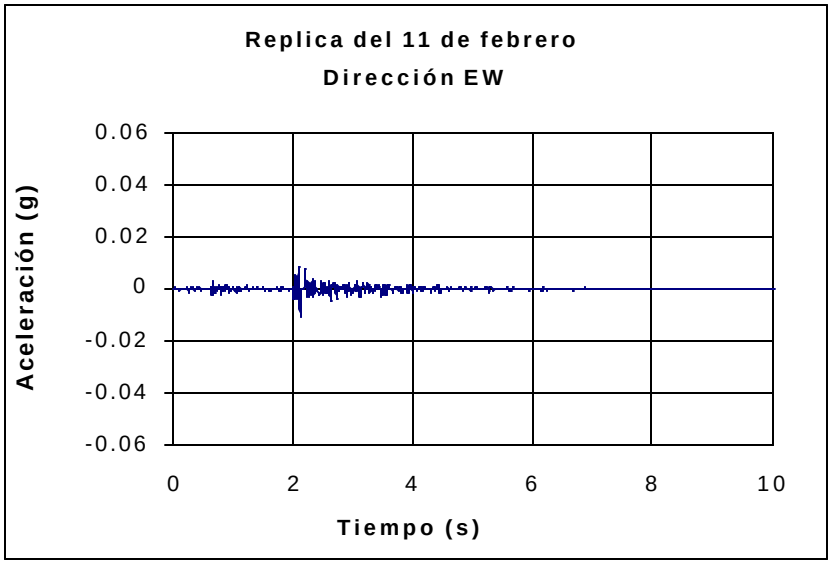
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

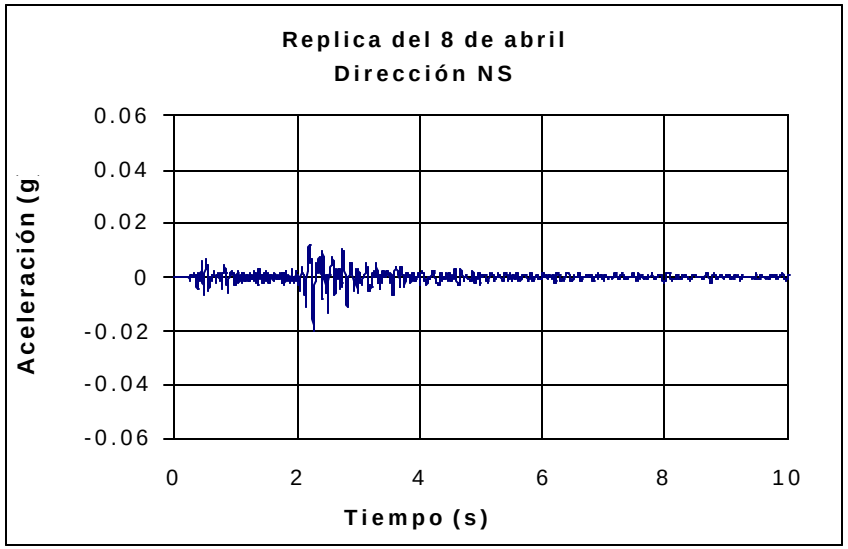
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

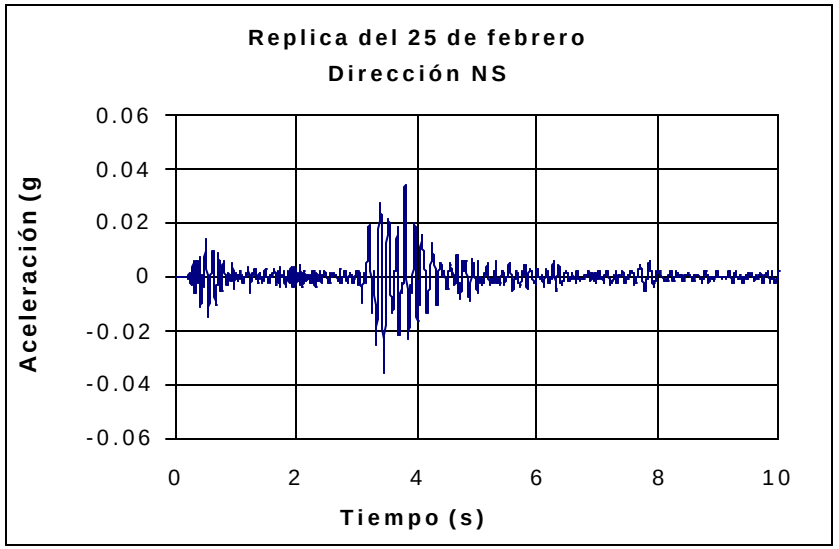
Registros horizontales Réplicas Sismo del 2 5 de Enero de 1999 Estación Calarcá

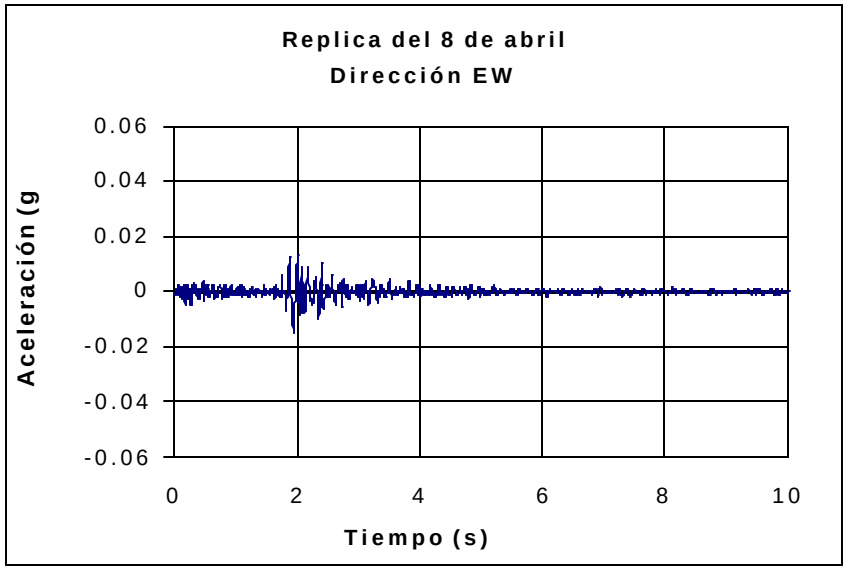
Figura: 3.23

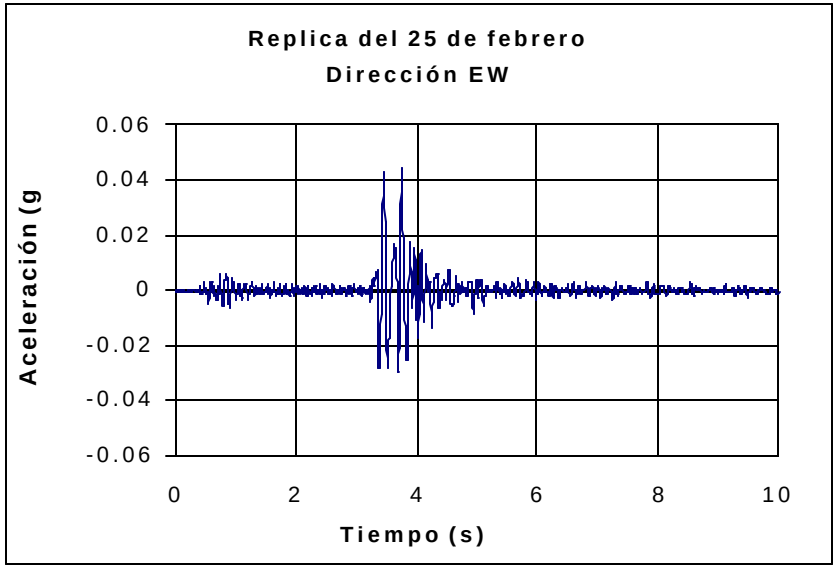
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

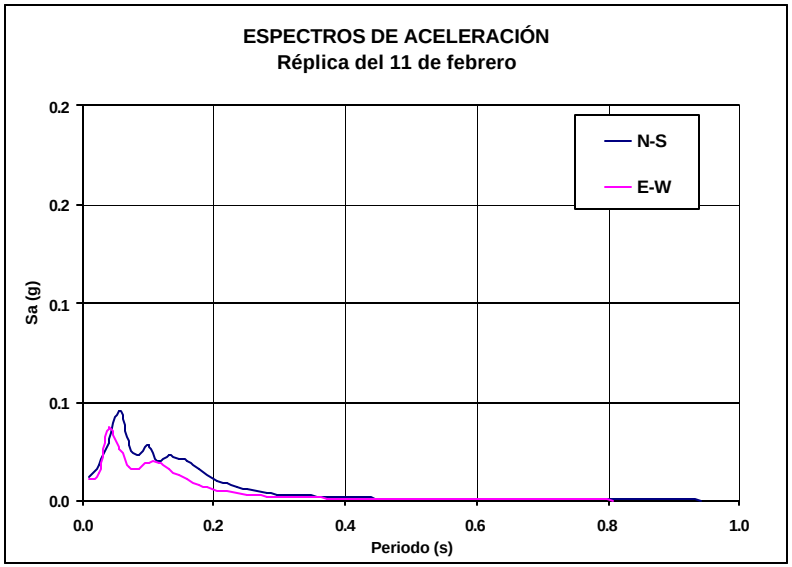
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

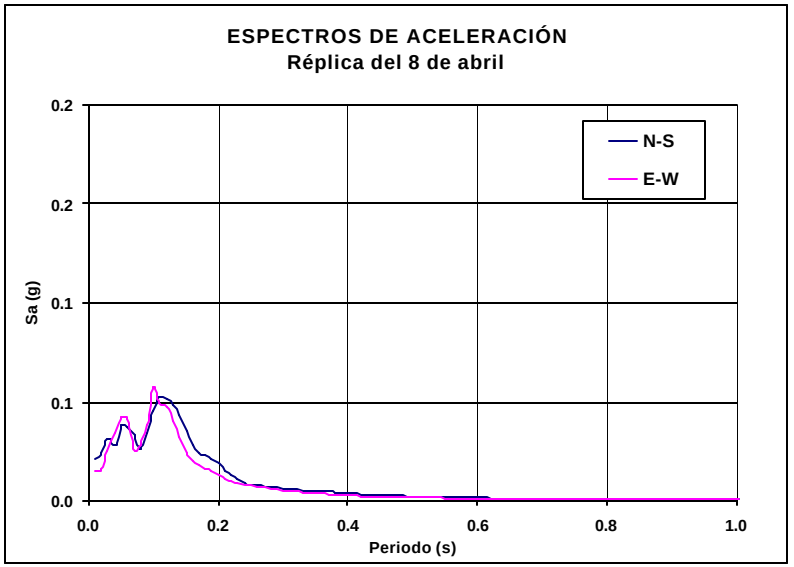
Registros horizontales Réplicas Sismo del 25 de Enero de 1999 Estación Calarcá

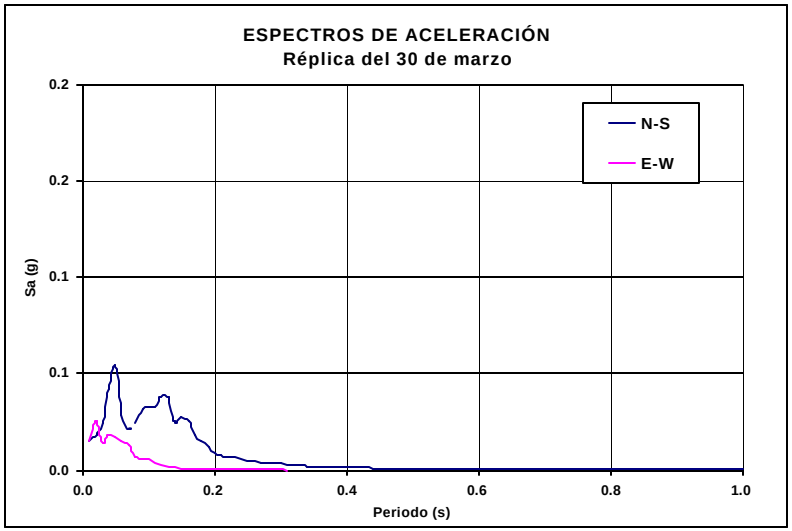
Figura: 3.24

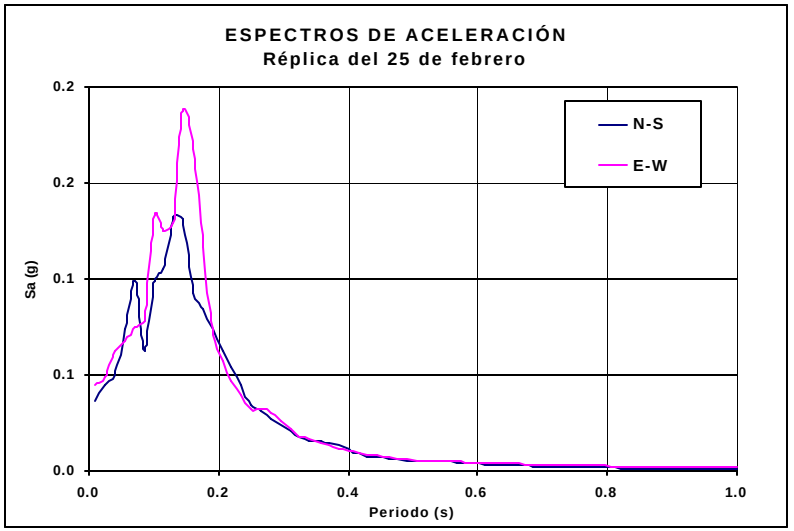
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

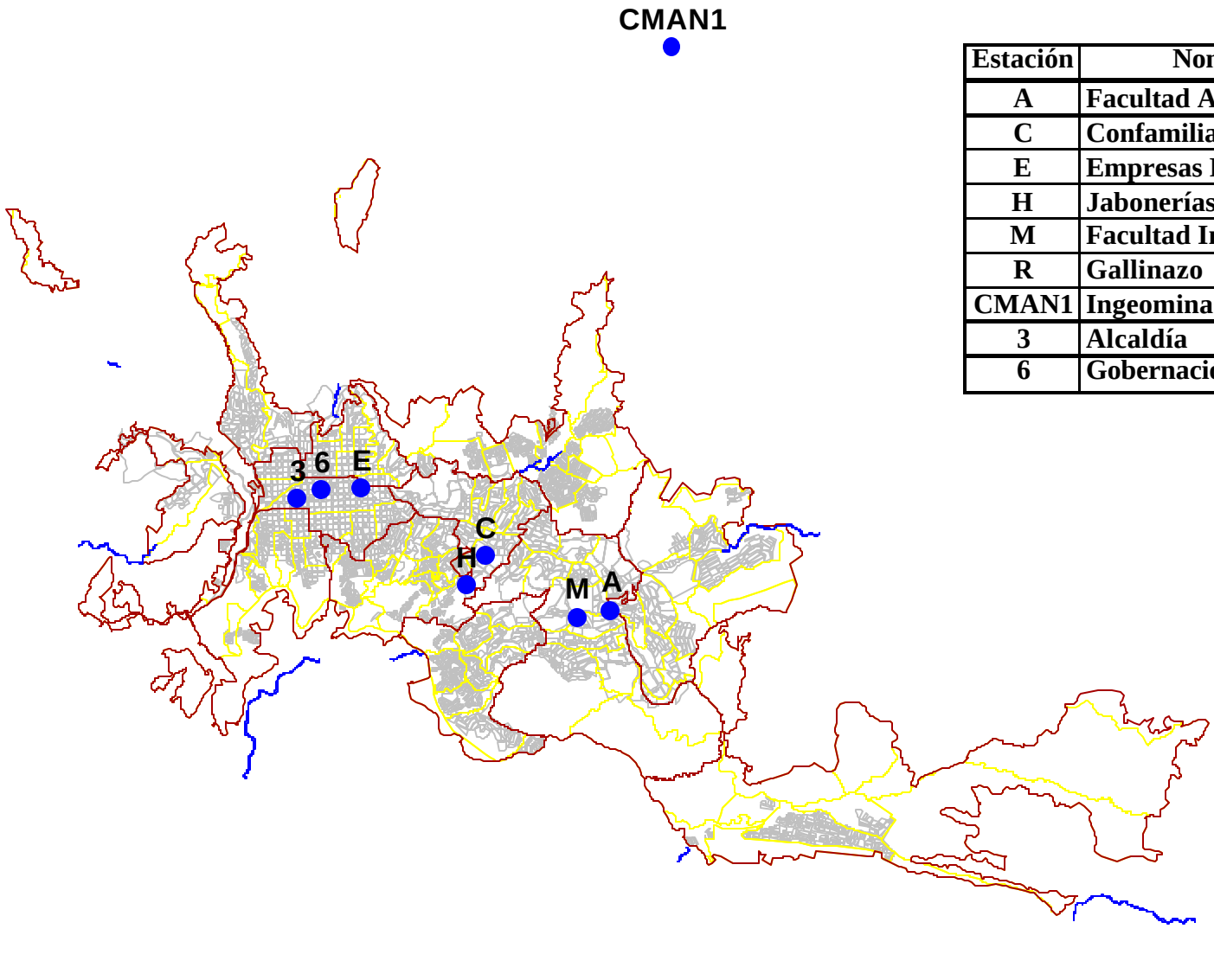
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Espectro de Respuesta Réplicas Sismo de Armenia
Estación Calarcá 25 de Enero de 1999 (β=5%)

Figura: 3.25

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



Estación	Nombre
A	Facultad Arquitectura
C	Confamiliares
E	Empresas Públicas
H	Jabonerías Hada
M	Facultad Ingeniería
R	Gallinazo
CMAN1	Ingeominas
3	Alcaldía
6	Gobernación

CIMOC

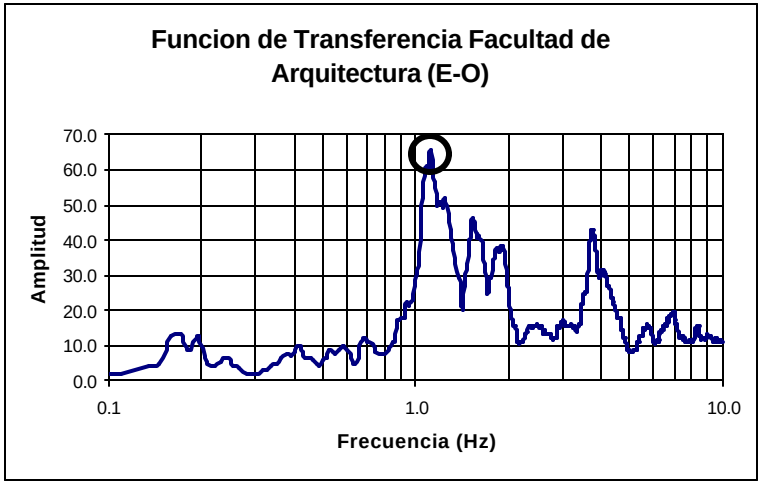
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Estaciones Acelerográficas en la ciudad de Manizales

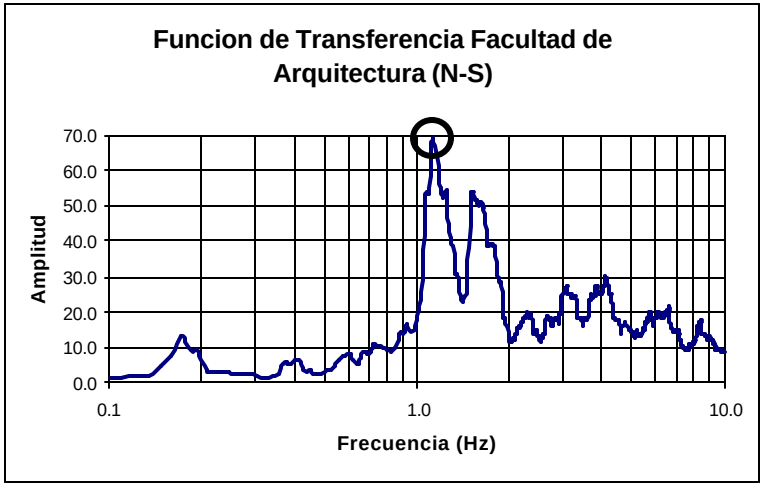
Figura: 3.26

Fecha: Agosto de 2002

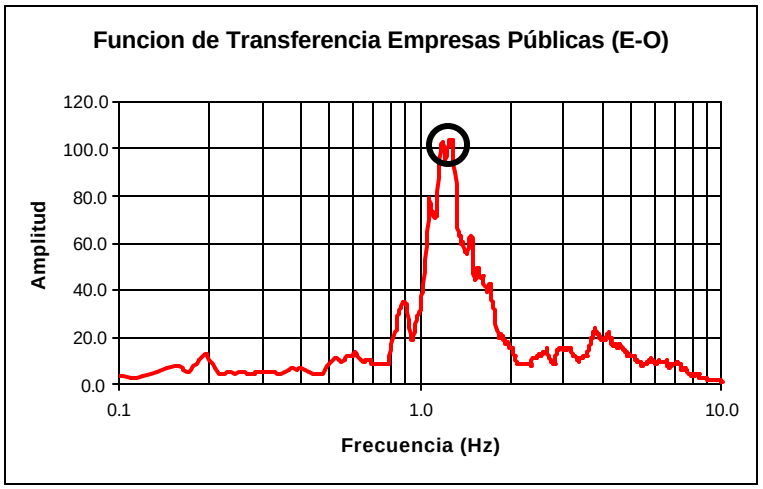
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



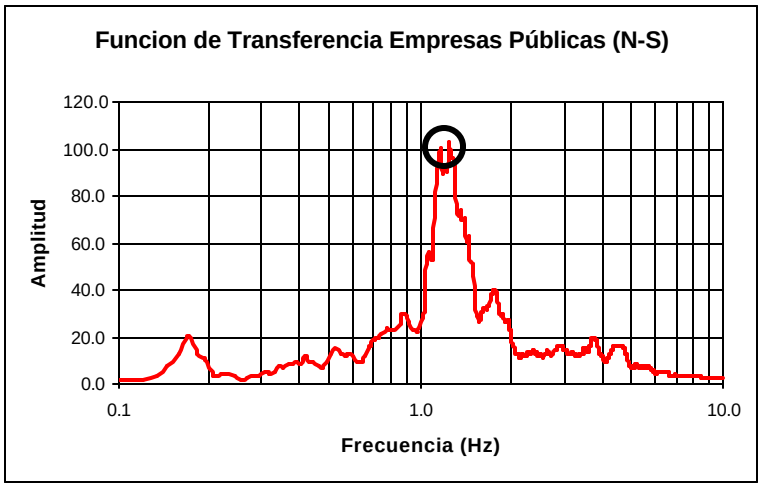
T dominante: 0.89 s.



T dominante: 0.87 s.



T dominante: 0.78 s.



T dominante: 0.79 s.

CIMOC

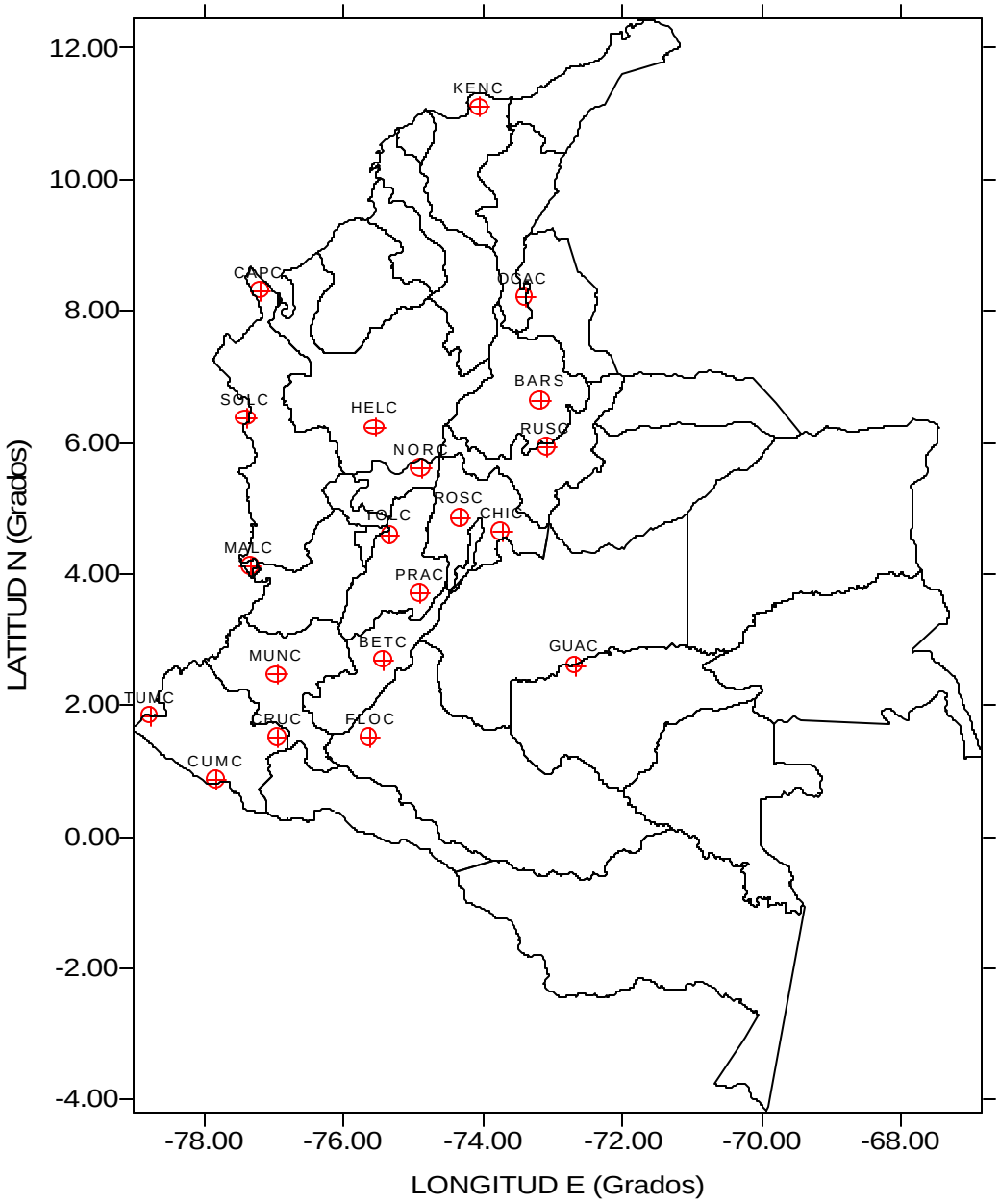
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Funciones de Transferencia Empíricas Sismo Agosto 19 de 1995

Figura: 3.27

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



Código	Nombre	Depto	Latitud (grados N)	Longitud (grados E)	Código	Nombre	Depto	Latitud (grados N)	Longitud (grados E)
ROSC	El Rosal	Cundinamarca	4.86	-74.33	NORC	Norcasia	Caldas	5.6	-74.89
CHIC	Chingaza	Cundinamarca	4.63	-73.73	BETC	Betania	Huila	2.68	-75.44
BARS	Barichara	Santander	6.64	-73.18	MUNC	Munchique	Cauca	2.47	-76.96
RUSC	La Rusia	Boyacá	5.93	-73.08	SOLC	Bahía Solano	Chocó	6.37	-77.4
PRAC	Prado	Tolima	3.7	-74.9	MALC	Bahía Málaga	Valle	4.1	-77.35
TOLC	Nev. Tolima	Tolima	4.59	-75.34	KENC	Cerro Kennedy	Magdalena	11.11	-74.05
CUMC	Cumbal	Nariño	0.86	-77.84	CAPC	Capurganá	Chocó	8.3	-77.2
CRUC	La Cruz	Nariño	1.5	-76.95	OCAC	Ocaña	N. Santander	8.2	-73.4
FLOC	Florencia	Caquetá	1.51	-75.63	GUAC	Sn José Guaviare	Guaviare	2.6	-72.68
HELC	Santa Helena	Antioquia	6.23	-75.55	TUMC	Tumaco	Nariño	1.83	-78.77

CIMOC

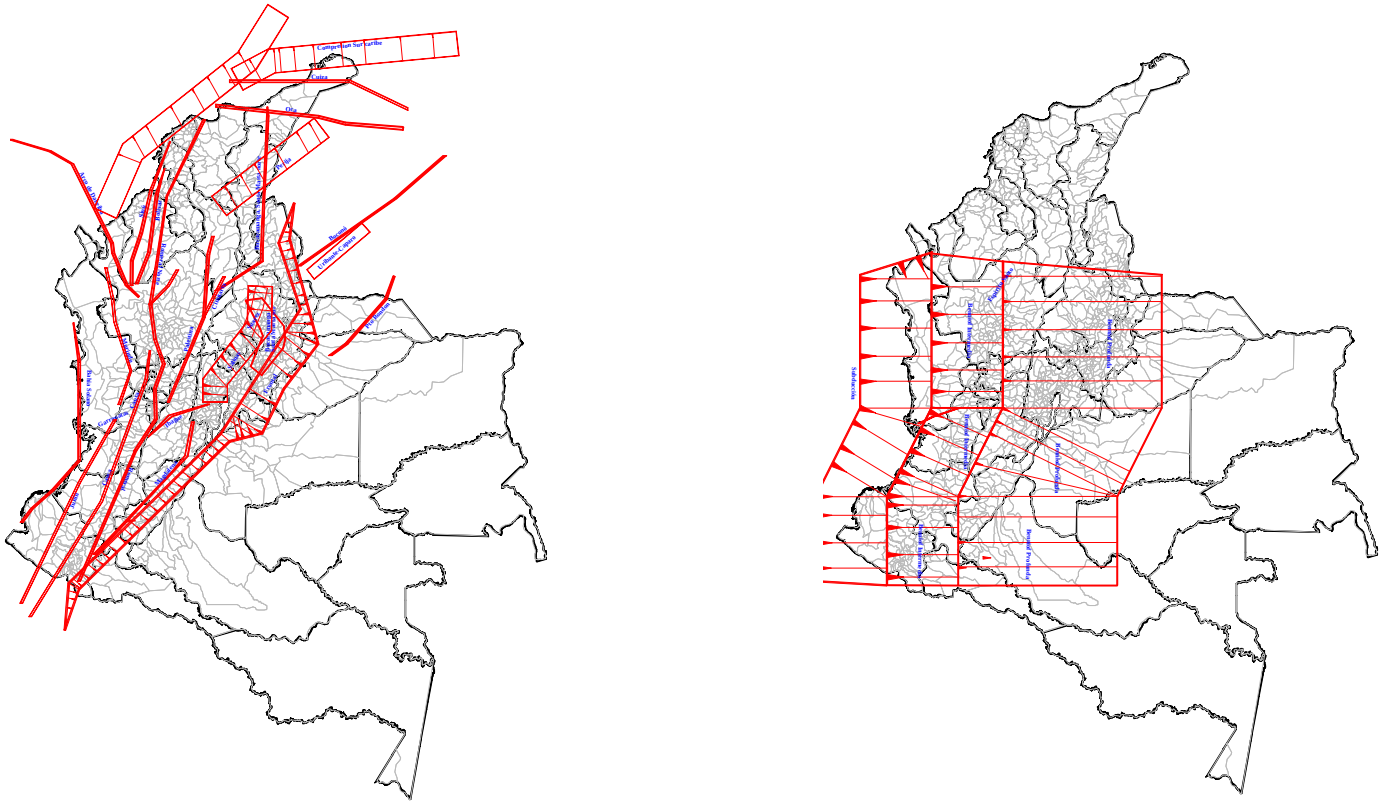
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Ubicación de las estaciones Sismológicas activas - RSNC

Figura: 4.1

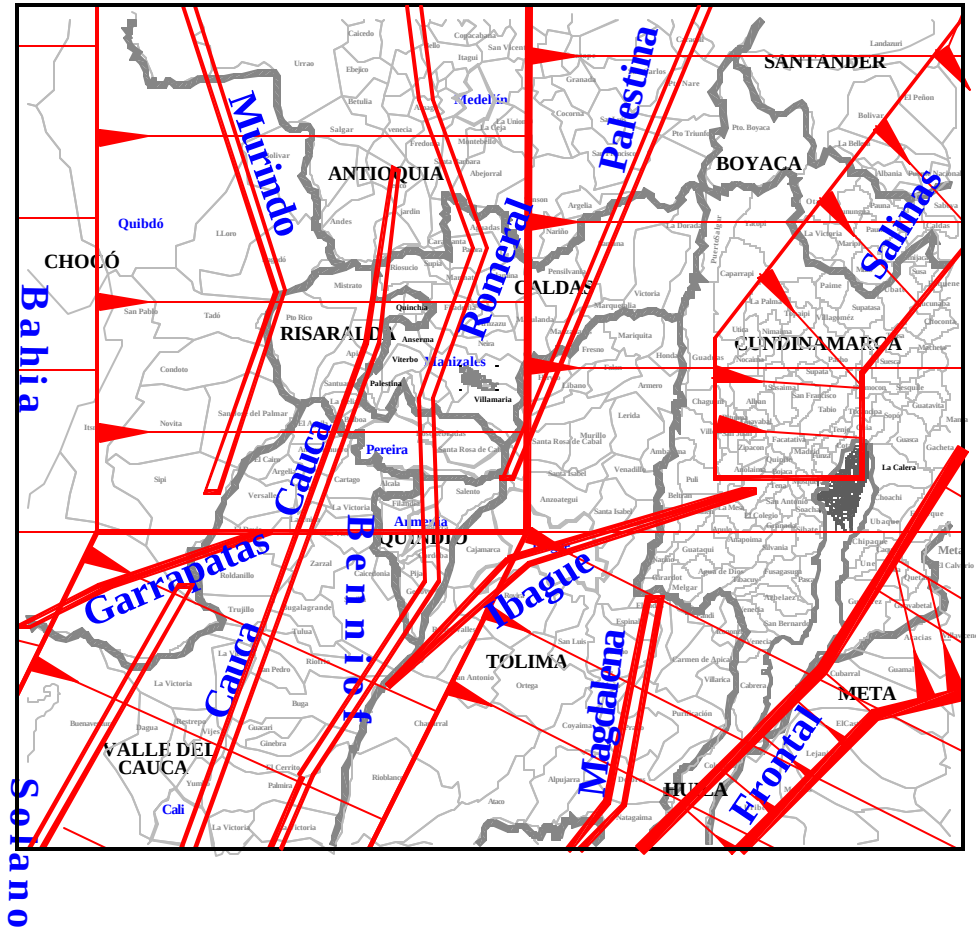
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

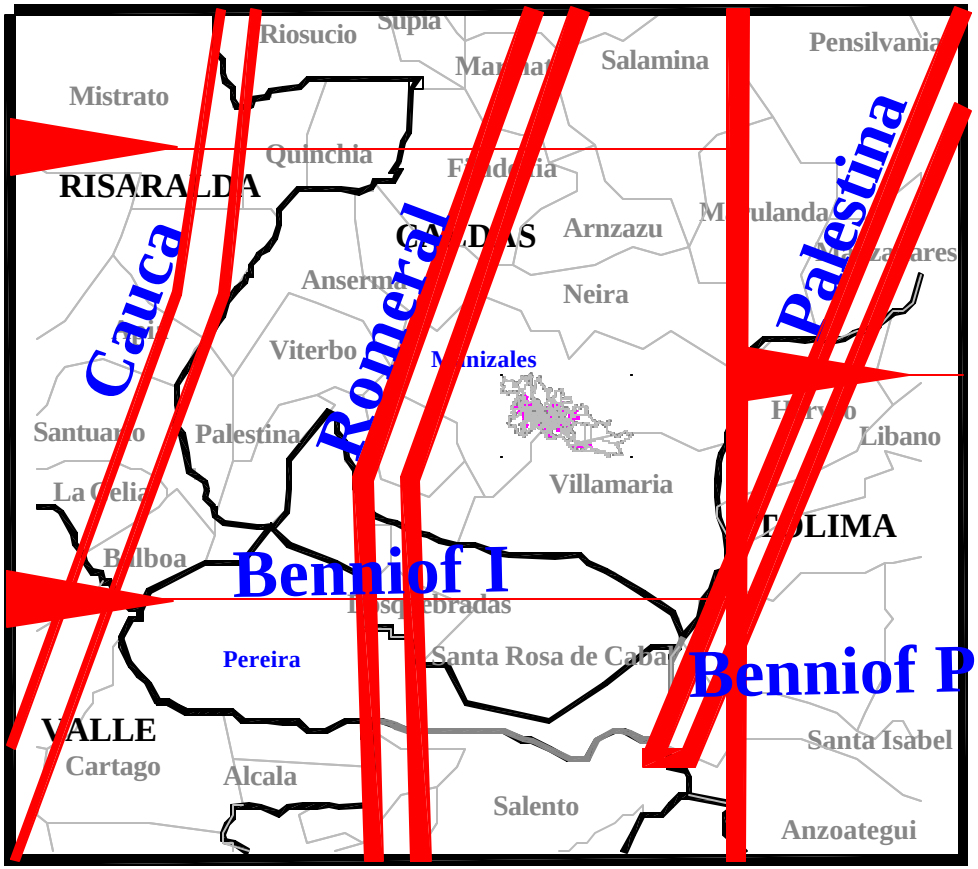


Izquierda: Distribución de las fuentes continentales que generan amenaza en el territorio colombiano;
Derecha: Distribución de zonas de subducción y de Bennioff en el territorio que generan amenaza significativa

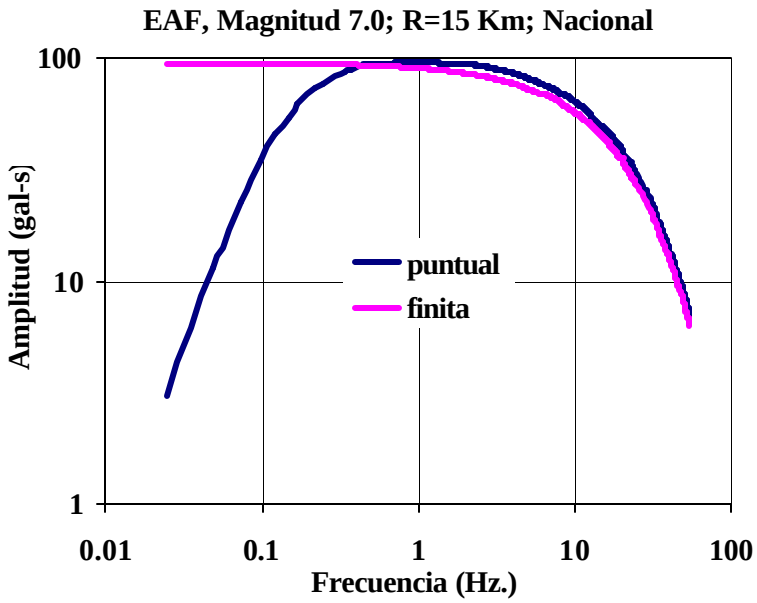
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Ubicación de las diferentes Fuentes Sismogénicas en la Región Andina.	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.2	**Fecha:** Agosto de 2002

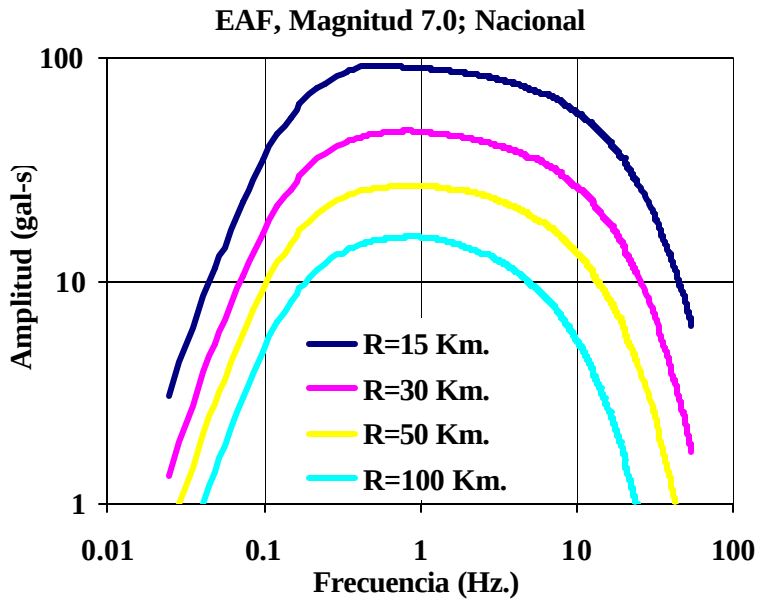


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Distribución de las fuentes que pueden generar sismos en la zona Andina colombiana	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.3	**Fecha:** Agosto de 2002



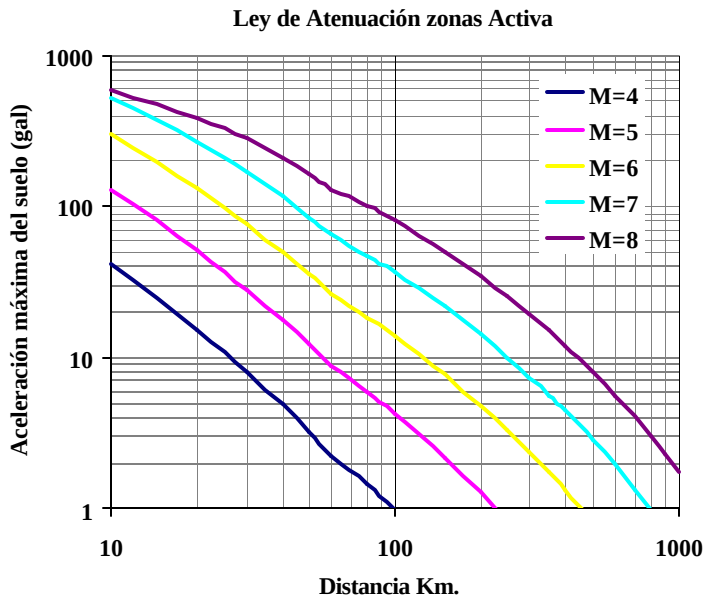
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Distribución de los trazos de las fuentes que pueden generar sismos en la zona Andina.		Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.4	**Fecha:** Agosto de 2002	

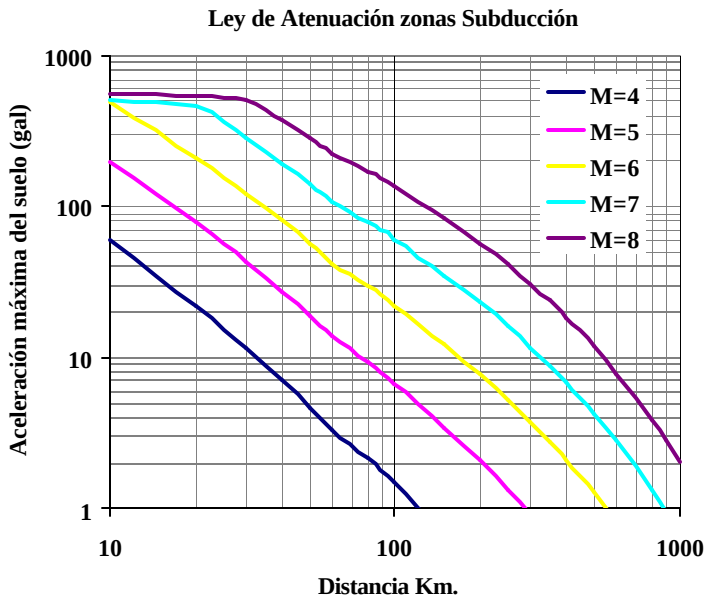




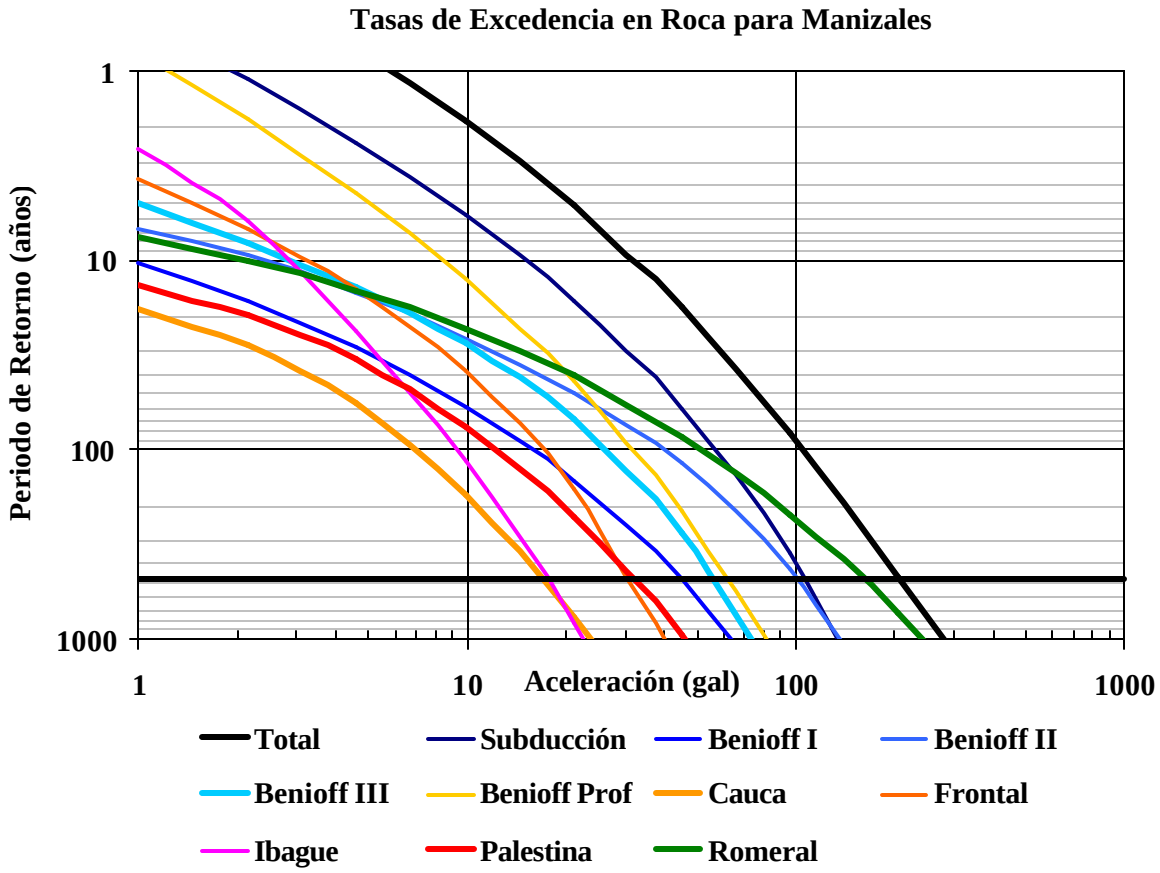
Izquierda: Modelos de fuente puntual y fuente finita para una combinación de magnitud y distancia**.**
Derecha: Leyes de atenuación para diferentes distancias en una misma magnitud.

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de fuente finita y fuente puntual para cada combinación de magnitud y distancia	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.5	**Fecha:** Agosto de 2002



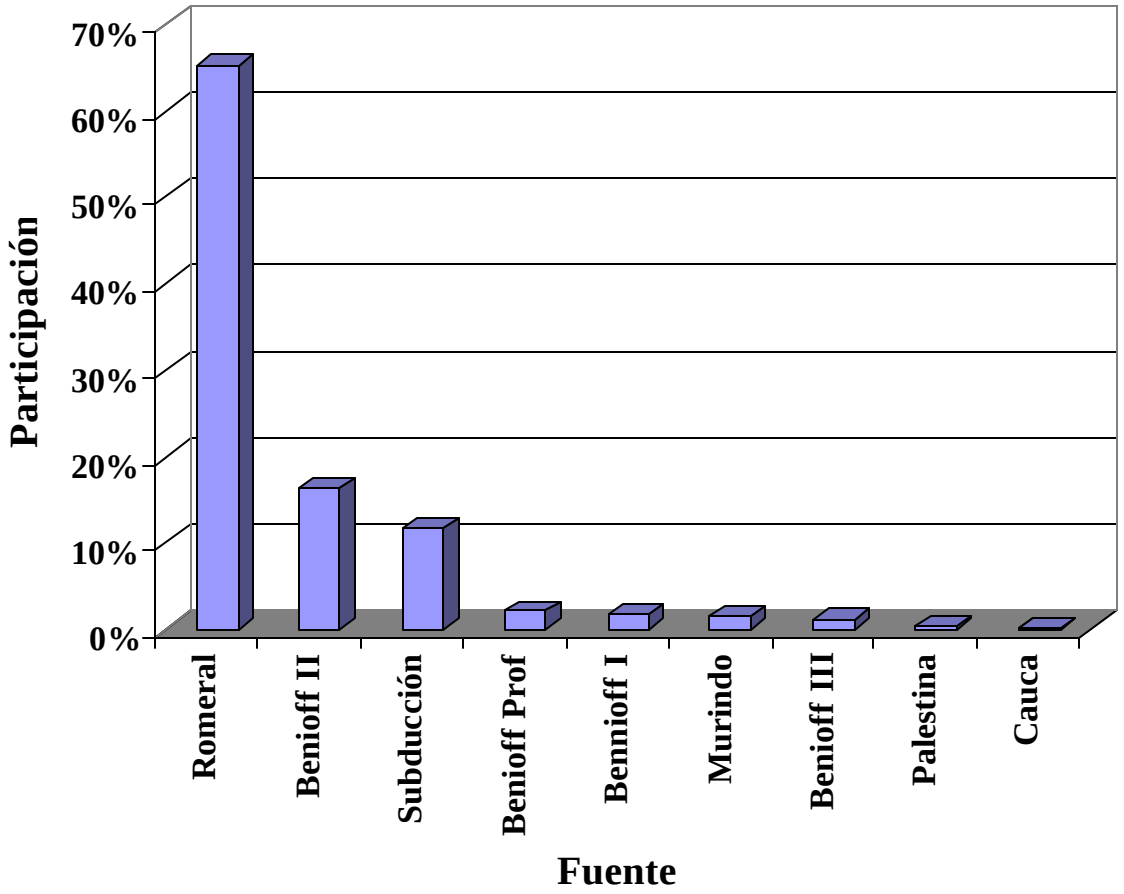


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Leyes de atenuación de A_{max} para las tipos de fuentes del territorio Colombiano	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.6	**Fecha:** Agosto de 2002

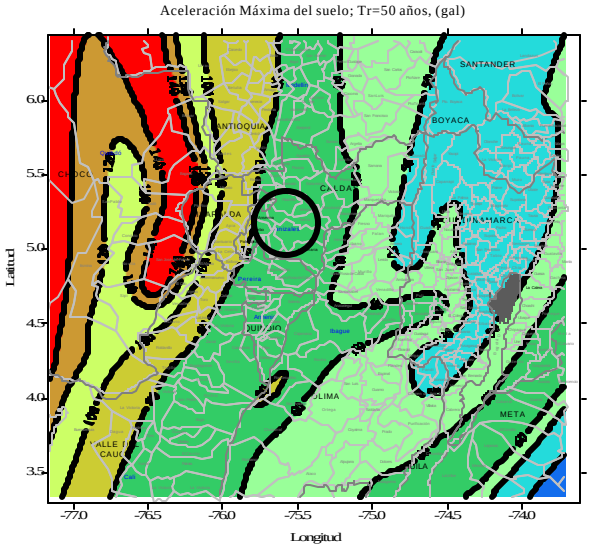


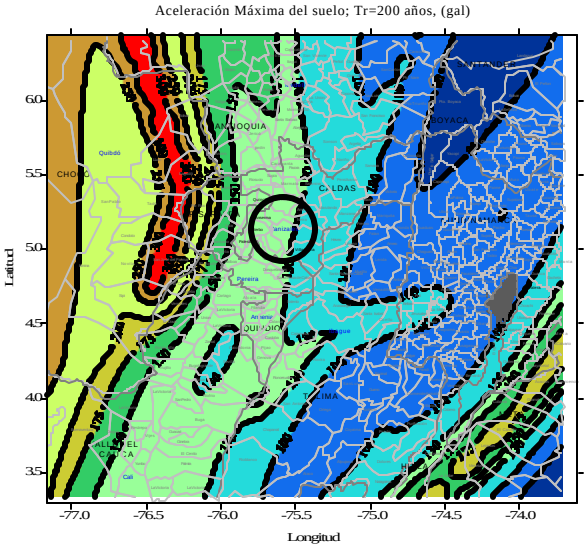
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	**T**asas de excedencia por fuente y total para el caso de A_{max} en Manizales.	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.7	**Fecha:** Agosto de 2002

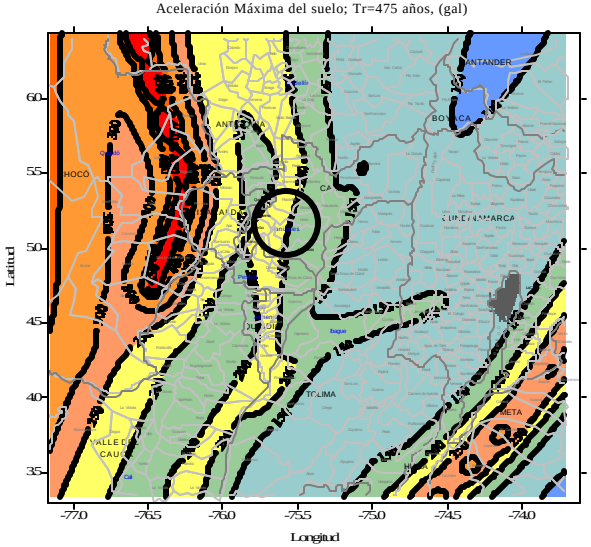
Participación de las Fuentes para un Tr = 475 años

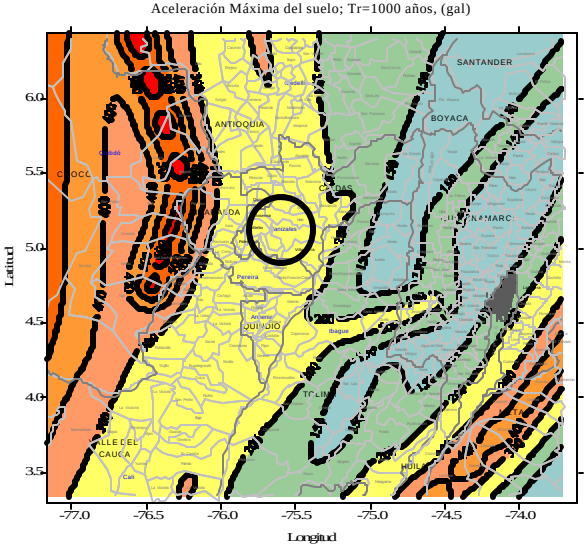


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Participación de las fuentes más relevantes en la amenaza de Manizales en términos de la aceleración máxima del suelo.	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.8	**Fecha:** Agosto de 2002









CIMOC

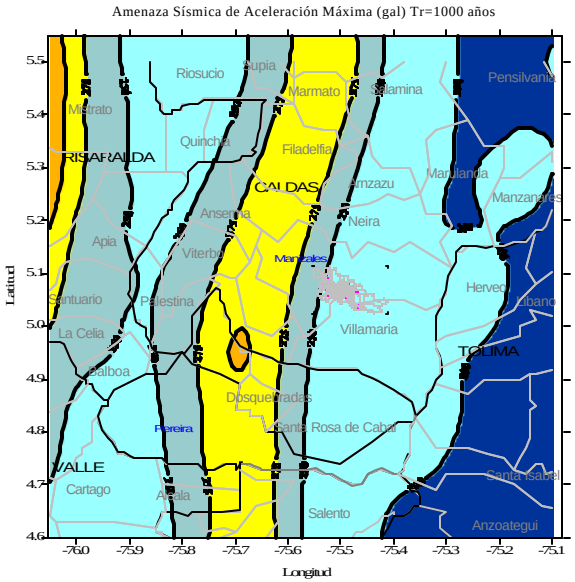
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

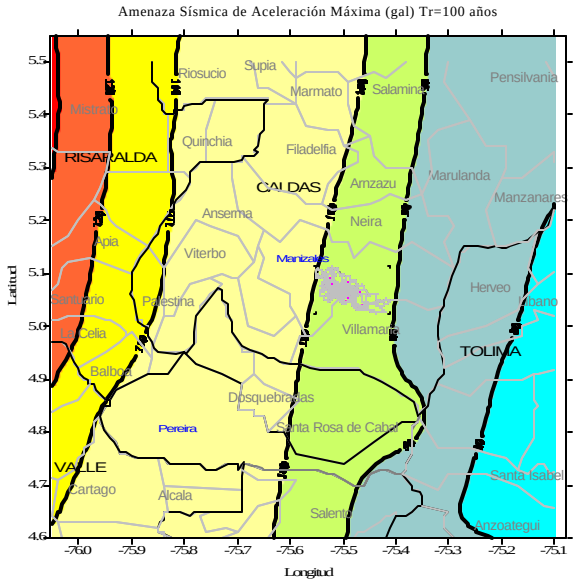
Distribución Regional de la Aceleración máxima en Terreno firme para diferentes Períodos de Retorno

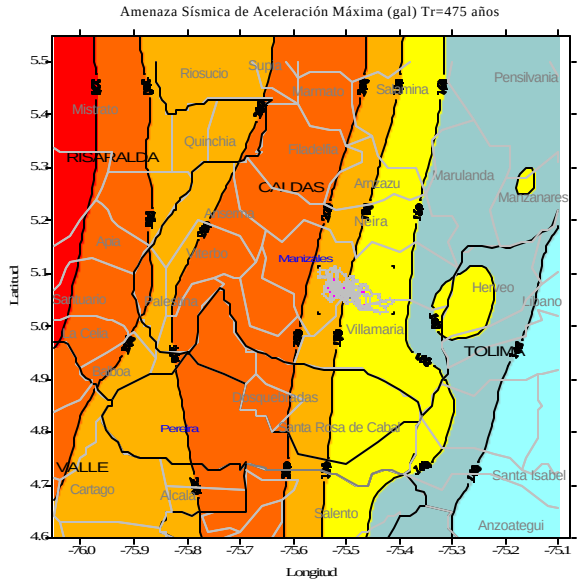
Figura: 4.9

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres







CIMOC

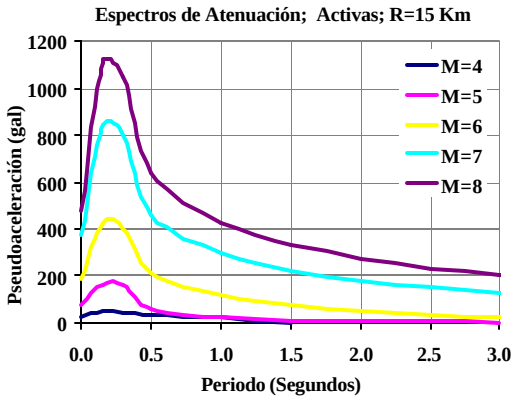
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

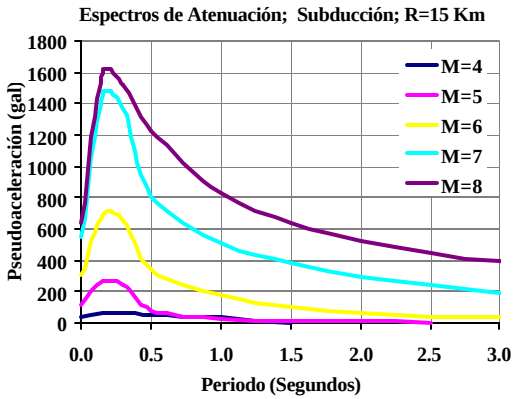
Distribución de la aceleración máxima en terreno firme en las cercanías de Manizales para diferentes períodos de retorno

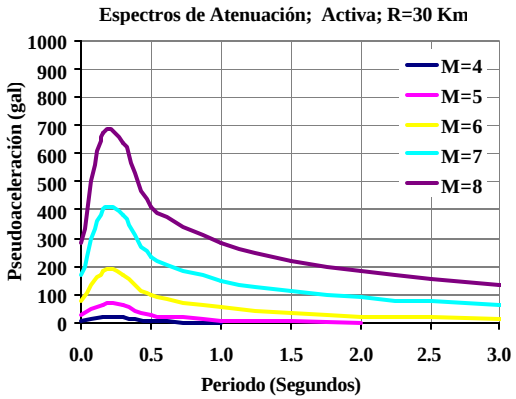
Figura: 4.10

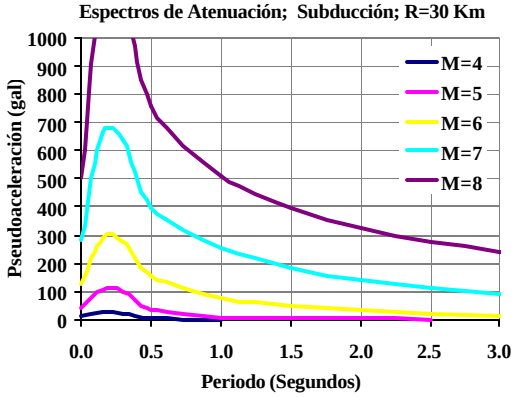
Fecha: Agosto de 2002

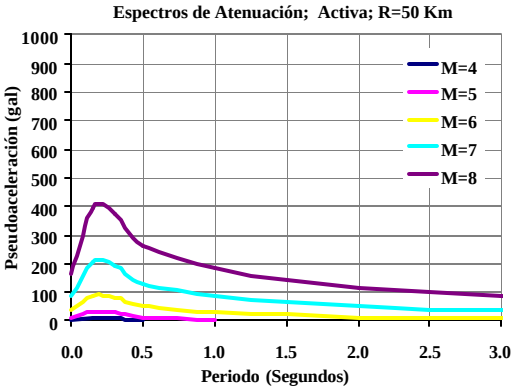
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

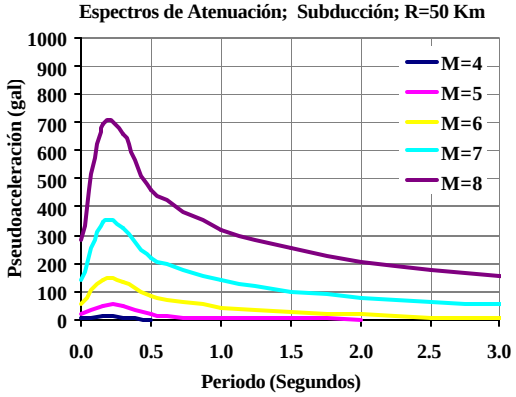












CIMOC

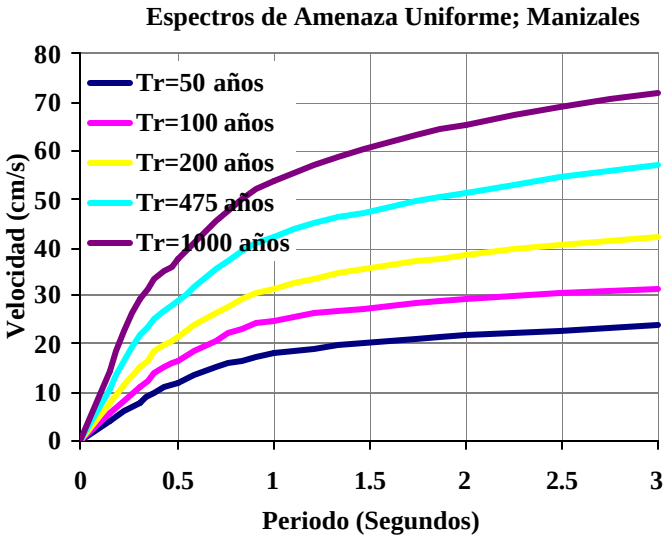
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

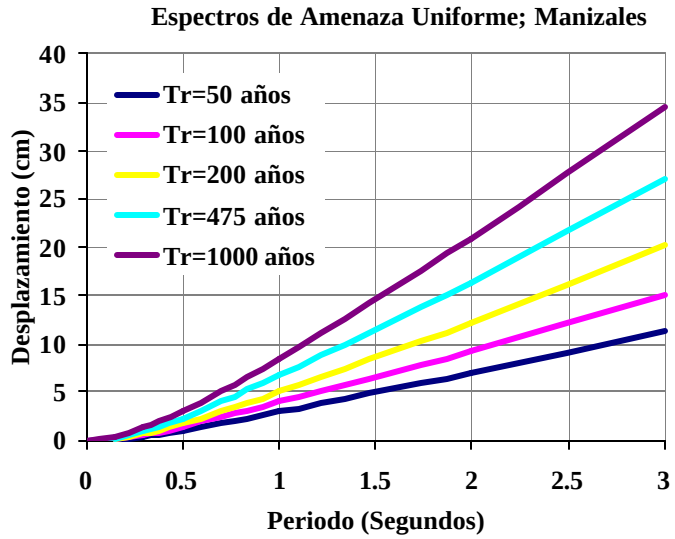
Leyes de atenuación de ordenadas espectrales para diferentes tipos de fuentes sismogénicas

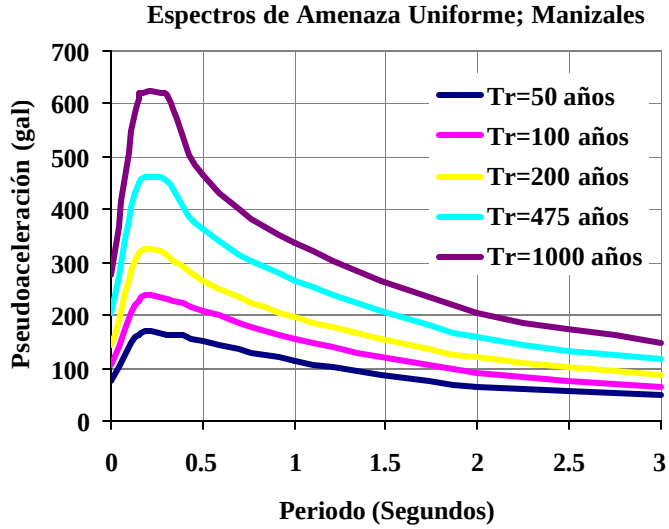
Figura: 4.11

Fecha: Agosto de 2002

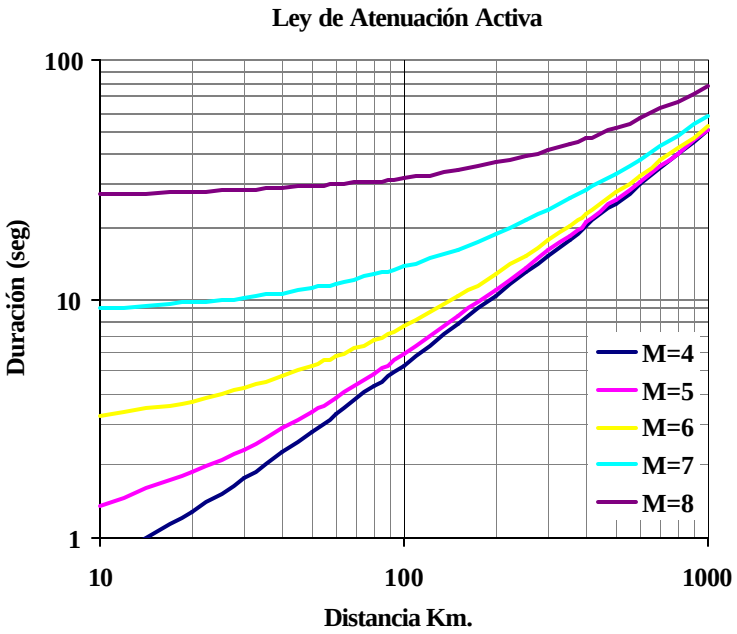
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

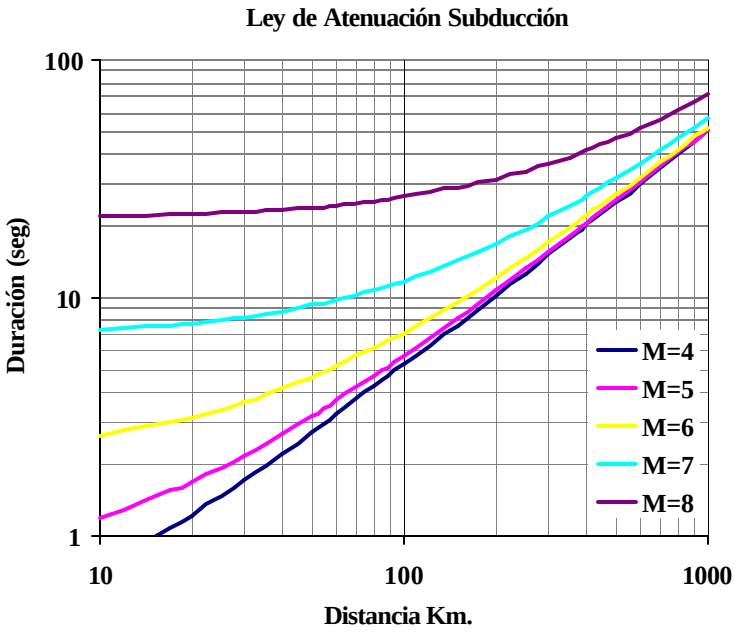






CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de amenaza uniforme para diferentes periodos de retorno y diferentes intensidades de interés en el diseño de edificaciones.	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.12	**Fecha:** Agosto de 2002





CIMOC

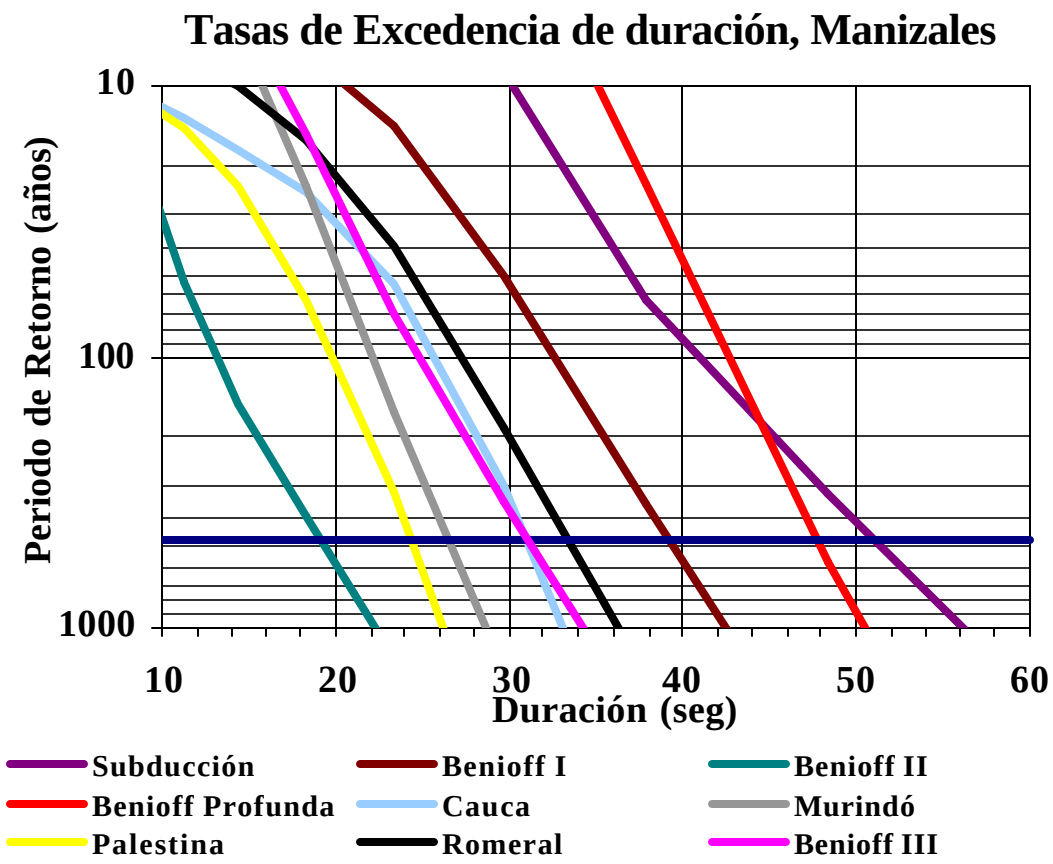
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Leyes de atenuación de duración de fase intensa de movimientos para fallas continentales activas y sistemas de subducción.

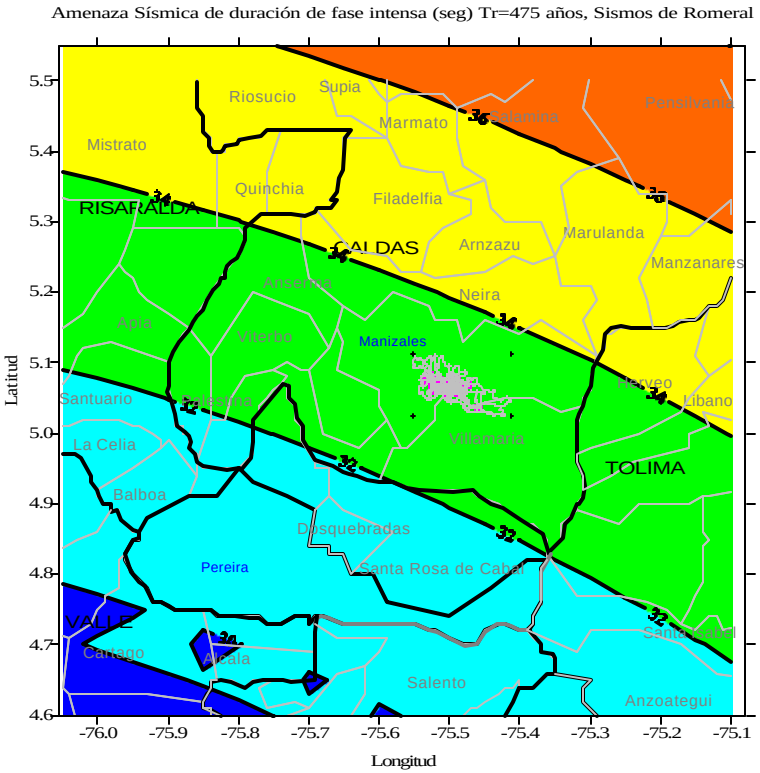
Figura: 4.13

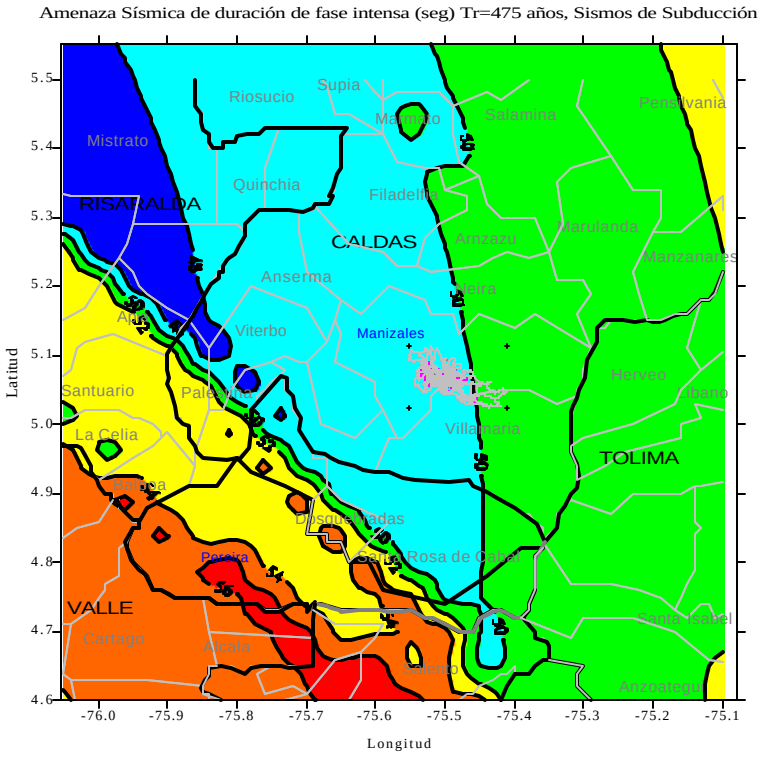
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Tasas de excedencia de duración de fase intensa para las diferentes fuentes	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.14	**Fecha:** Agosto de 2002





CIMOC

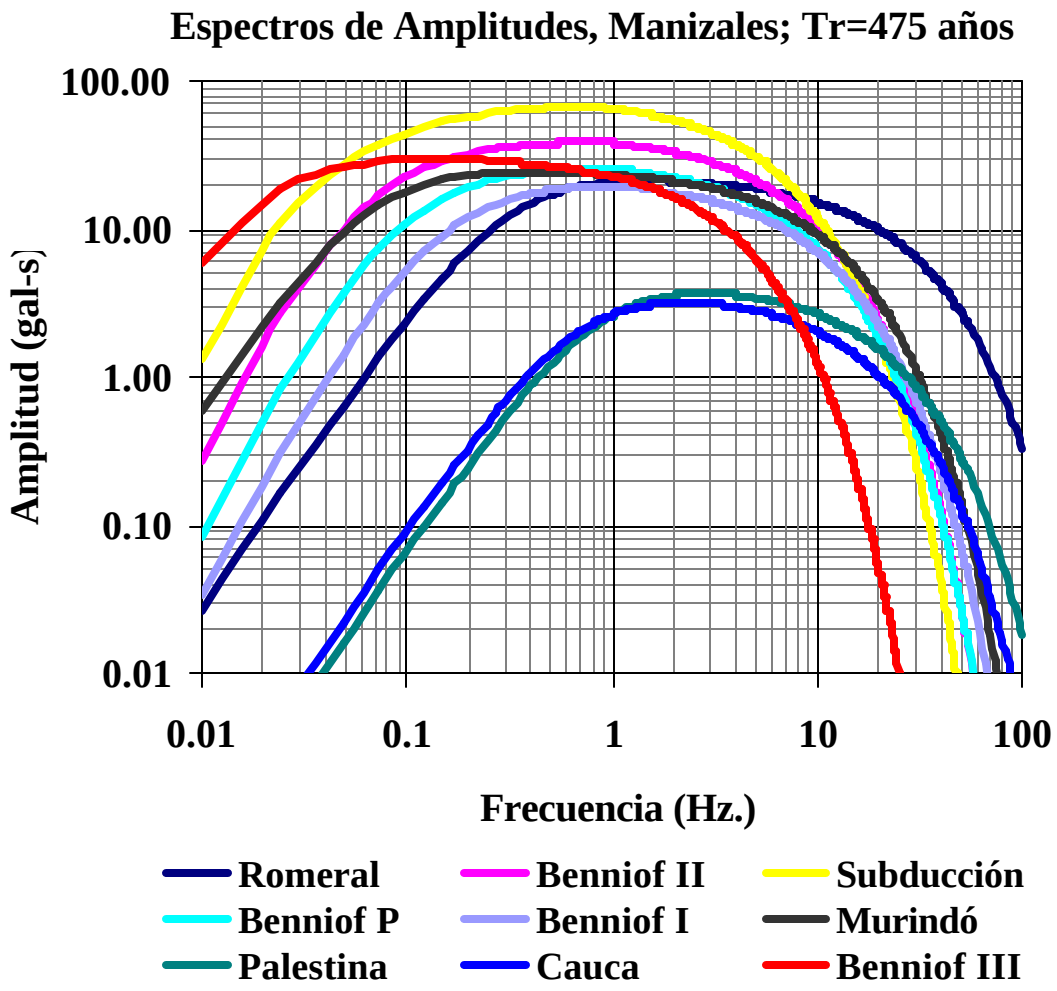
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Distribución regional de las tasas de excedencia de duración de fase intensa para un Tret de 475 años

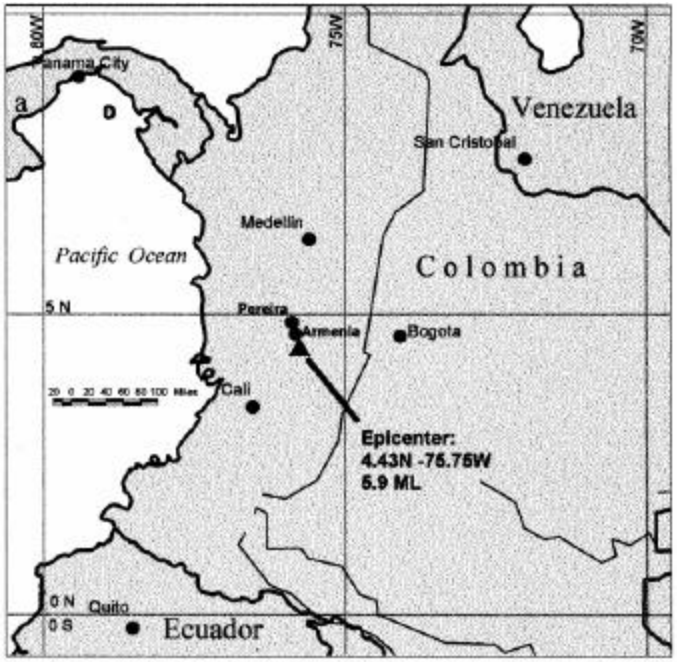
Figura: 4.15

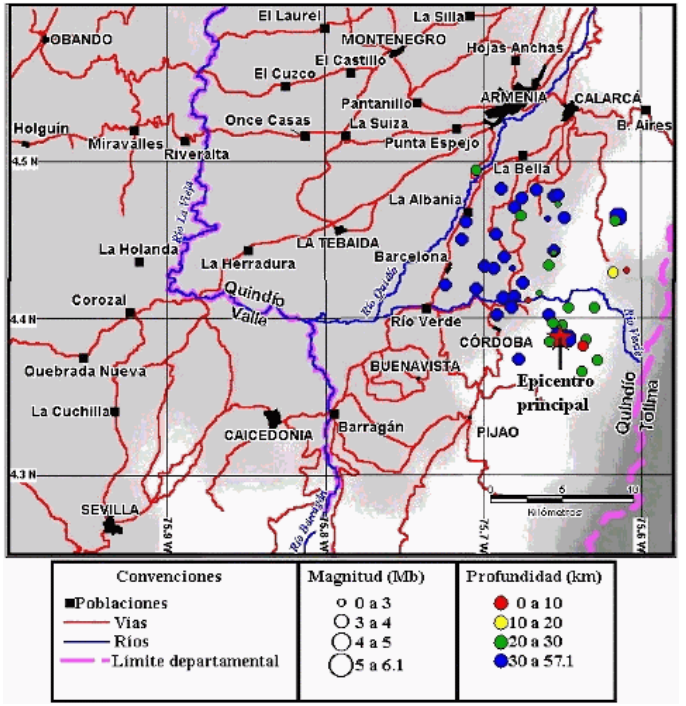
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de amplitudes de Fourier para cada fuente calculados para un periodo de retorno de 475 años	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.16	**Fecha:** Agosto de 2002

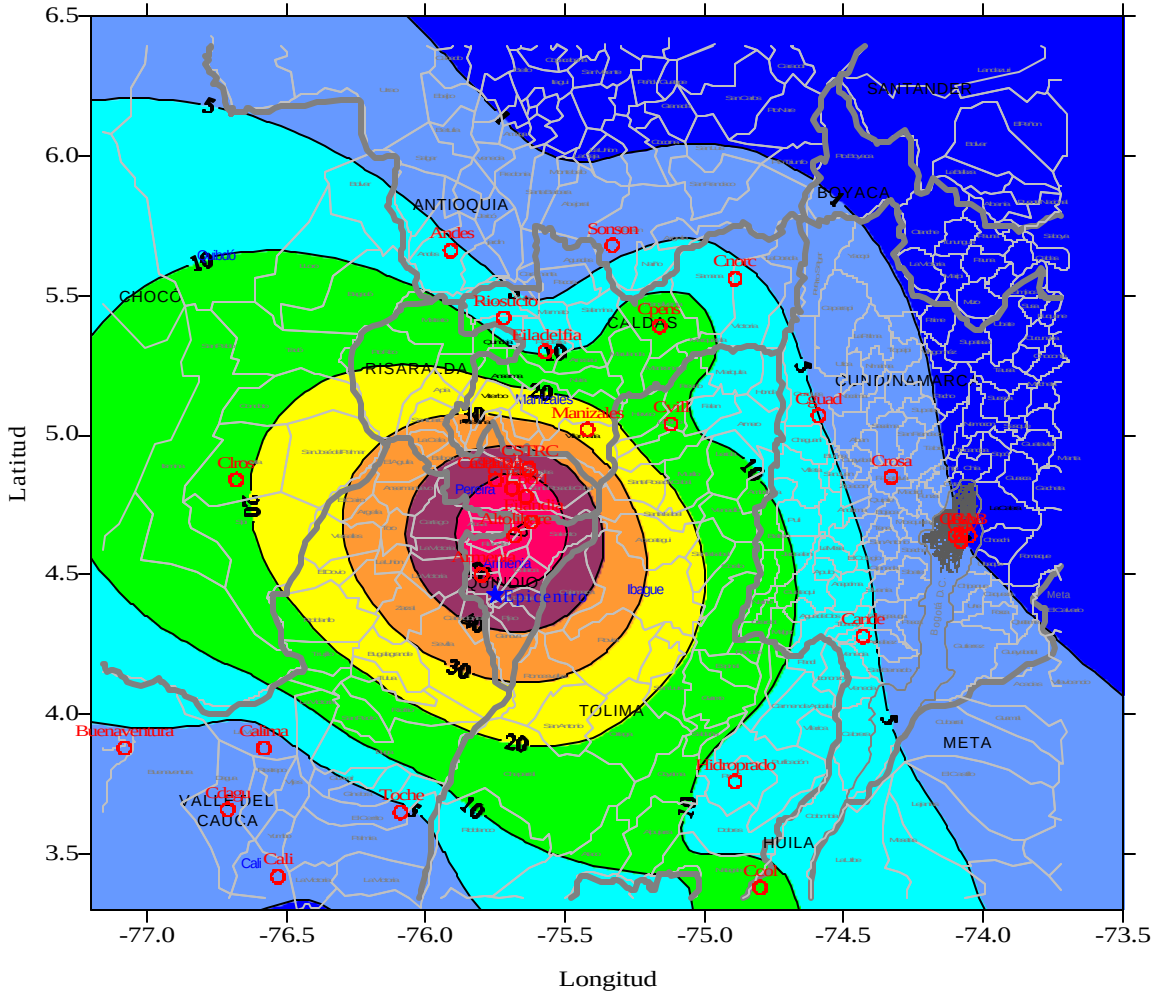




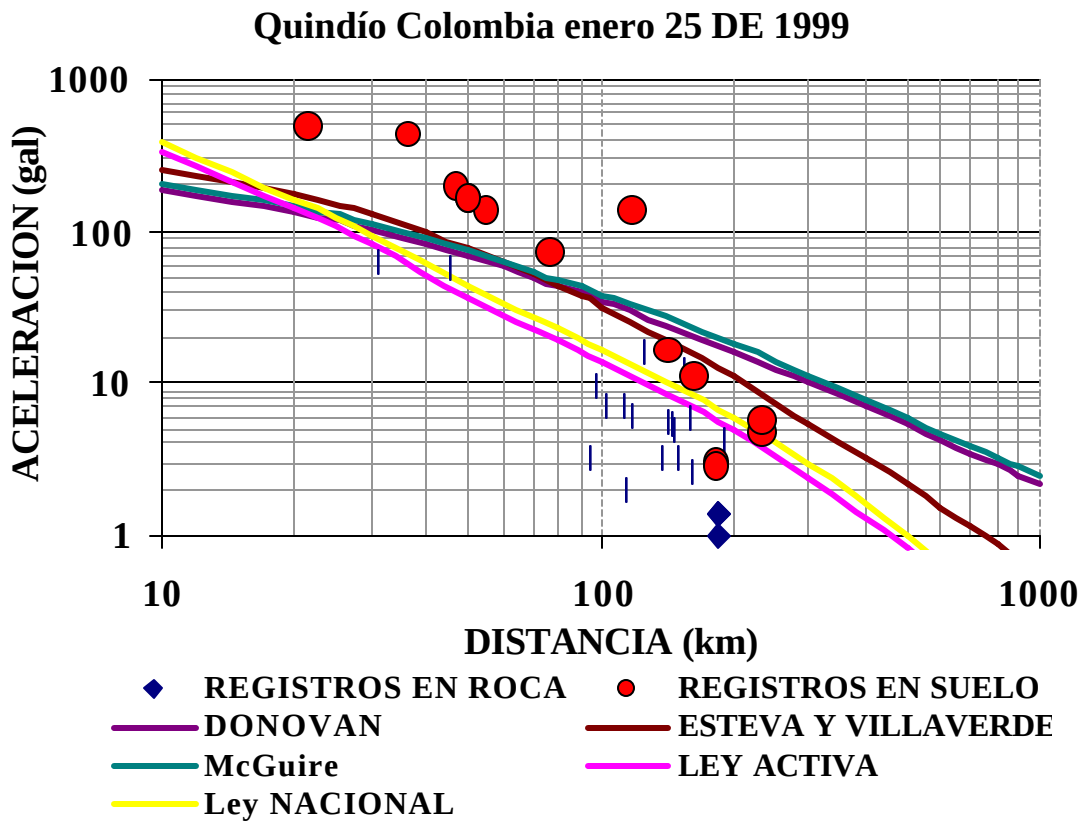
(tomado de Earthquake Enginnering Research Institute, EERI)

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Localización nacional y regional del epicentro del sismo de Armenia Colombia, 25 de Enero de 1999.	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.17	**Fecha:** Agosto de 2002

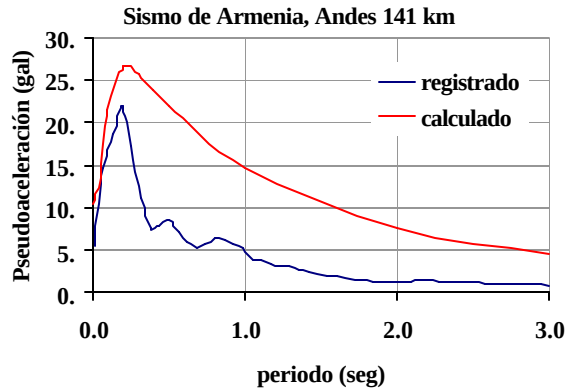
Estaciones con Registros del Sismo del 25 de enero de 1999

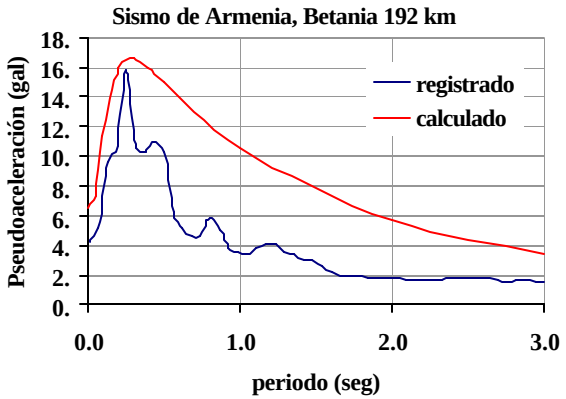


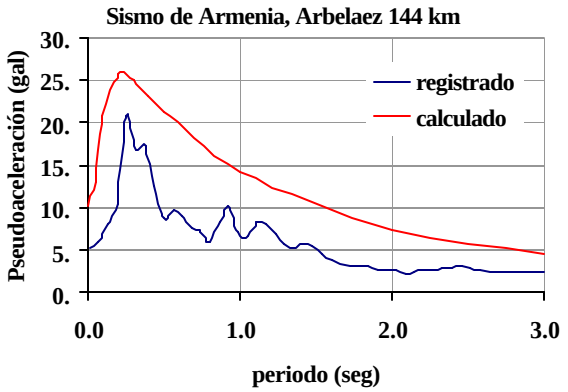
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Distribución de estaciones con registros del sismo de 25 de enero de 1999	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.18	**Fecha:** Agosto de 2002

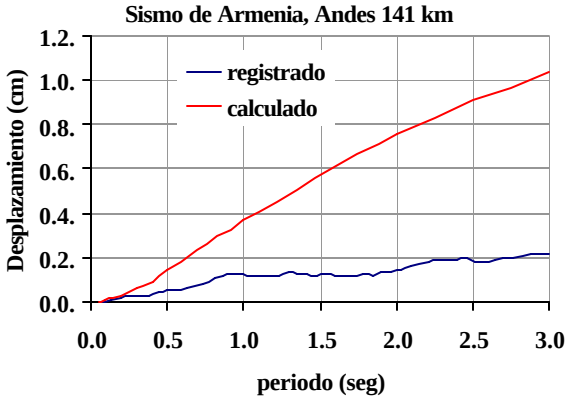


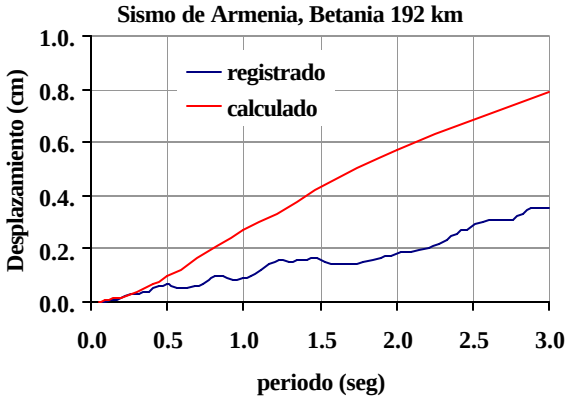
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Leyes de atenuación en comparación con registros del sismo de Armenia del 25 de enero de 1999	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.19	**Fecha:** Agosto de 2002

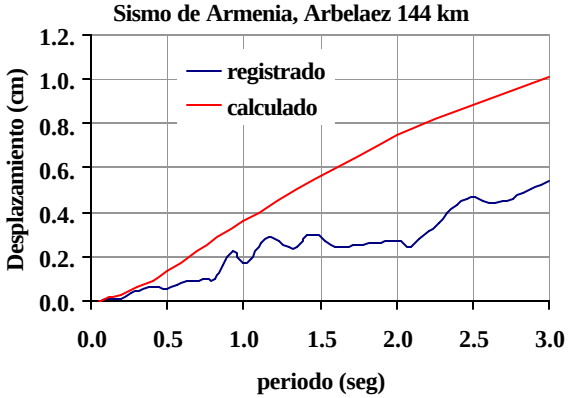












CIMOC

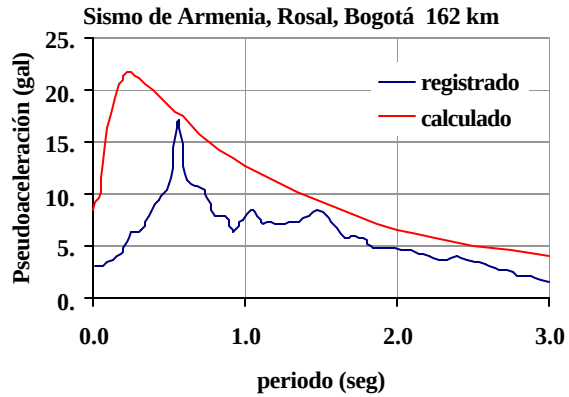
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

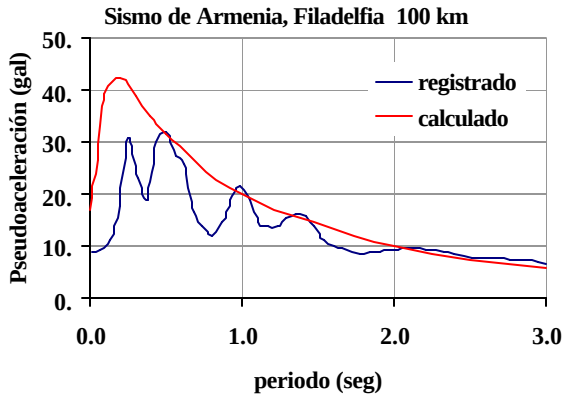
Comparación de espectros de respuesta de pseudoaceleración y de desplazamiento registrados y calculados para terreno firme para el sismo de Armenia, 1999.

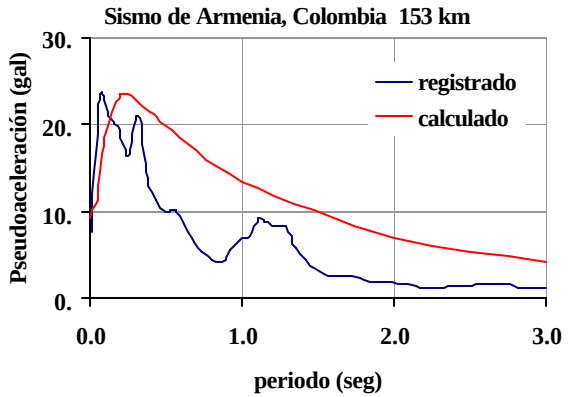
Figura: 4.20a

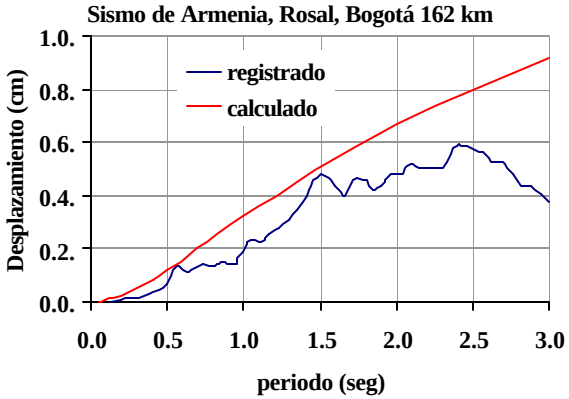
Fecha: Agosto de 2002

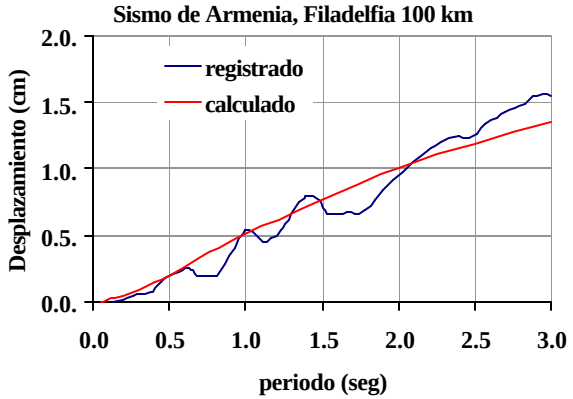
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

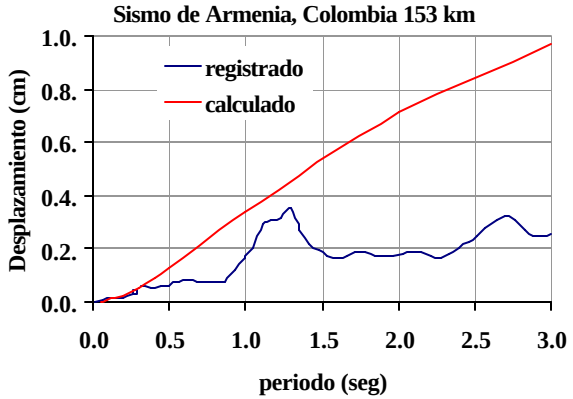












CIMOC

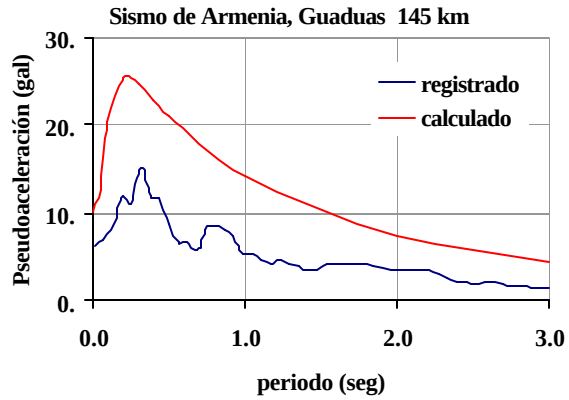
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

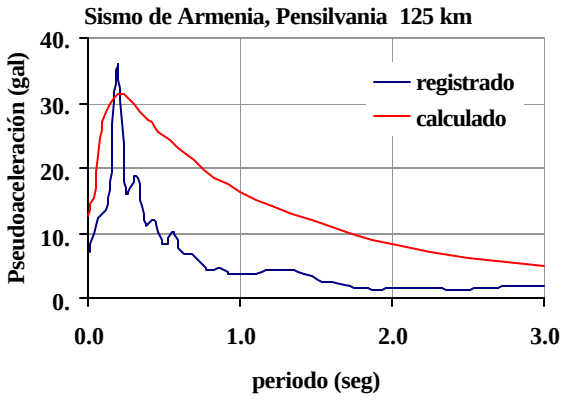
Comparación de espectros de respuesta de pseudoaceleración y de desplazamiento registrados y calculados para terreno firme para el sismo de Armenia, 1999.

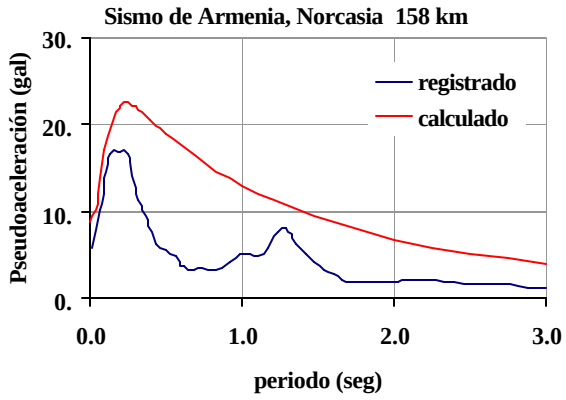
Figura: 4.20b

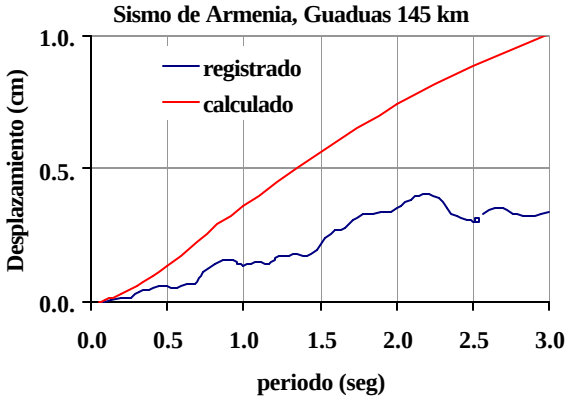
Fecha: Agosto de 2002

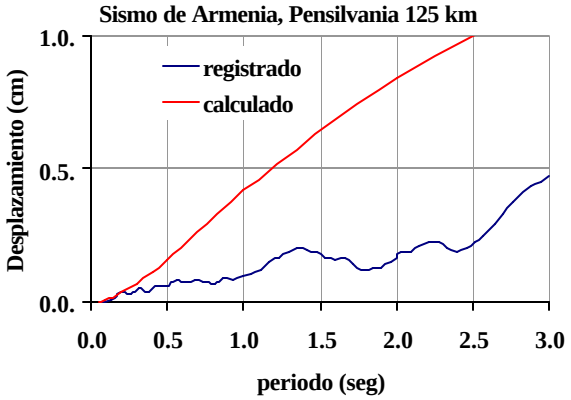
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

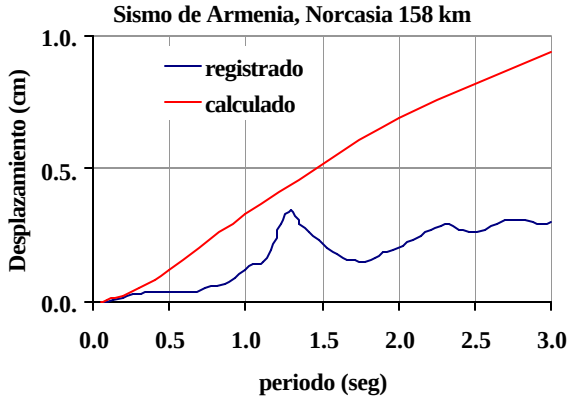












CIMOC

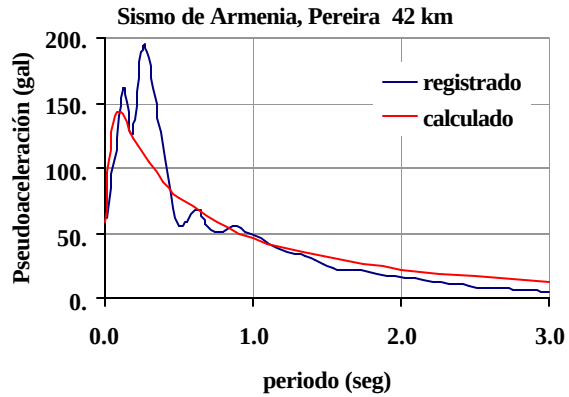
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

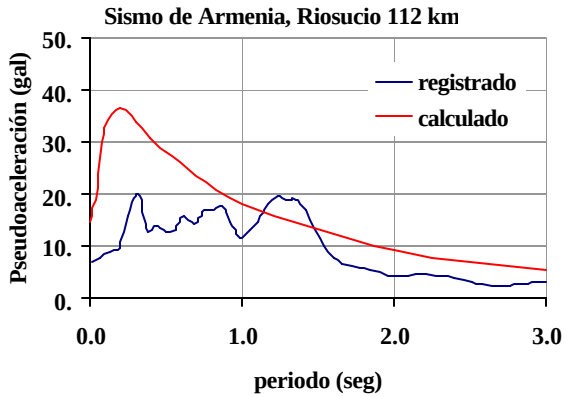
Comparación de espectros de respuesta de pseudoaceleración y de desplazamiento registrados y calculados para terreno firme para el sismo de Armenia, 1999.

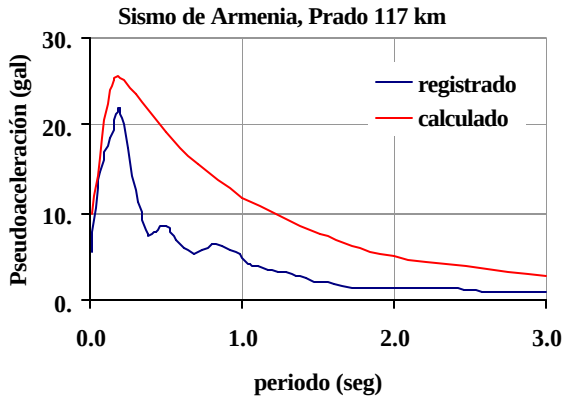
Figura: 4.20c

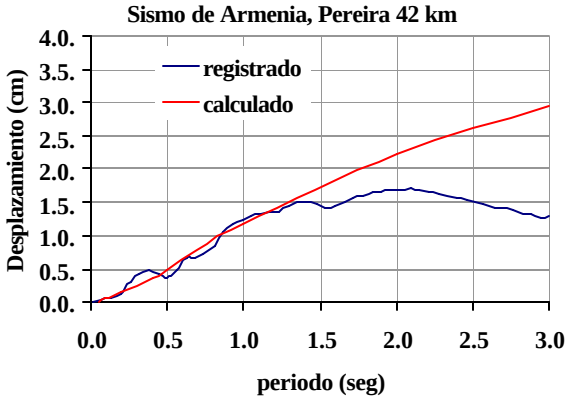
Fecha: Agosto de 2002

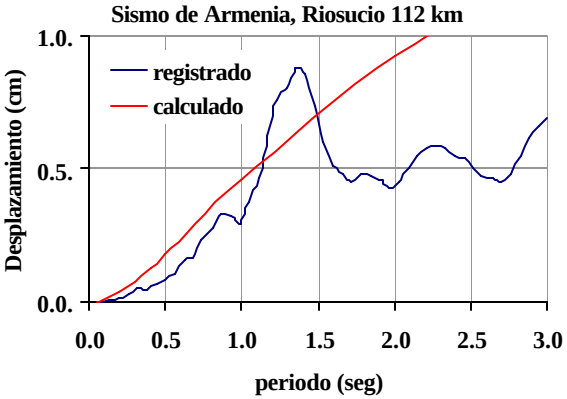
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

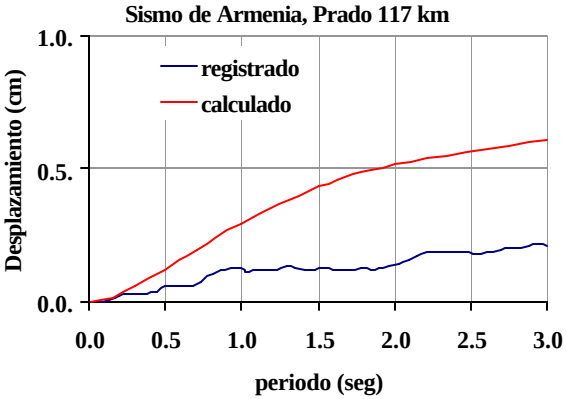












CIMOC

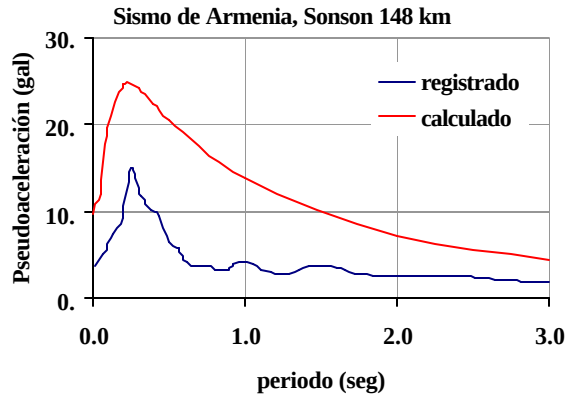
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

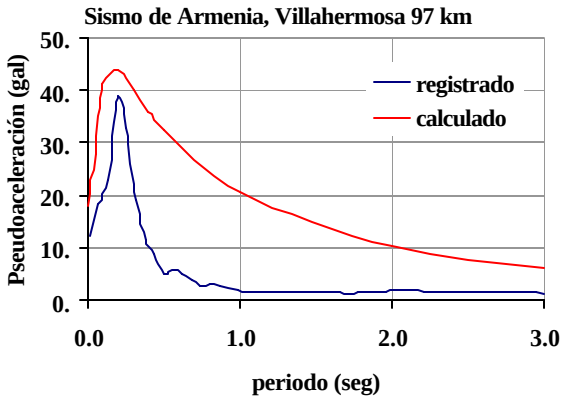
Comparación de espectros de respuesta de pseudoaceleración y de desplazamiento registrados y calculados para terreno firme para el sismo de Armenia, 1999.

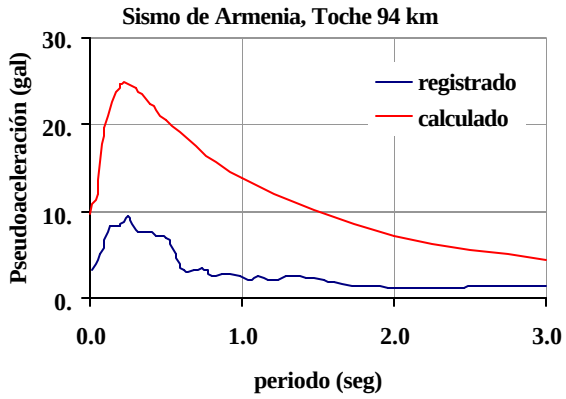
Figura: 4.20d

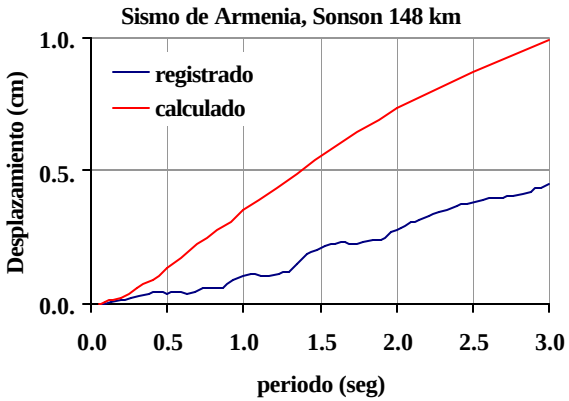
Fecha: Agosto de 2002

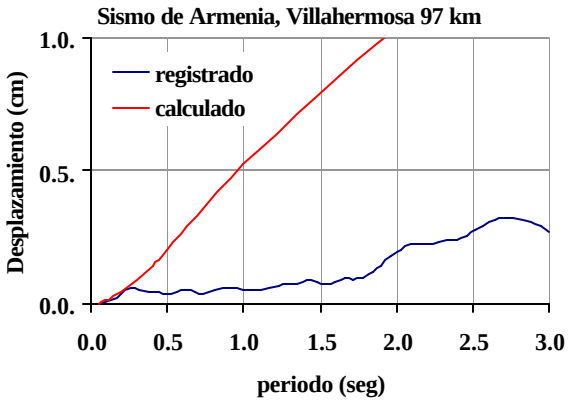
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

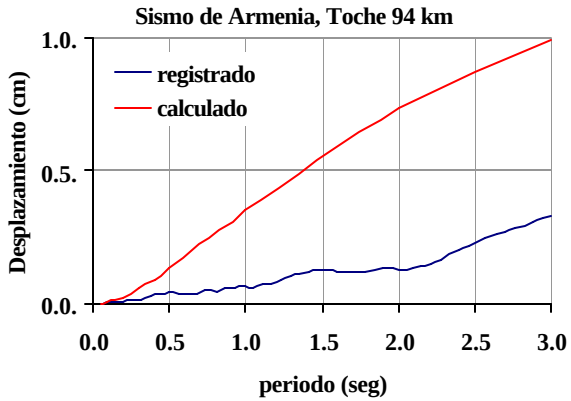












CIMOC

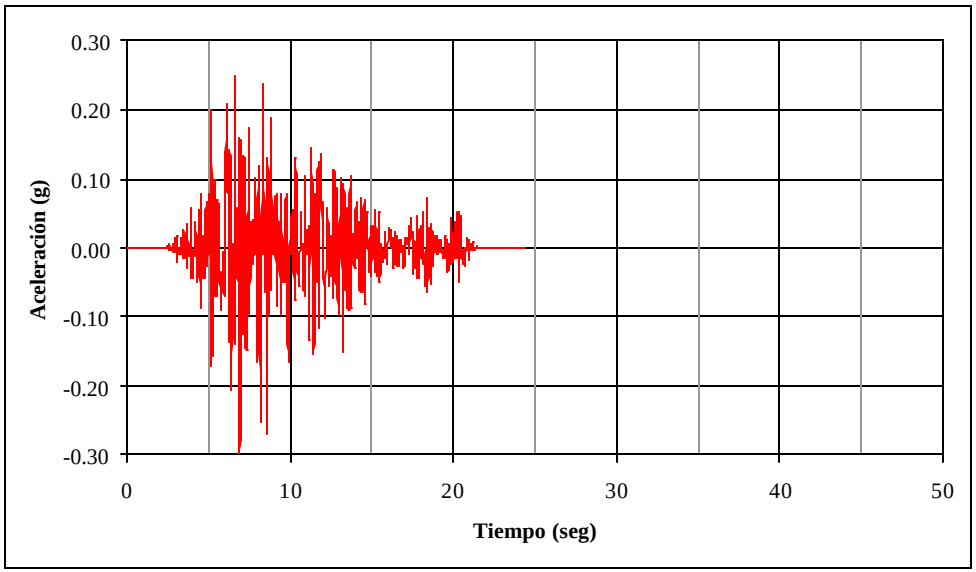
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Comparación de espectros de respuesta de pseudoaceleración y de desplazamiento registrados y calculados para terreno firme para el sismo de Armenia, 1999.

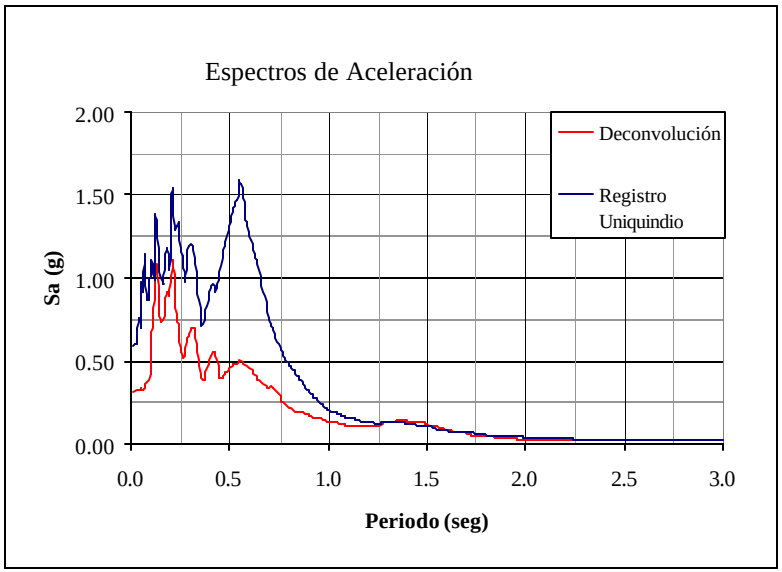
Figura: 4.20e

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

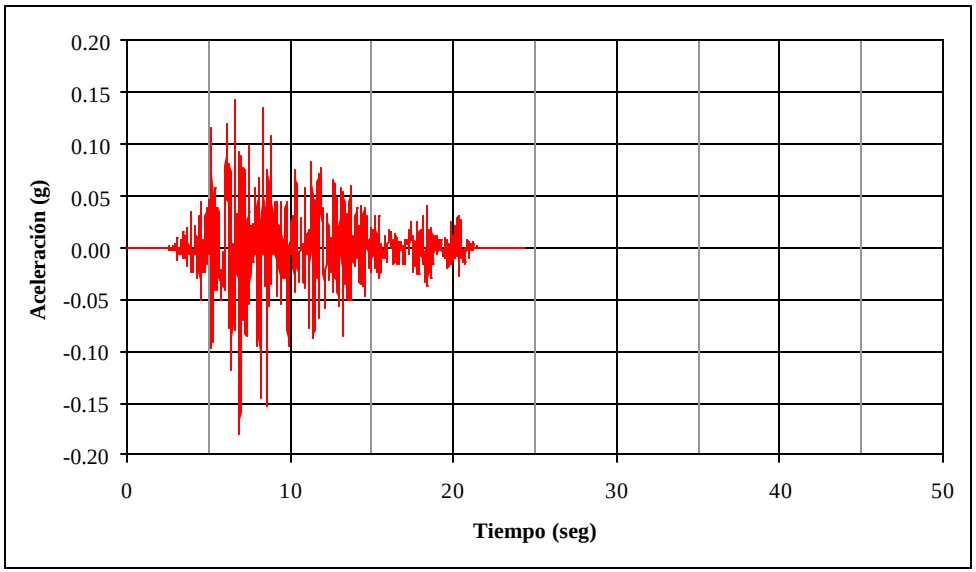


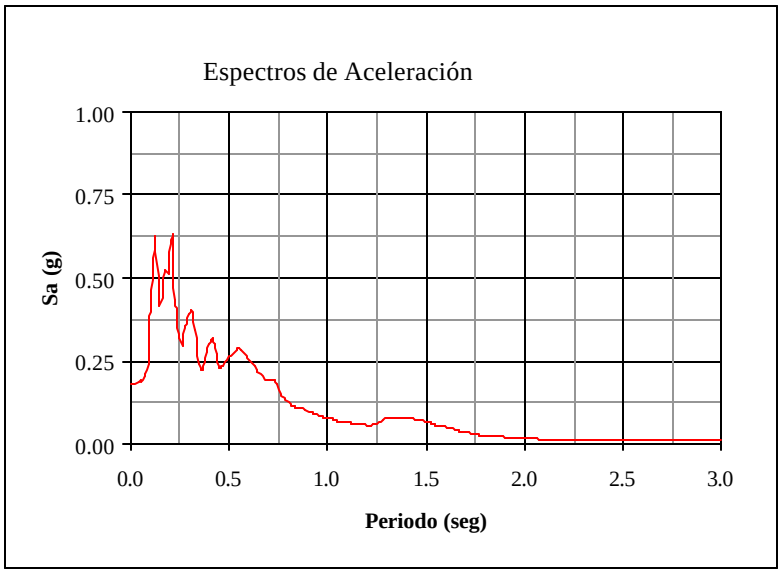
Acelerograma obtenido por deconvolución



Comparación entre los espectros de aceleración del registro del sismo Armenia (UNIQUINDIO) y el espectro del registro obtenido por deconvolución

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Acelerograma obtenido por deconvolución del sismo de Armenia del 25 de Enero de 1999 y espectro de aceleración correspondeiente	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.21	**Fecha:** Agosto de 2002





CIMOC

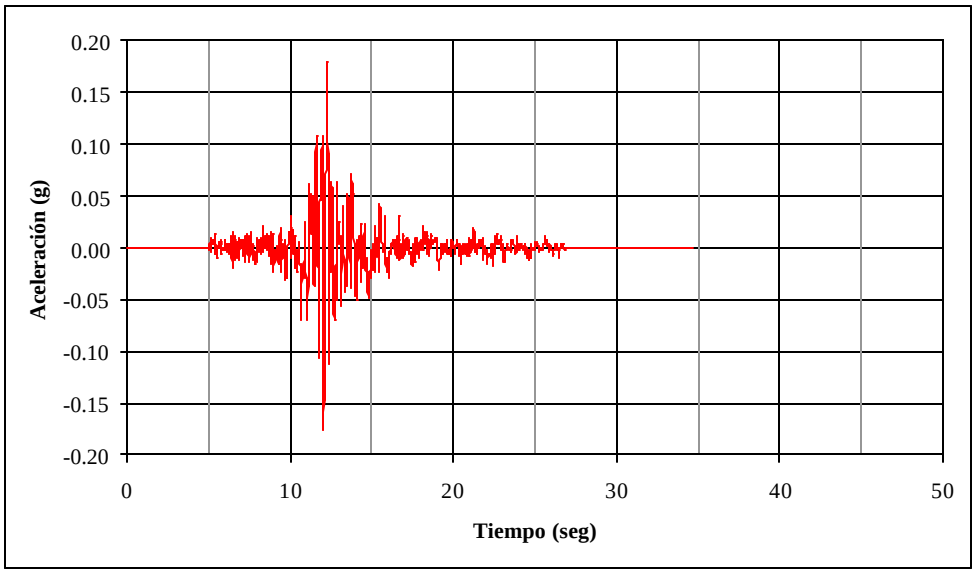
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

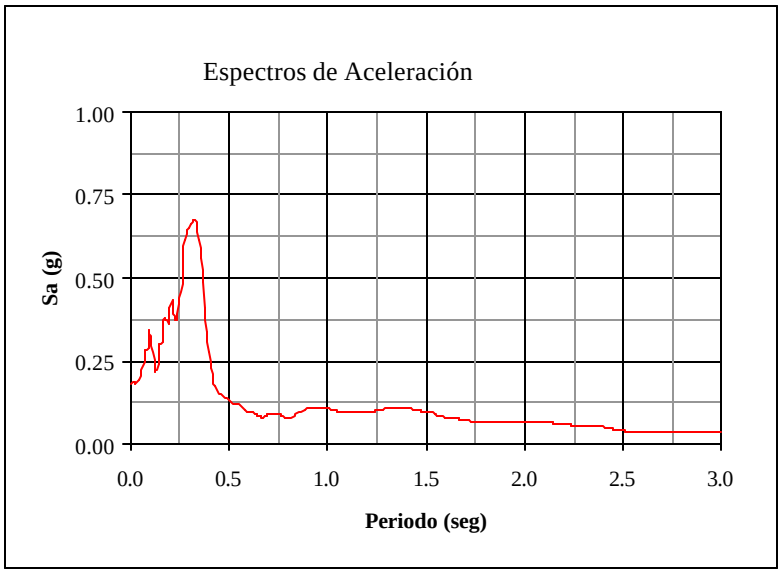
Registro obtenido po deconvolución a partir del registro de UNIQUINDIO del Sismo de Armenia de 1999 escalado a 0.18 g

Figura: 4.22

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres





CIMOC

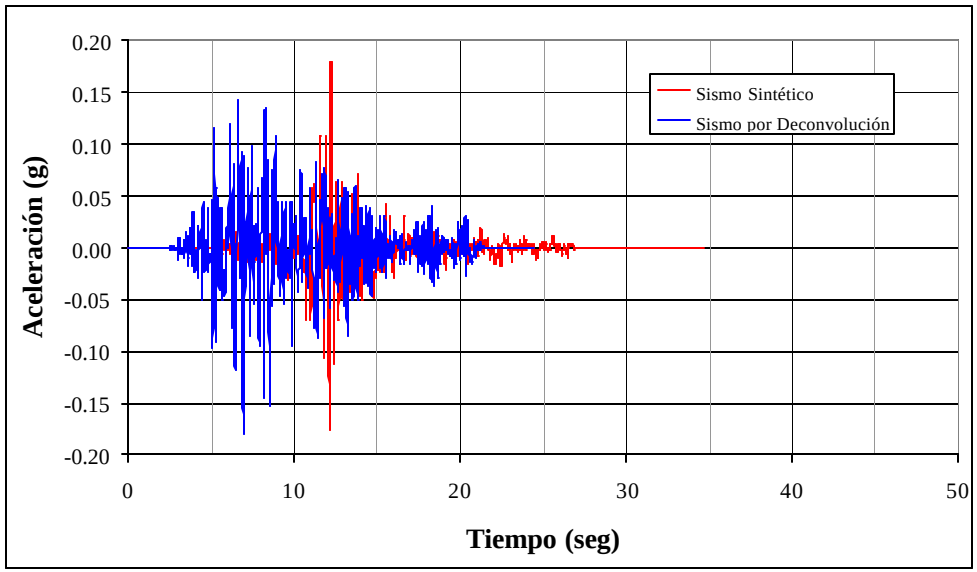
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

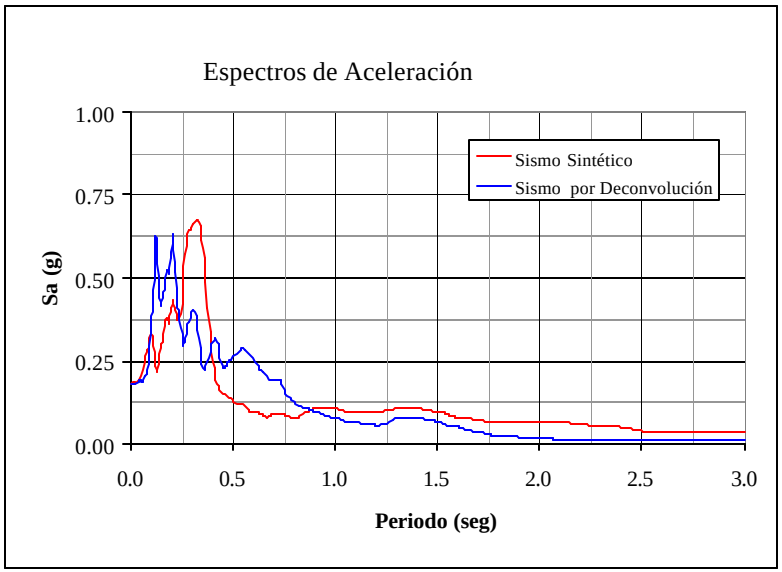
Registro sintético obtenido a partir del regsitro del Sismo de Armenia 1999, registrado en Bocatoma

Figura: 4.23

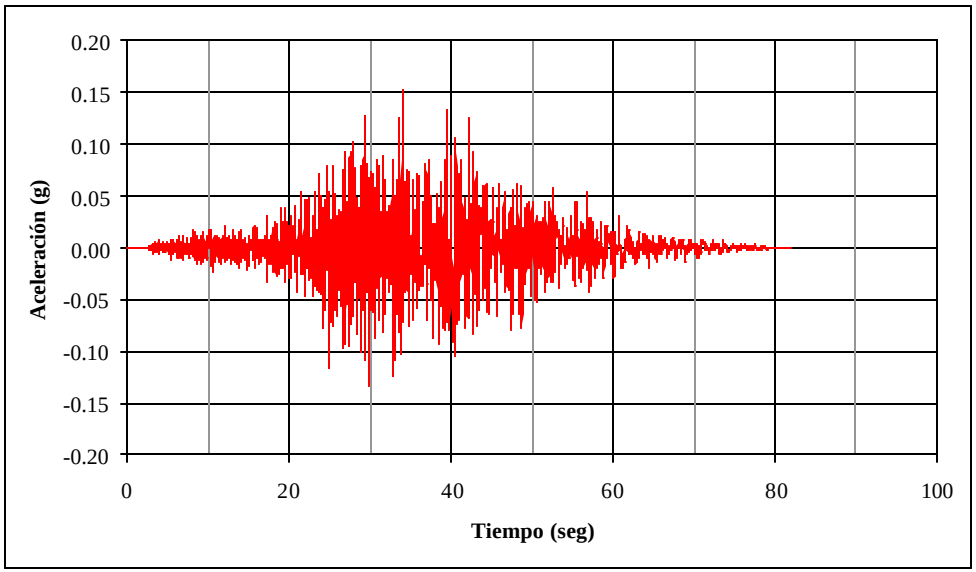
Fecha: Agosto de 2002

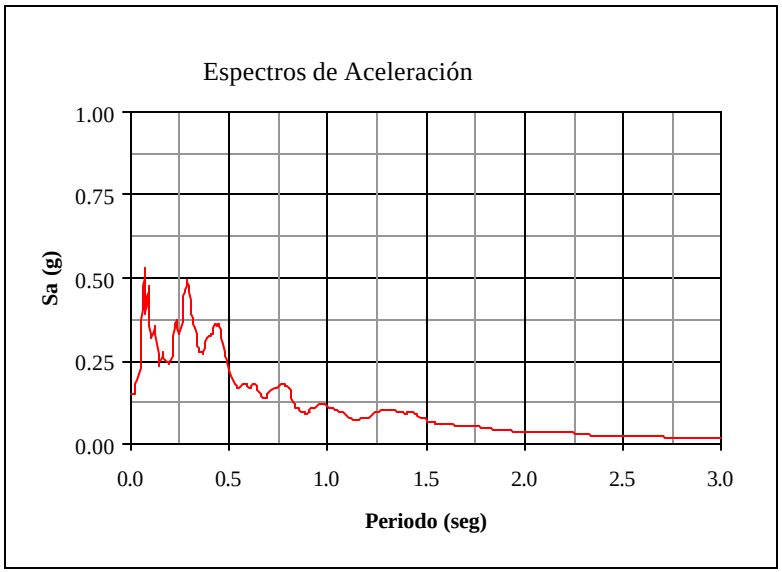
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres





CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Comparación de la señal generada por deconvolución y la señal sintética	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.24	**Fecha:** Agosto de 2002





CIMOC

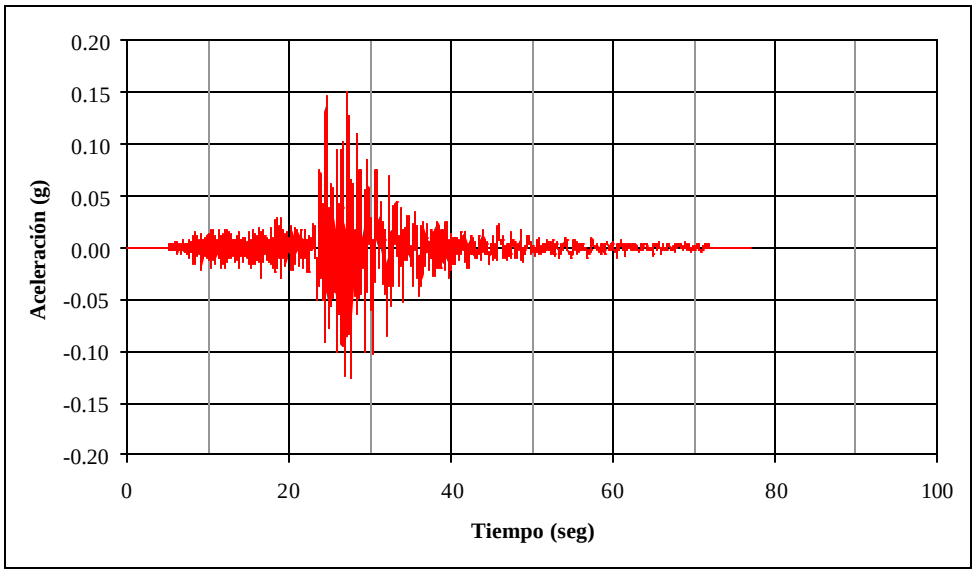
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

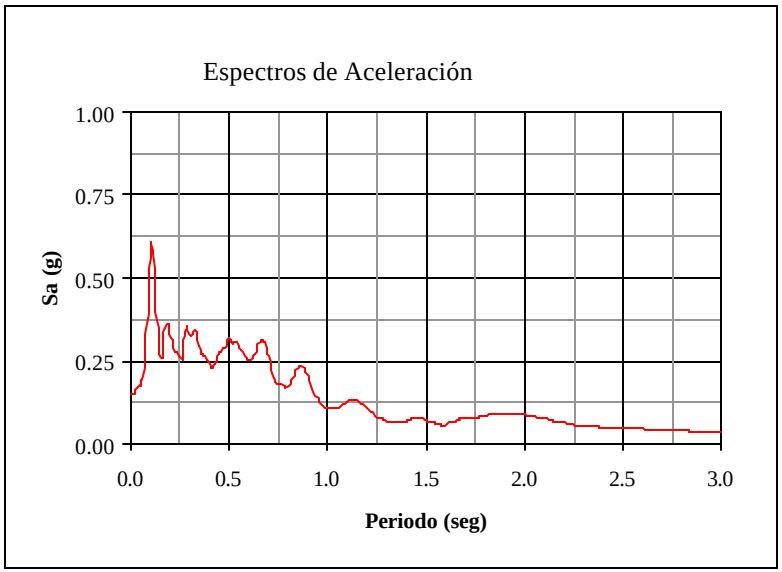
Registro Sintético para la fuente Benioff generado a partir del Sismo de Risalda (Caldas) de 1995.

Figura: 4.25

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres





CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

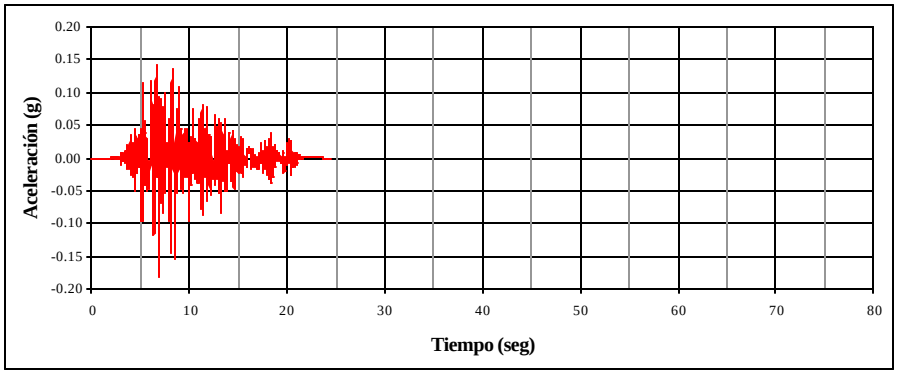
Registro de Calima escalado a 0.15g. Fuente Benioff

Figura: 4.26

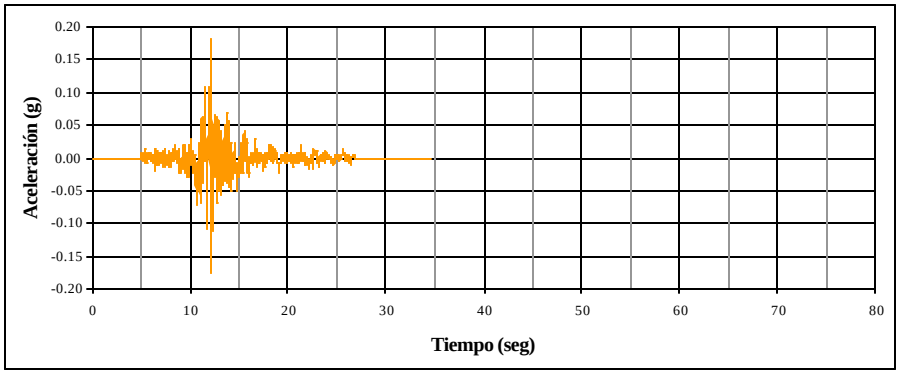
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

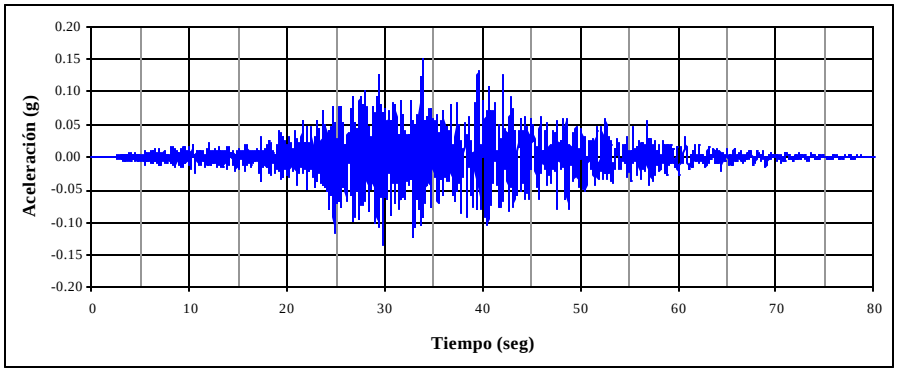
Sismo Romeral obtenido por deconvolución



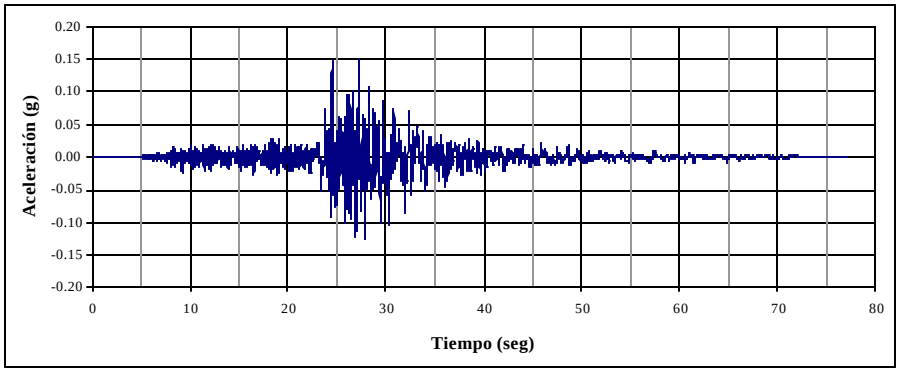
Sismo Sintético Romeral



Sismo Sintético Benioff



Sismo Benioff Calima



CIMOC

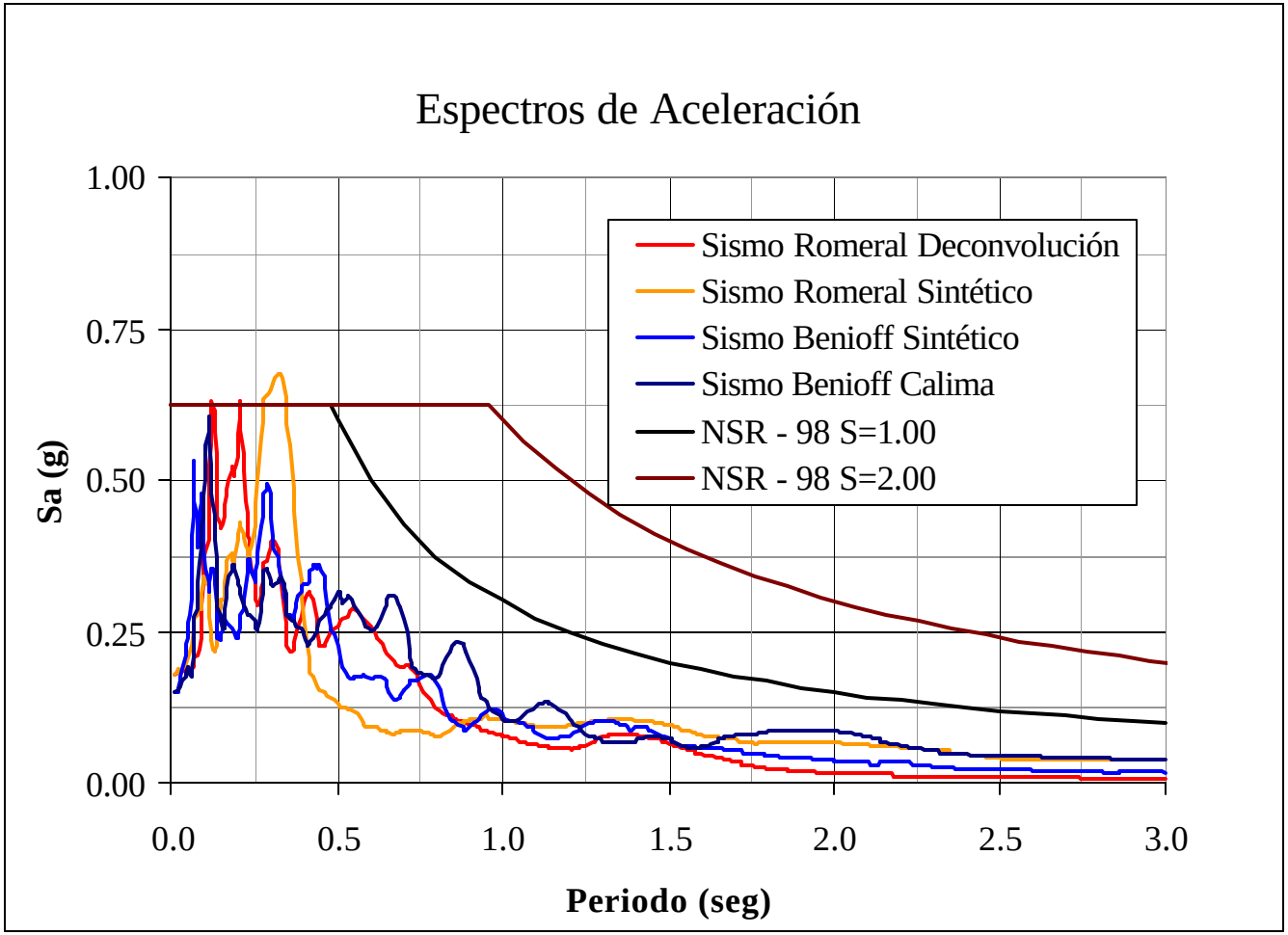
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Acelerogramas de Análisis

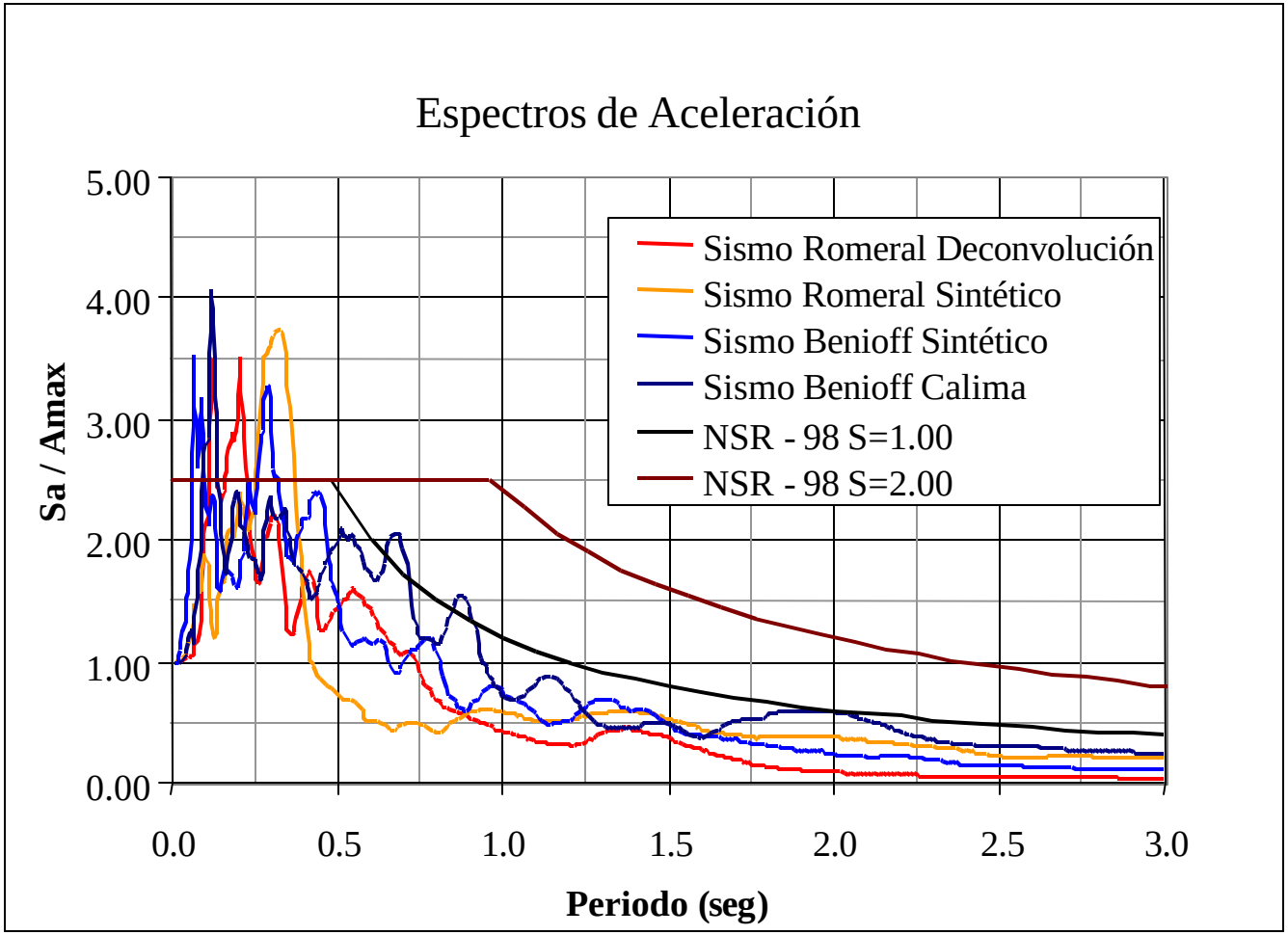
Figura: 4.27

Fecha: Agosto de 2002

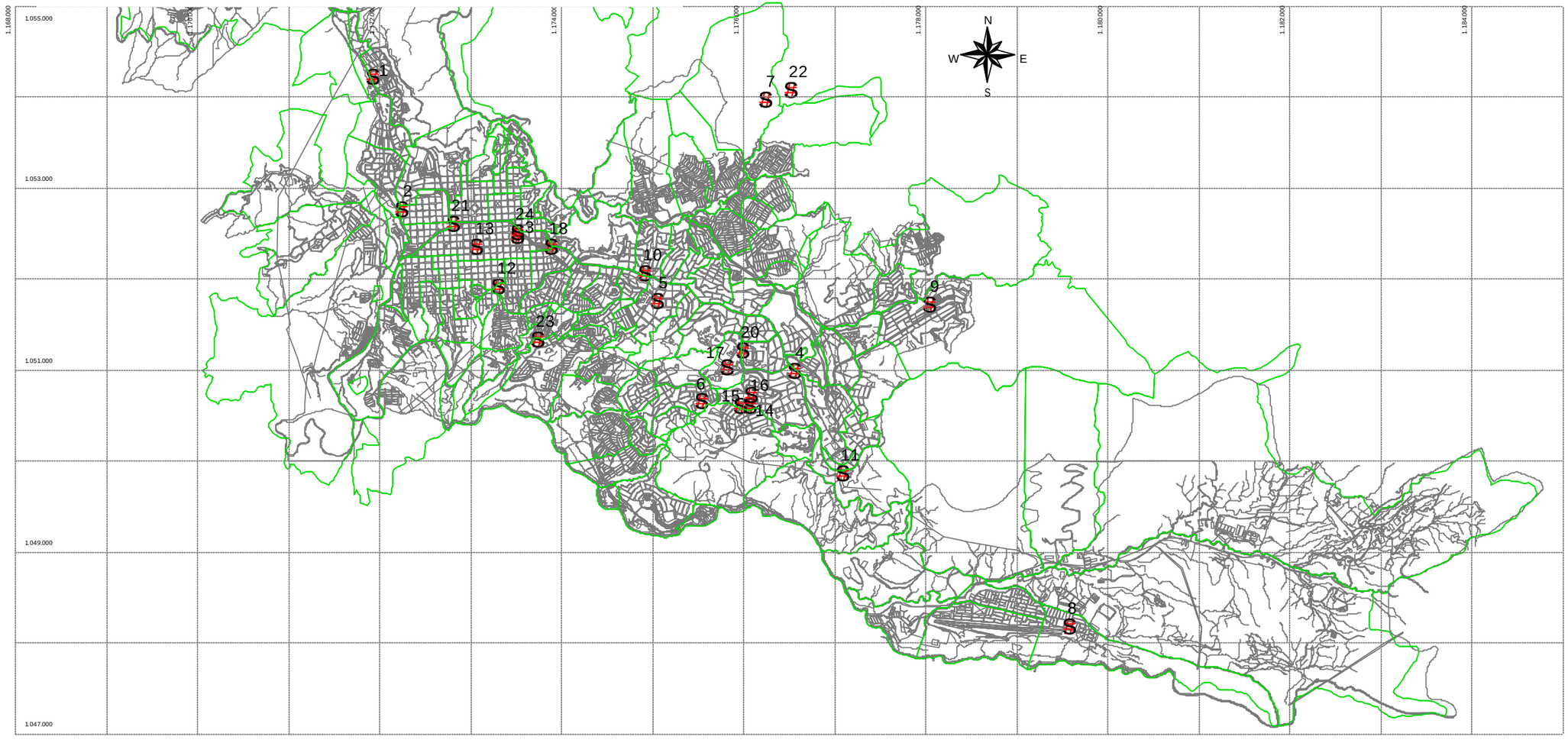
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de aceleración de los acelerogramas de Análisis	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.28	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de aceleración de los acelerogramas de Análisis normalizados por Amax	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 4.29	**Fecha:** Agosto de 2002



Sondeo	Nombre
1	Clinica Villa Pilar ISS
2	Ingeominas (Observatorio Vulcanológico)
3	Infimanizales
4	El Cable (Facultad de Arquitectura)
5	Confamiliares
6	Escuela Atanasio Girardot
7	Colegio Bosques del Norte
8	La Enea
9	La Sultana
10	Coldeportes
11	Santa Ines
12	CHEC Marmato
13	Catedral de Manizales
14	Alejandria I
15	Alejandria II
16	Torrear
17	La Gotera (UNAL)
18	Parque Fundadores
19	La Estampilla
20	Estadio Palogrande
21	Antigua Alcaldía
22	Samaria
23	Villa Carmenza
24	Infimanizales II (Parque Caldas)

CONVENCIONES

Vias

Perforaciones

Barrios

500 0 500 Meters

CIMOC

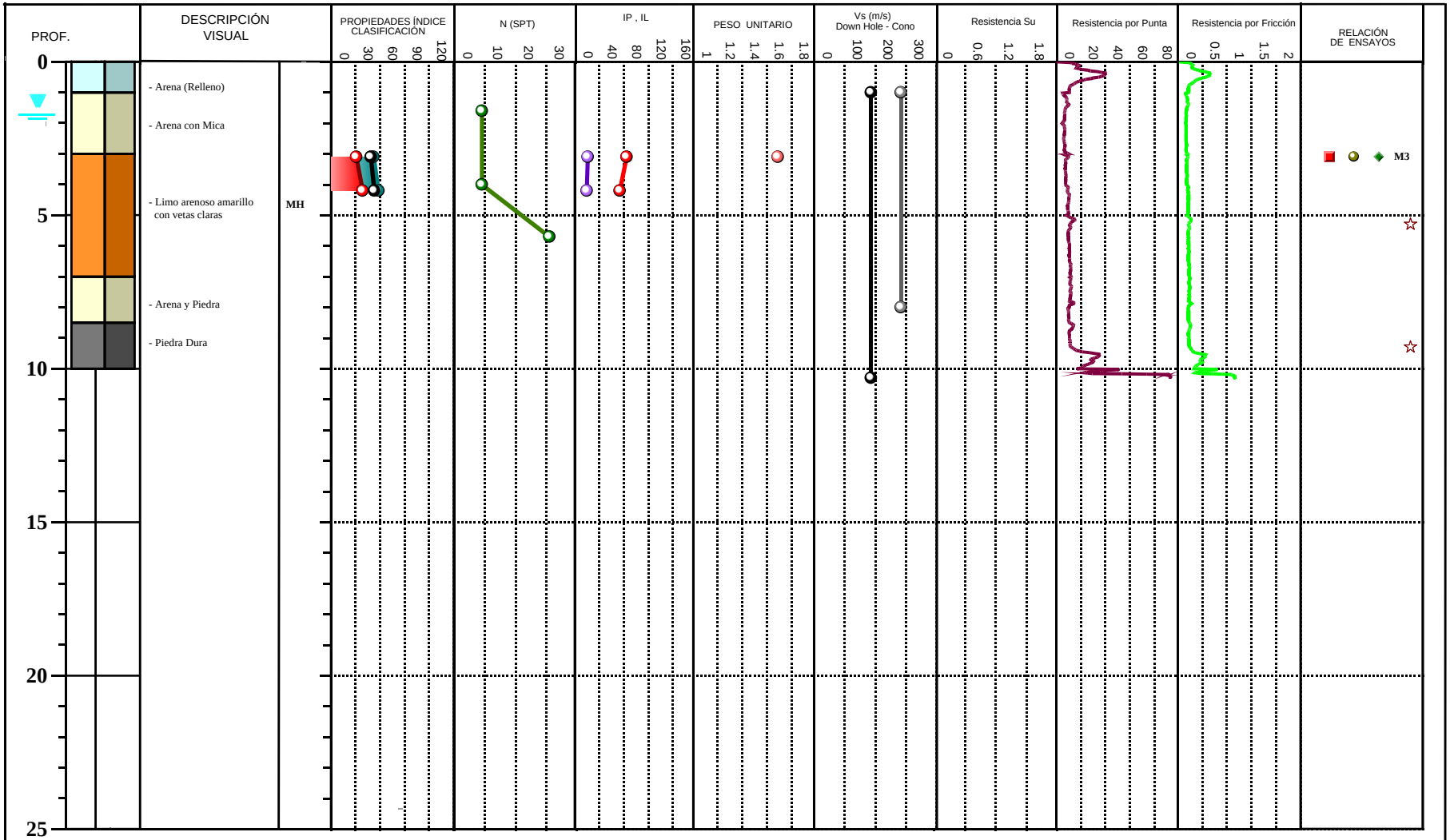
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Ubicación de Perforaciones

Figura: 5.1

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

Sondeo No. : 1

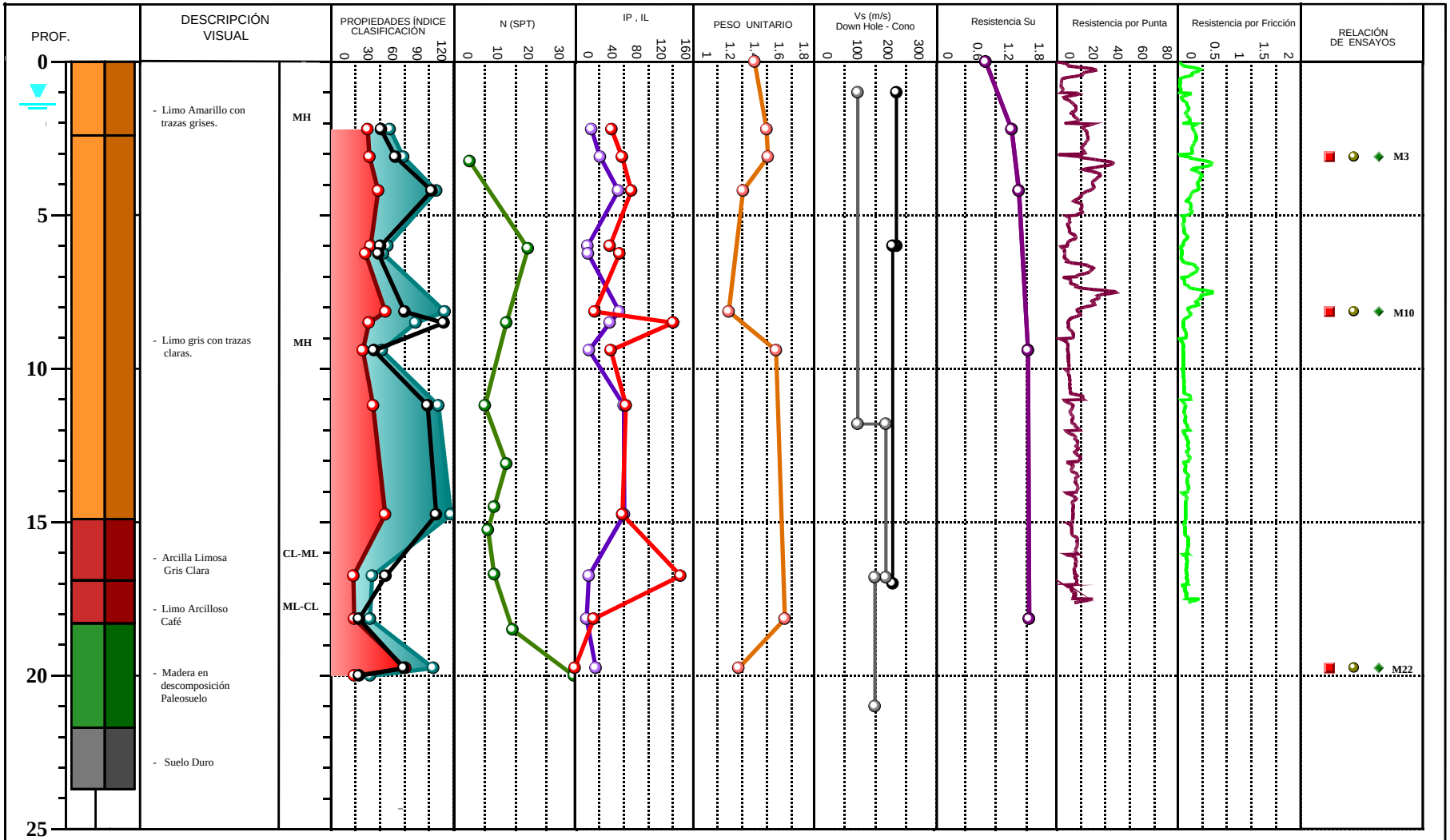
LOCALIZACIÓN : VILLA PILAR (CLINICA ISS)

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.2

Manizales

Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

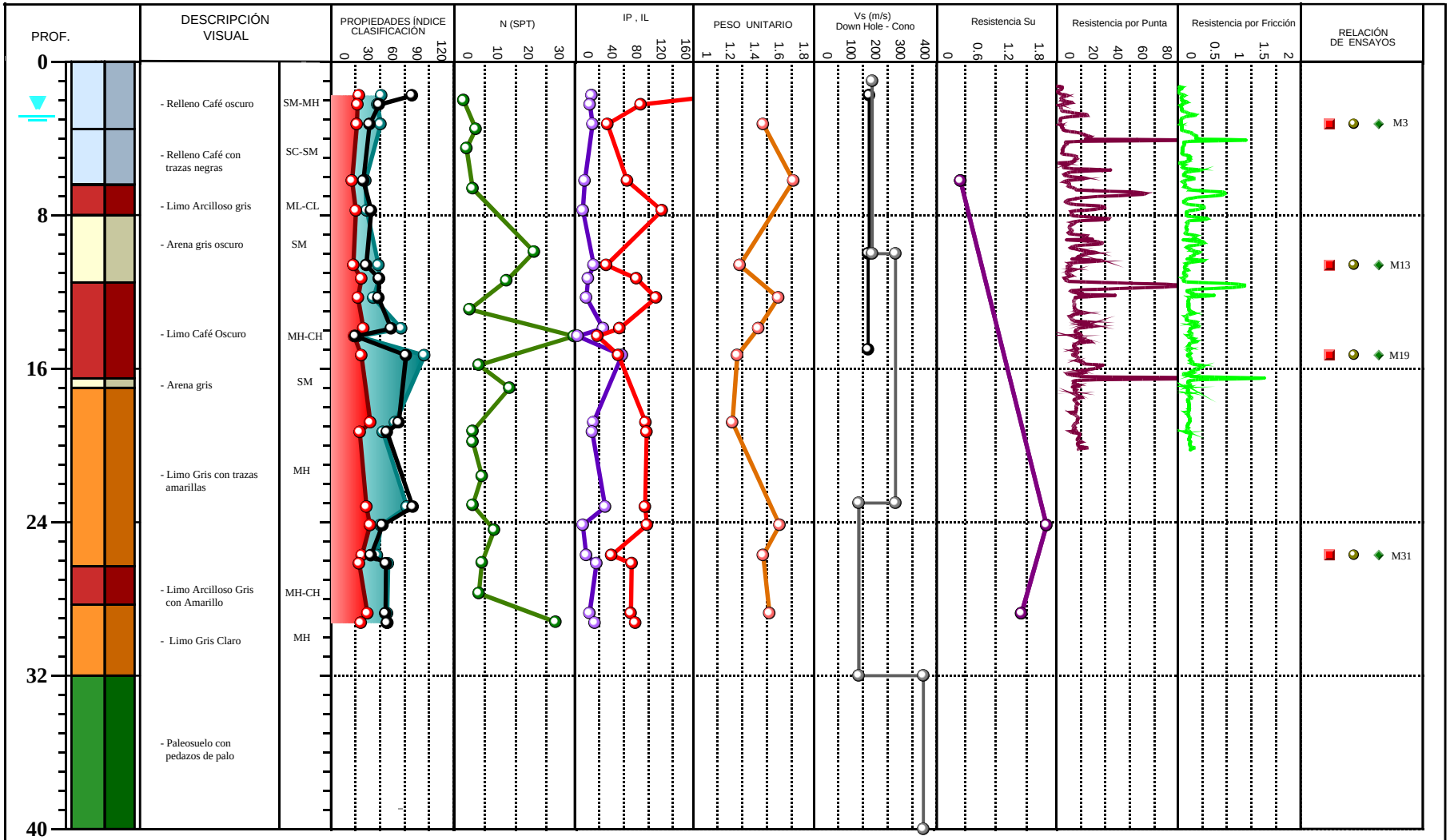
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Sondeo No. : 2
LOCALIZACIÓN : INGEOMINAS

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.3

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

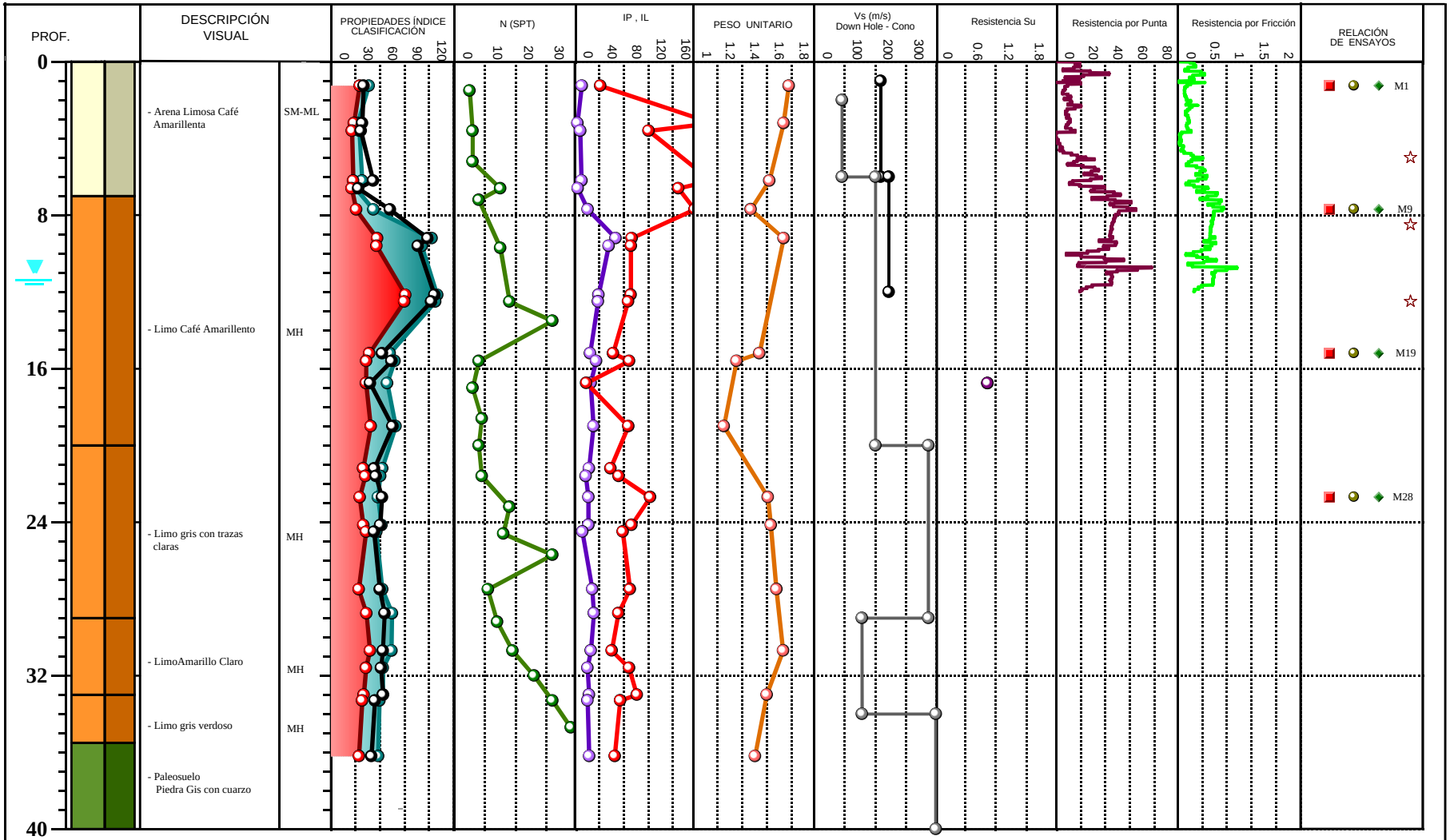
Sondeo No. : 3

LOCALIZACIÓN : Parque Caldas (Parq. CAI)

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.4

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

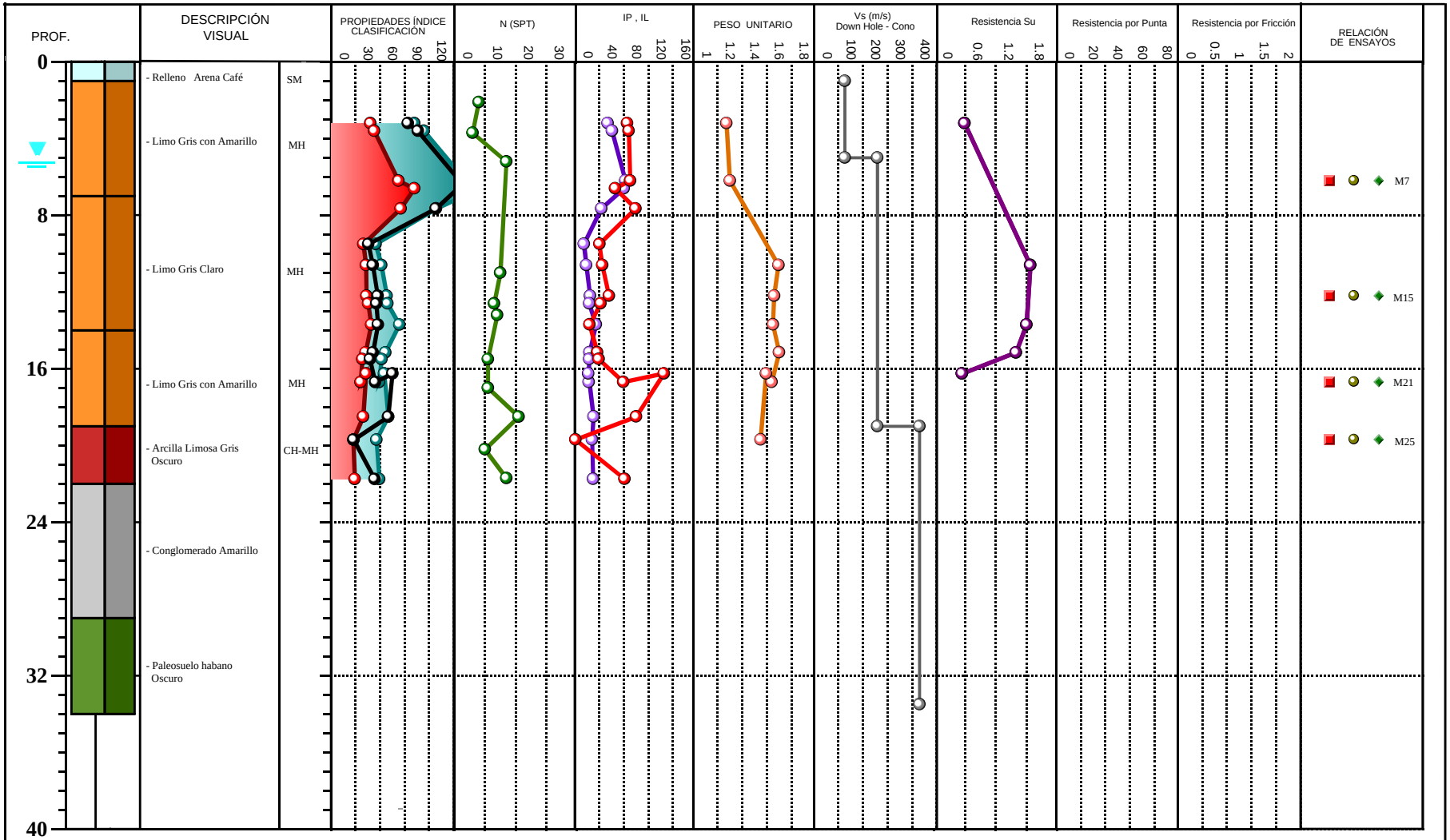
Sondeo No. : 4

LOCALIZACIÓN : El Cable (Fac. Arquitectura)

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.5

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

Sondeo No. : 5

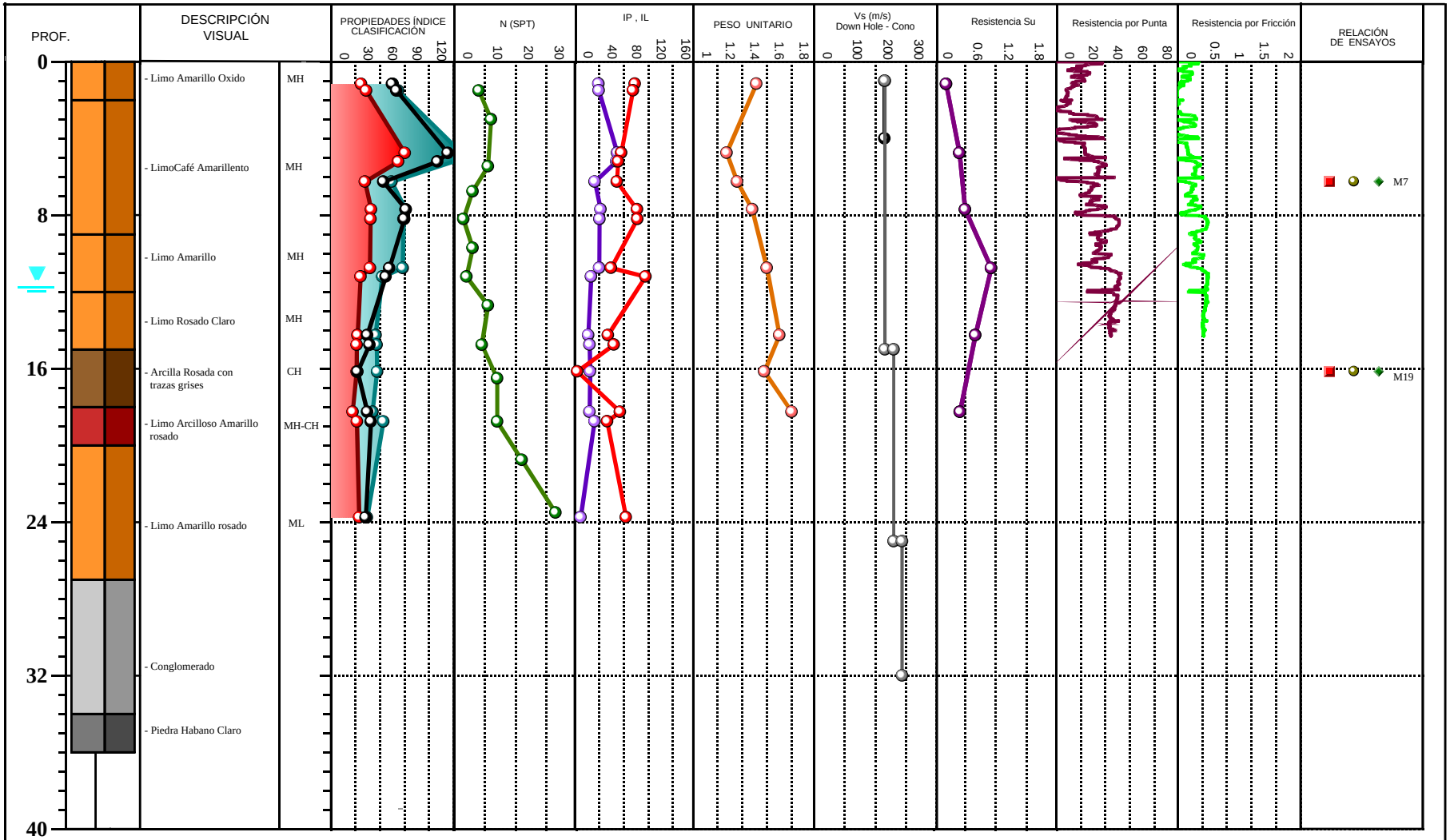
LOCALIZACIÓN : Confamiliares

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.6

Manizales

Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
  - w (%)
  - LP (%)
  - LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
  - PESO UNITARIO (Ton/m3)
  - IP
  - IL
- COLUMNA RESONANTE
  - N (spt)
  - Su (kg/cm²)
  - R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
  - R. Fricción (kg/cm²)
  - Velocidad Down Hole (m/s)
  - Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

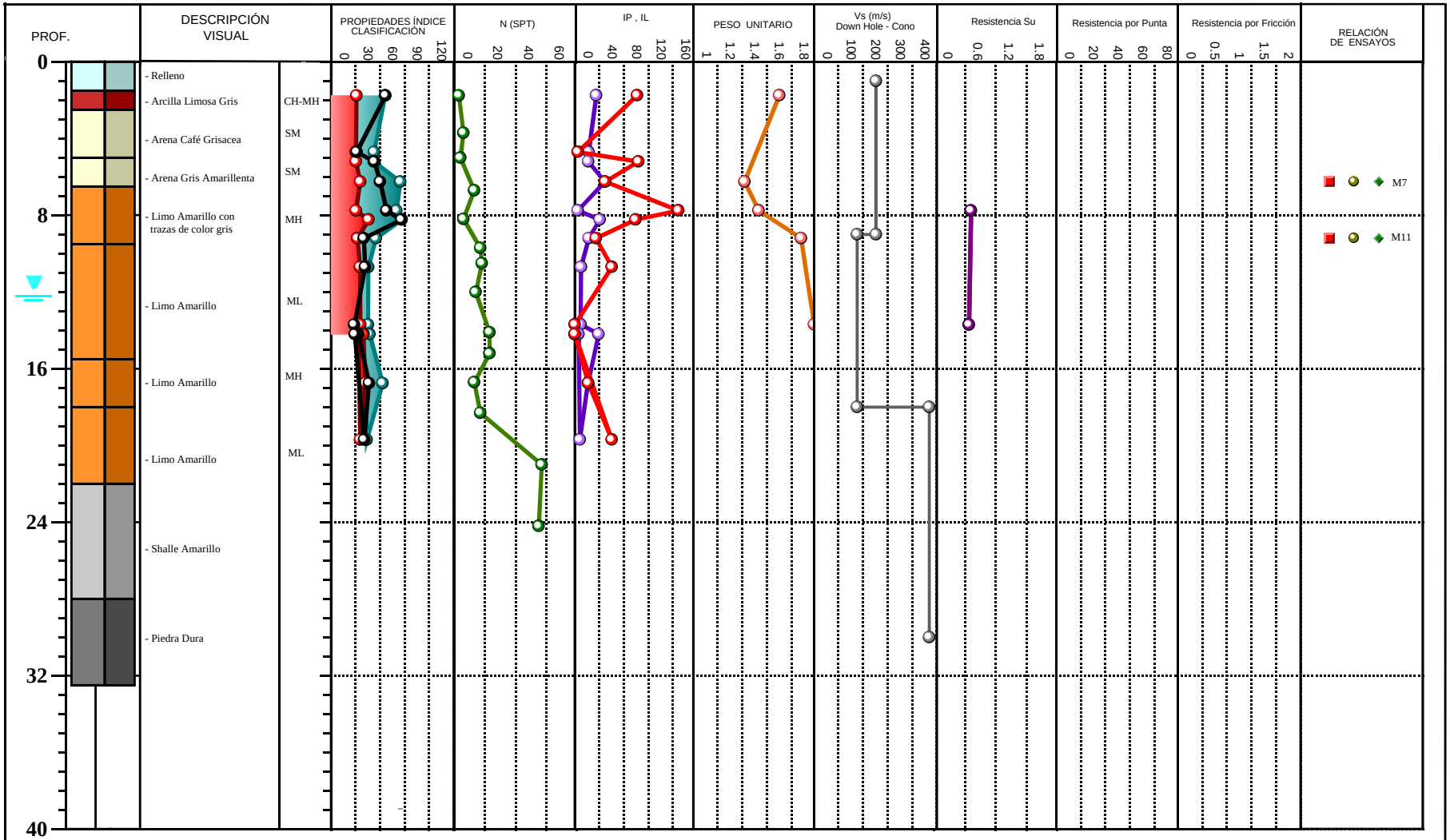
Sondeo No. : 6

LOCALIZACIÓN : C. Atanasio Girardot

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.7

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
  - w (%)
  - LP (%)
  - LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
  - PESO UNITARIO (Ton/m3)
  - IP
  - IL
- COLUMNA RESONANTE
  - N (spt)
  - Su (kg/cm²)
  - R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
  - R. Fuste (kg/cm²)
  - Velocidad Down Hole (m/s)
  - Velocidad Cono (m/s)

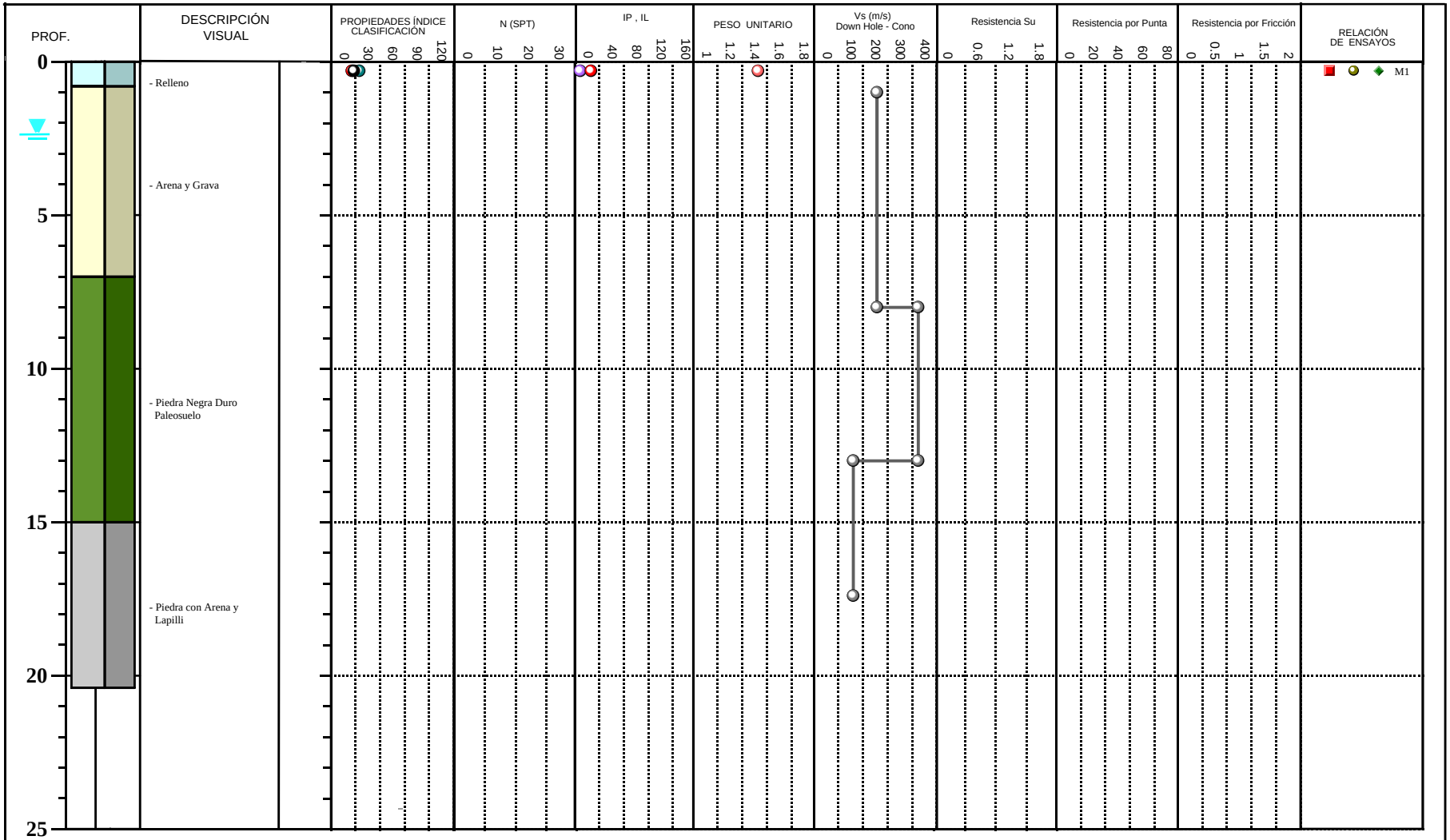
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Sondeo No. : 7
LOCALIZACIÓN : C . Bosques del Norte

FECHA : Agosto de 2002

Figura 5.8

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

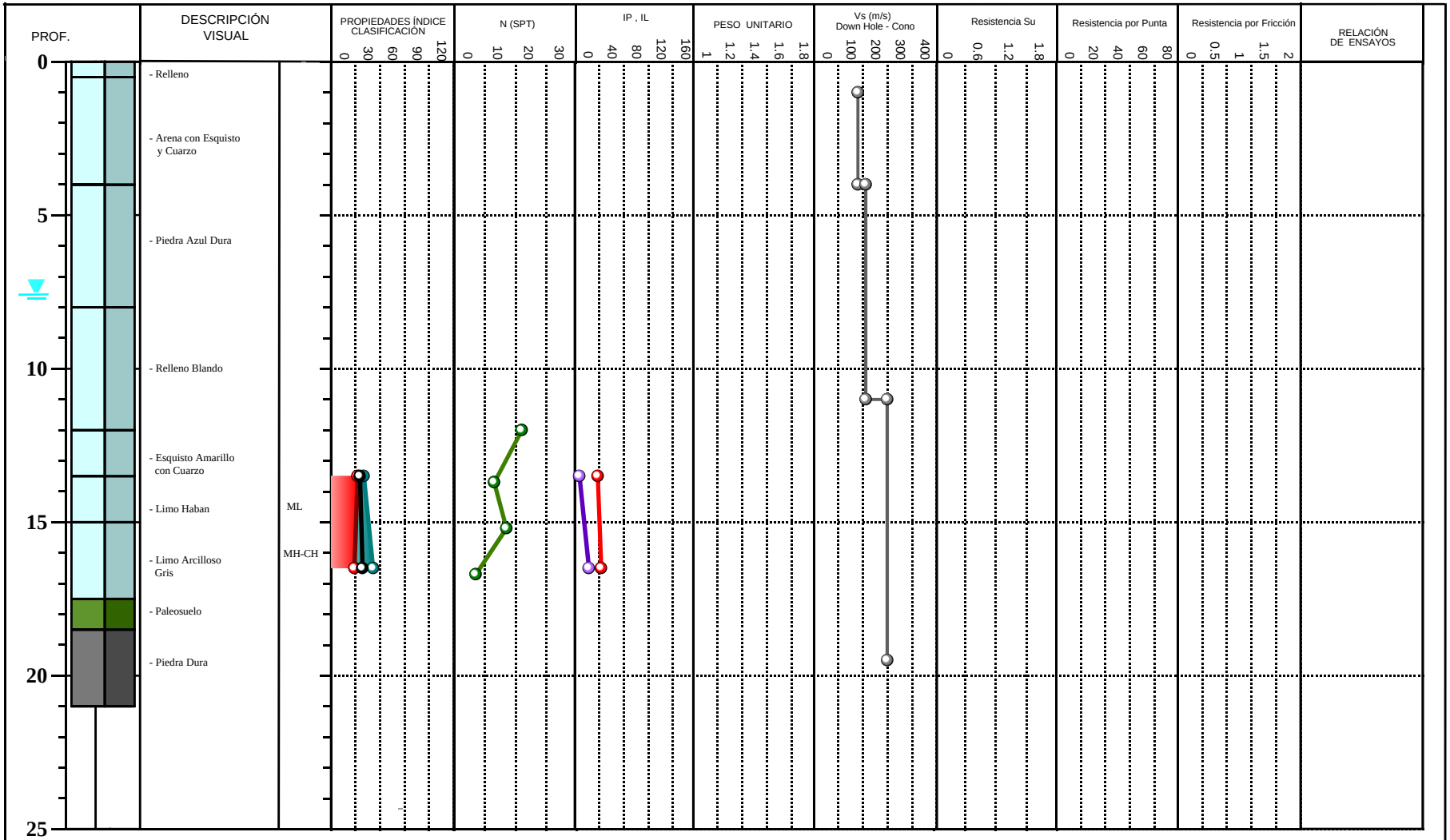
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Sondeo No. : 8
LOCALIZACIÓN : ESCUELA SAN PIO X (LA ENEA)

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.9

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

Sondeo No. : 9

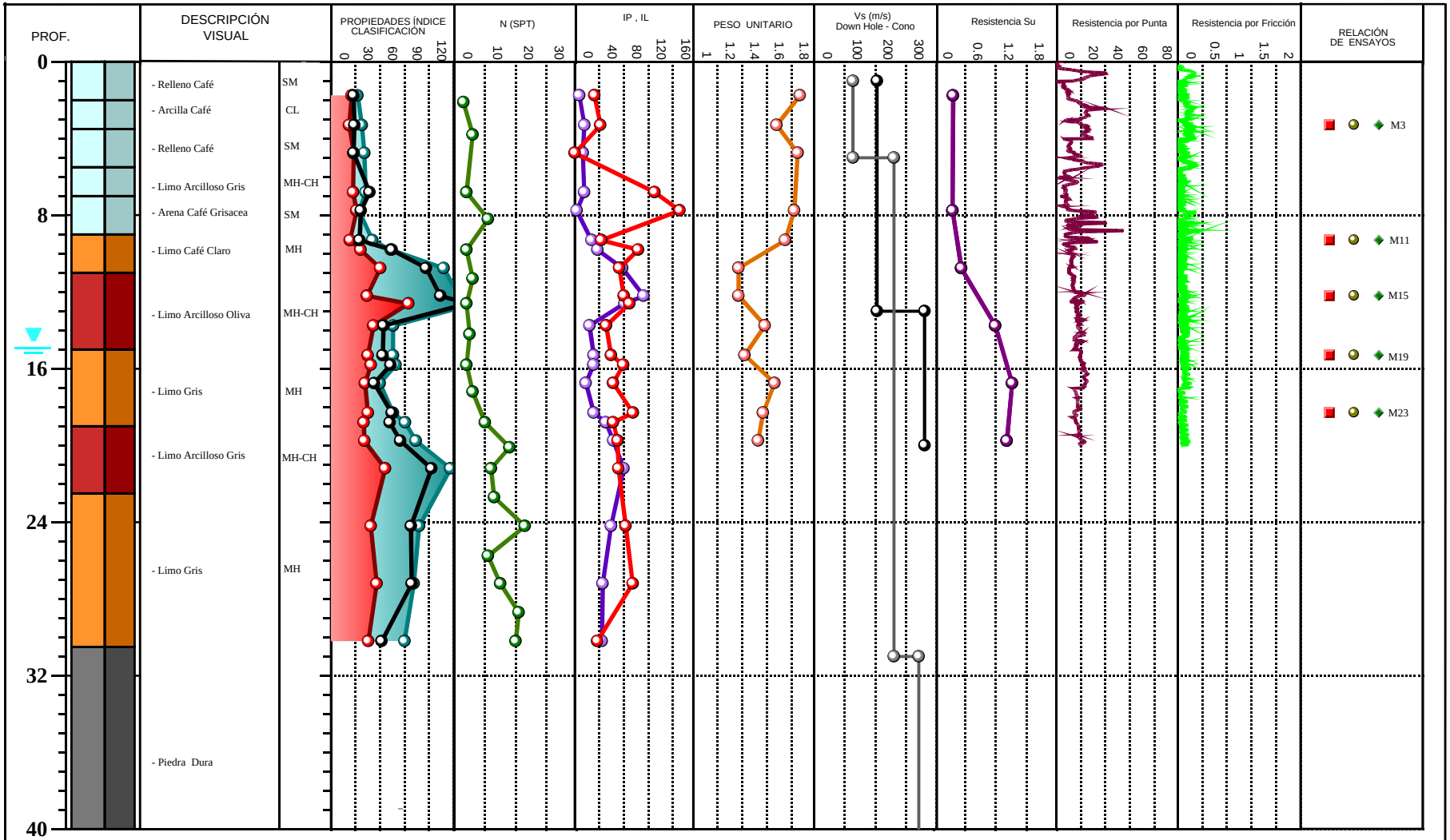
LOCALIZACIÓN : LA SULTANA

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.10

Manizales

Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

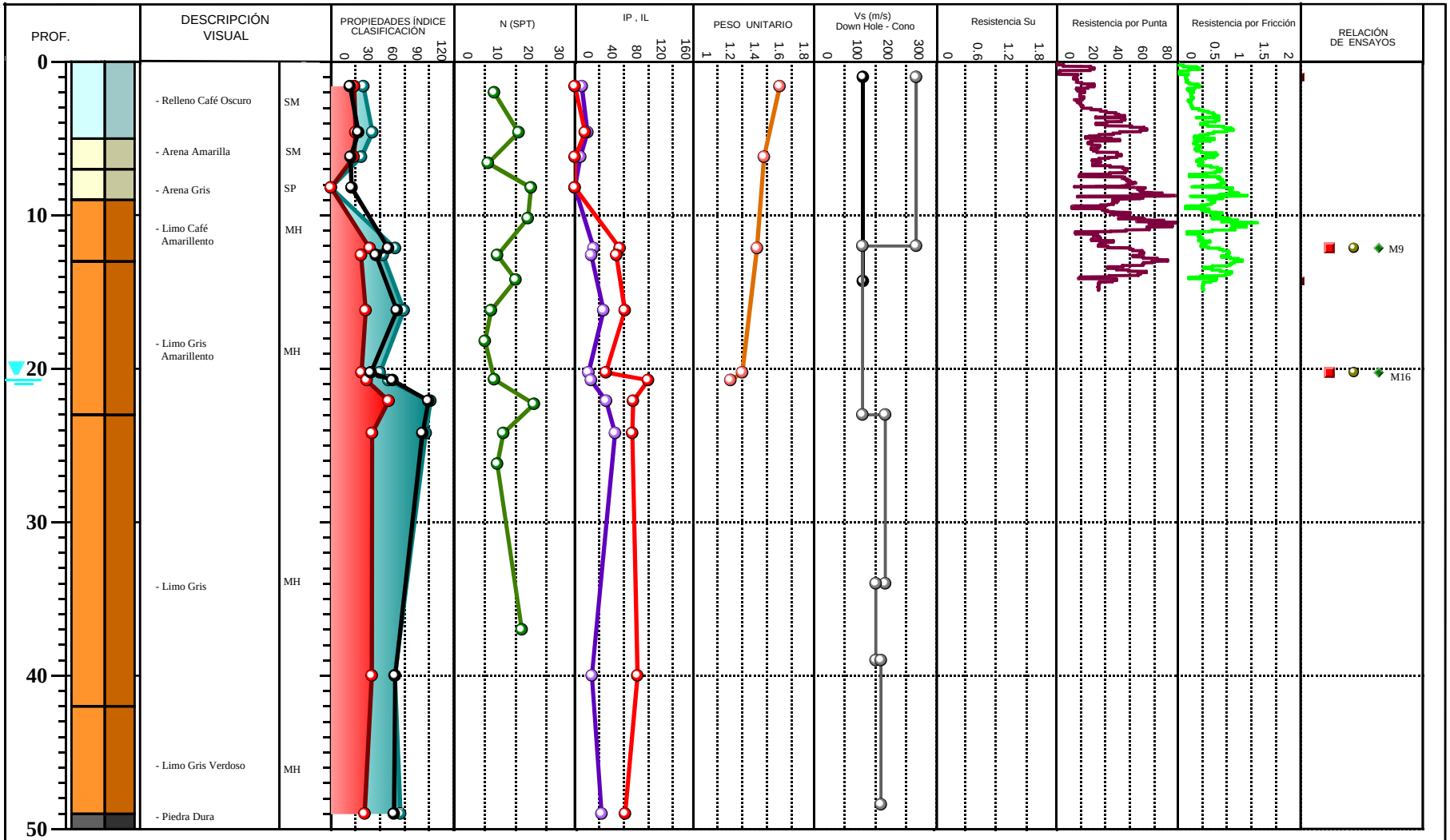
Sondeo No. : 10

LOCALIZACIÓN : Coldeportes (La Calleja)

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.11

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

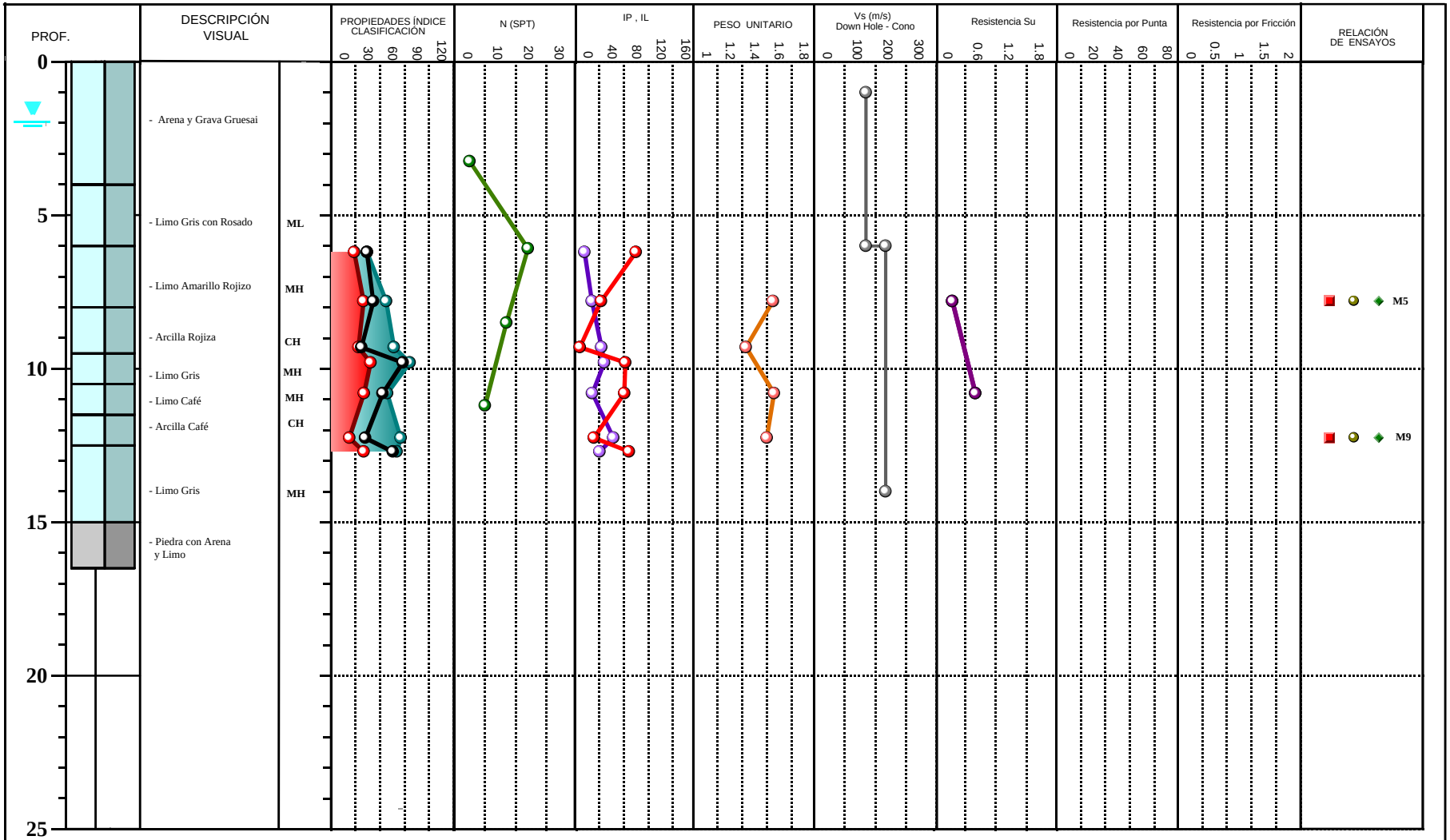
Sondeo No. : 11

LOCALIZACIÓN : Colegio Santa Ines

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.12

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

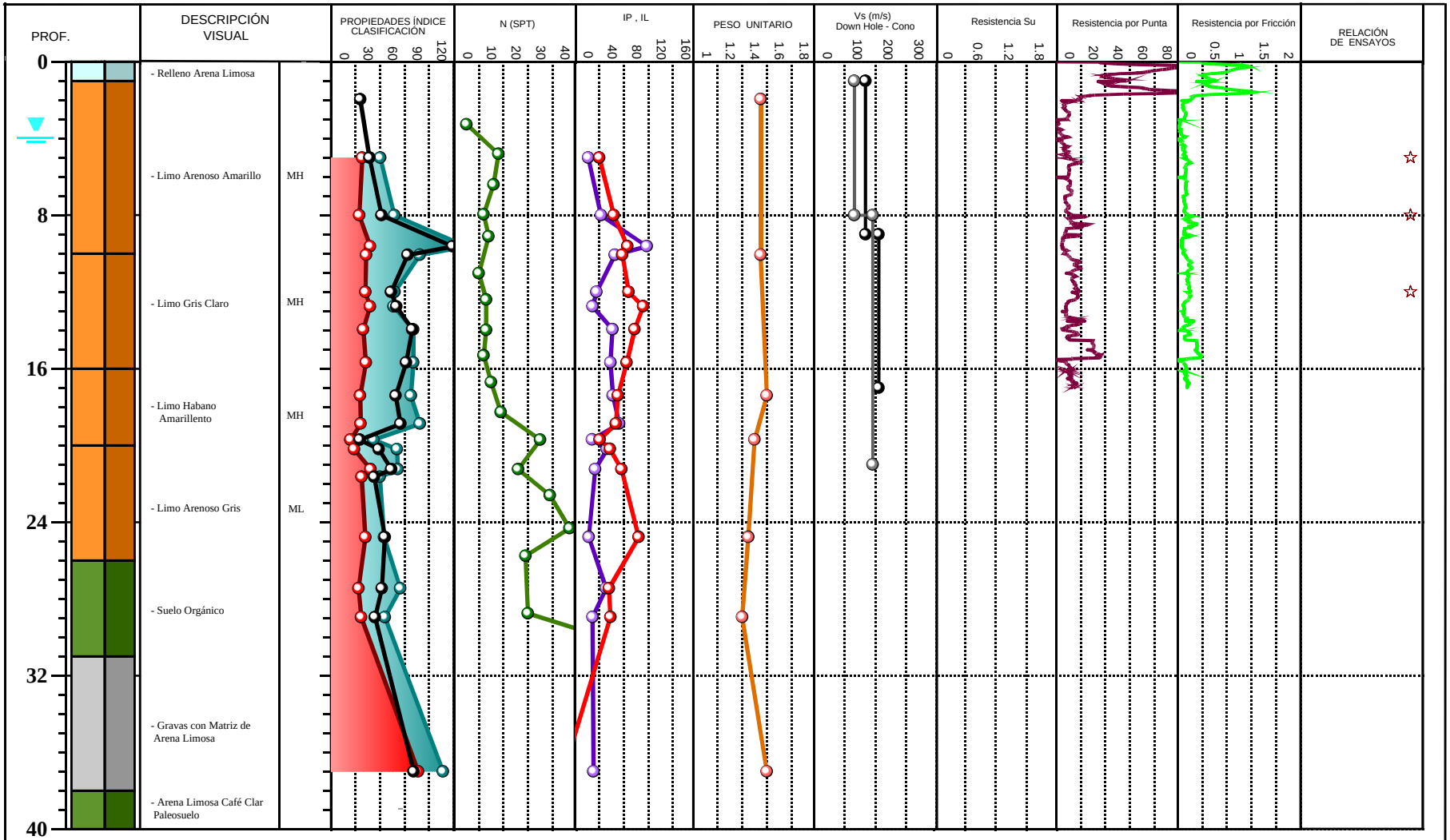
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Sondeo No. : 12
LOCALIZACIÓN : S. CHEC Marmato

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.13

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
  - w (%)
  - LP (%)
  - LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
  - PESO UNITARIO (Ton/m3)
  - IP
  - IL
- COLUMNA RESONANTE
  - N (spt)
  - Su (kg/cm²)
  - R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
  - R. Fuste (kg/cm²)
  - Velocidad Down Hole (m/s)
  - Velocidad Cono (m/s)

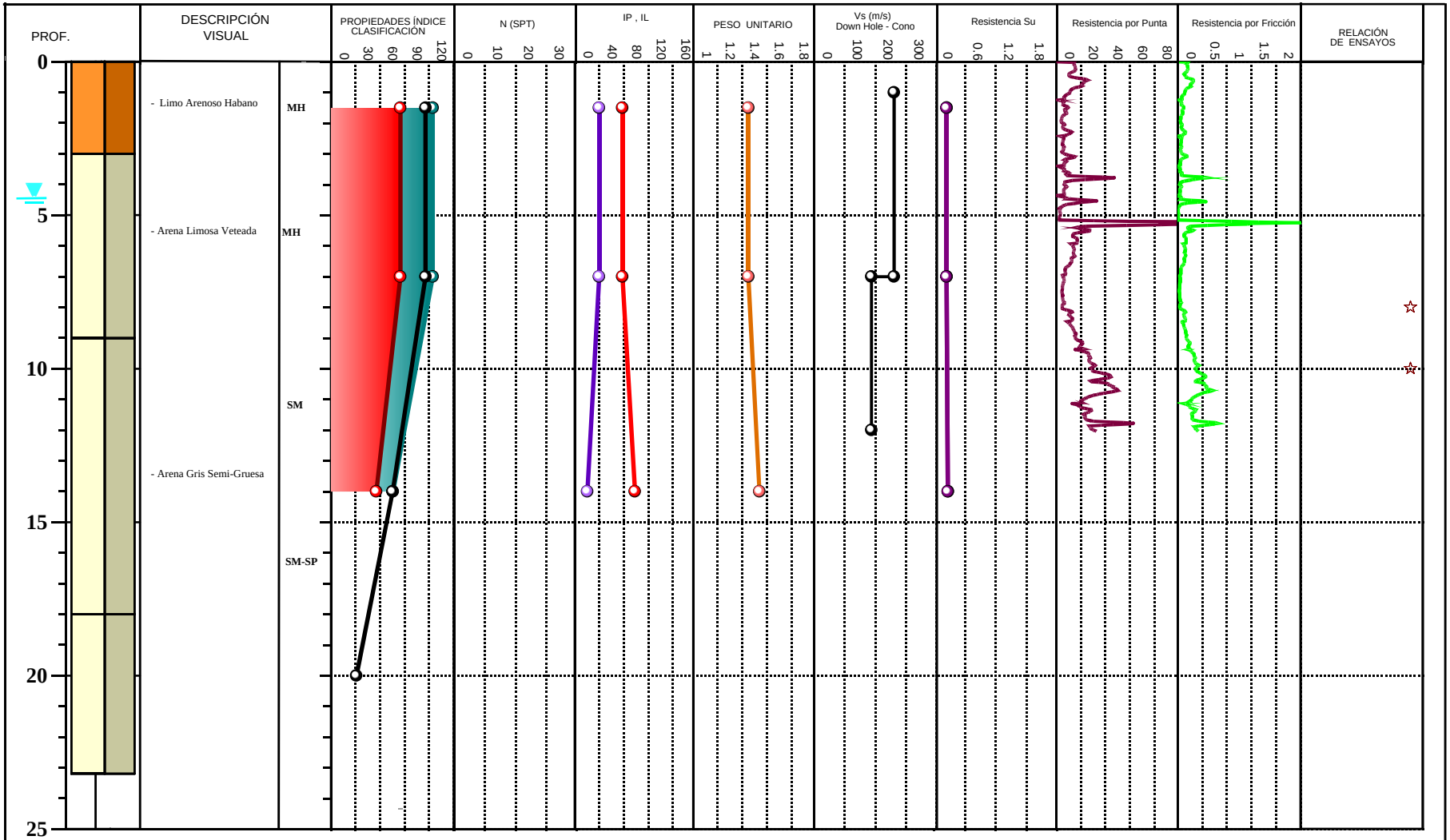
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Sondeo No. : 13
LOCALIZACIÓN : Catedral de Manizales

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.14

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

Sondeo No. : 14

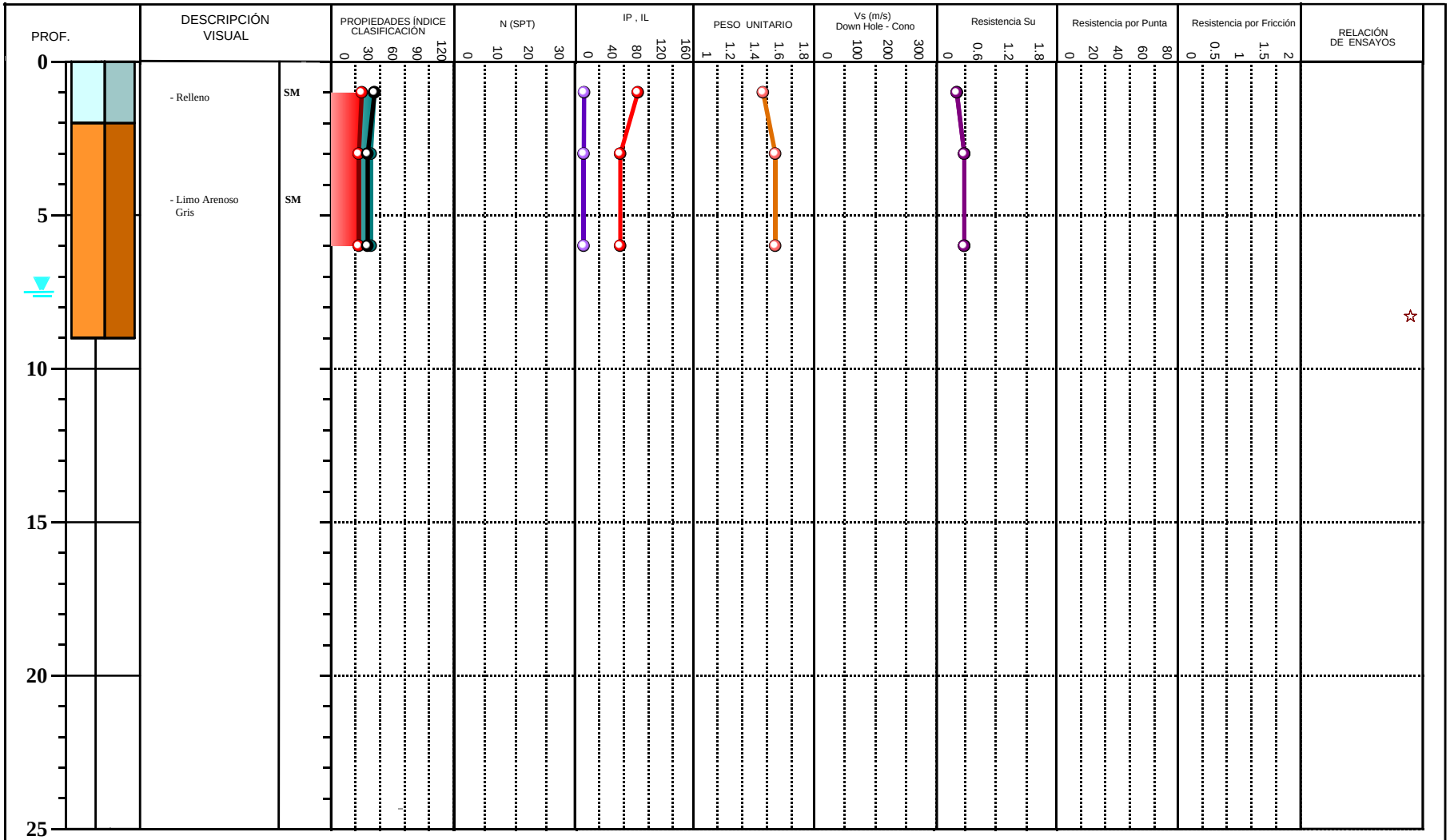
LOCALIZACIÓN : ALEJANDRIA 1

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.15

Manizales

Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESUROMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

Sondeo No. : 15

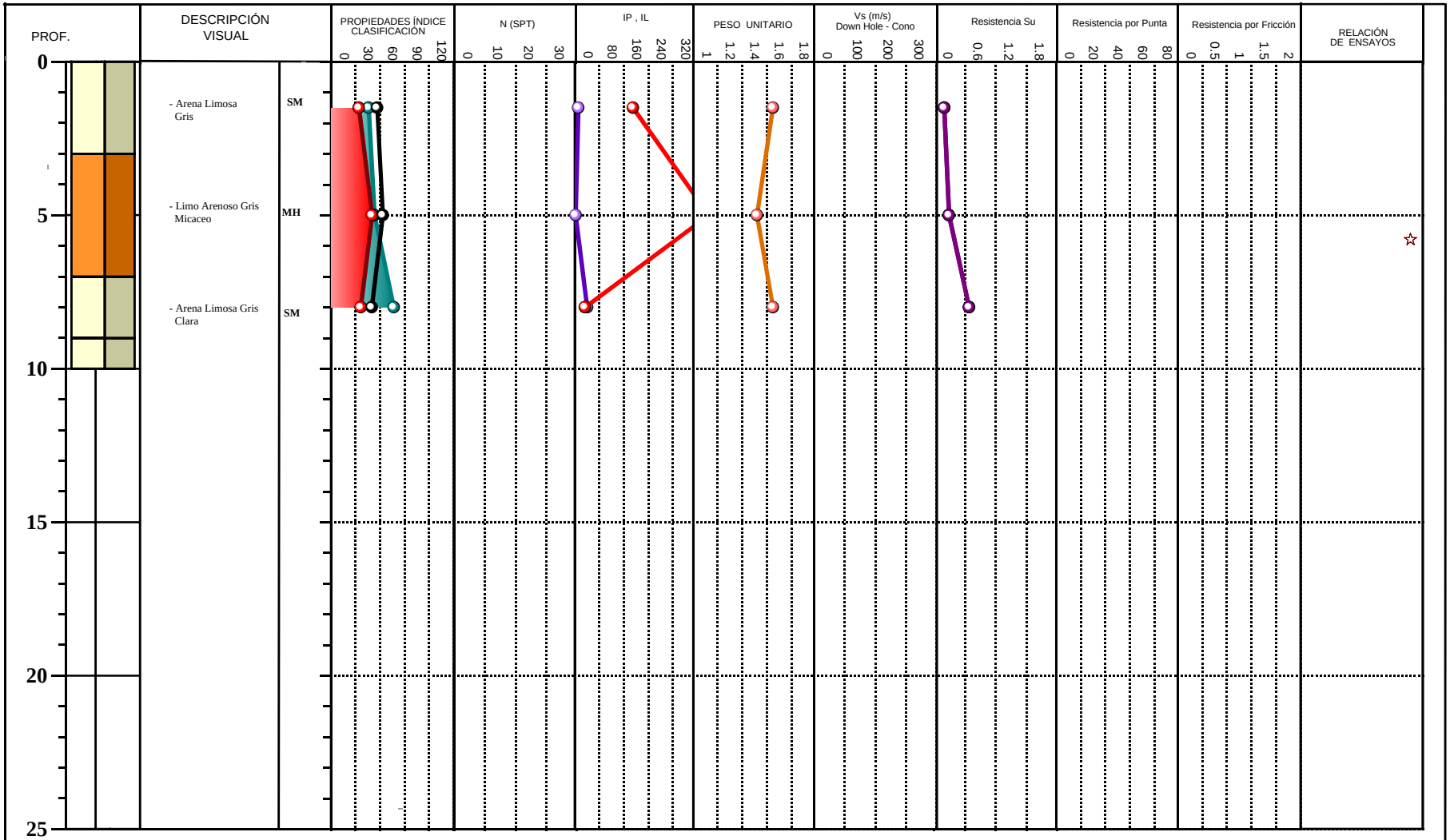
LOCALIZACIÓN : ALEJANDRIA 2

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.16

Manizales

Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

Sondeo No. : 16

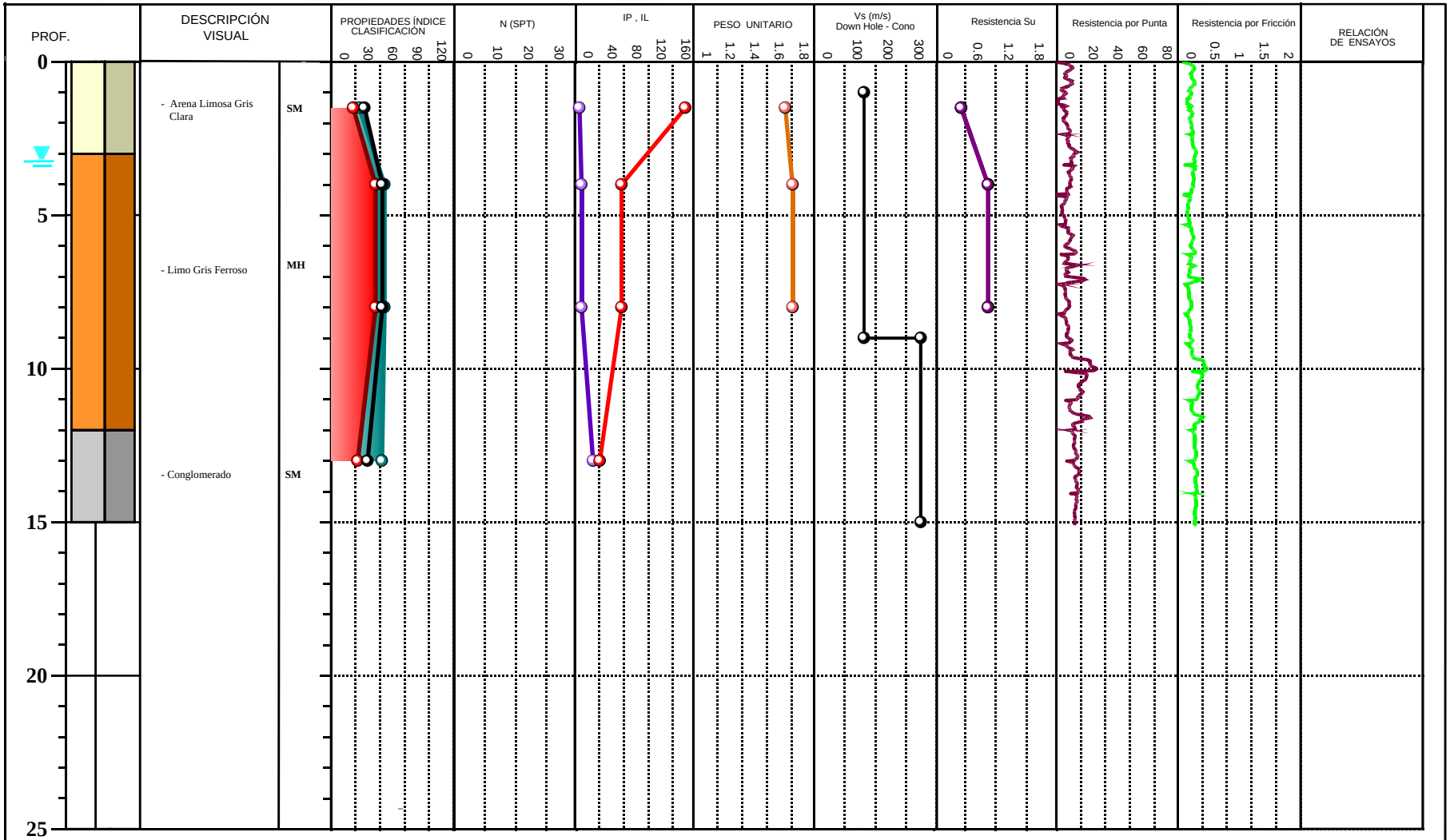
LOCALIZACIÓN : TORREAR

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.17

Manizales

Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESUROMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

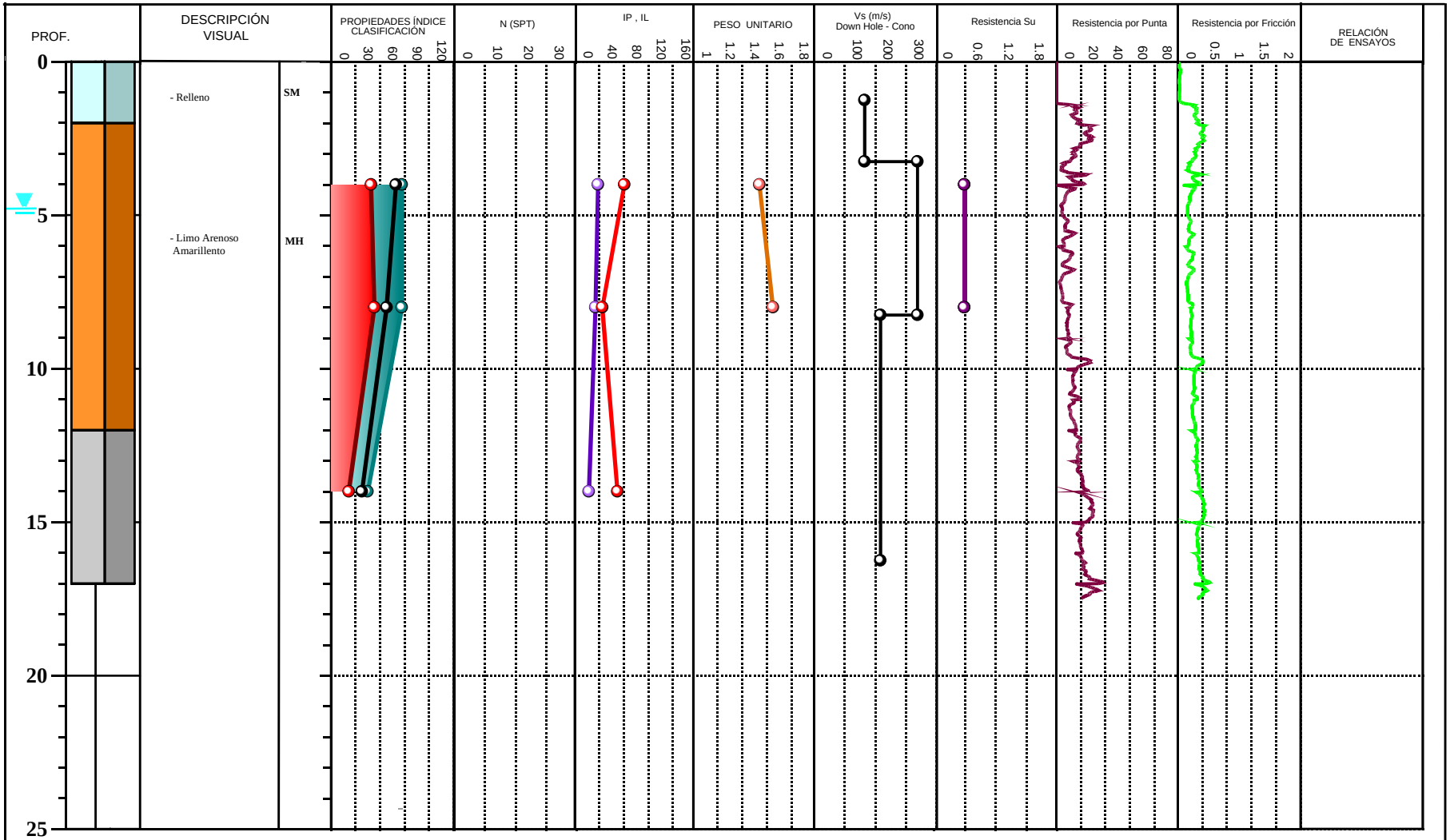
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Sondeo No. : 17
LOCALIZACIÓN : LA GOTERA (U. NAL)

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.18

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

Sondeo No. : 18

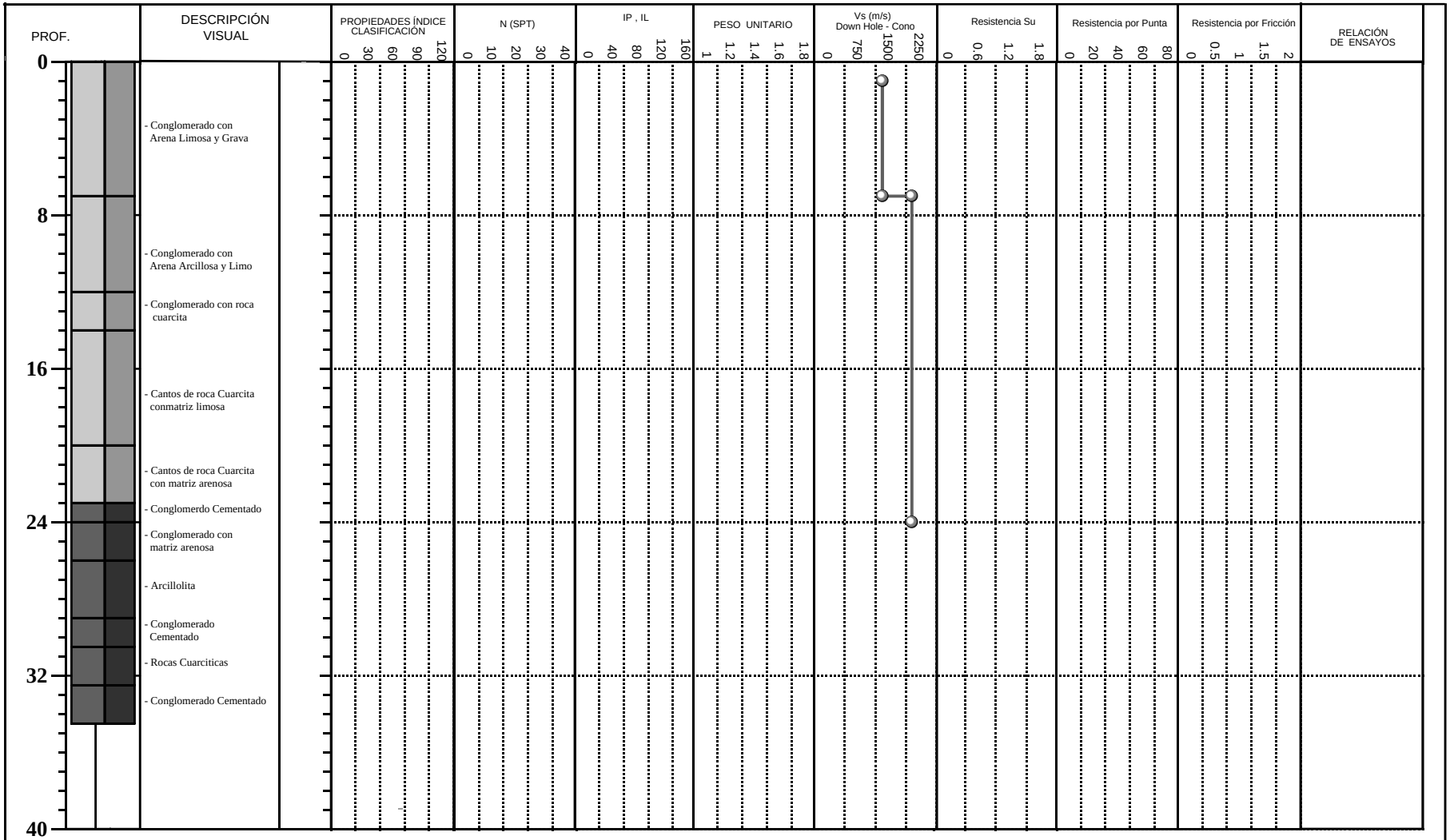
LOCALIZACIÓN : PARQUE FUNDADORES

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.19

Manizales

Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

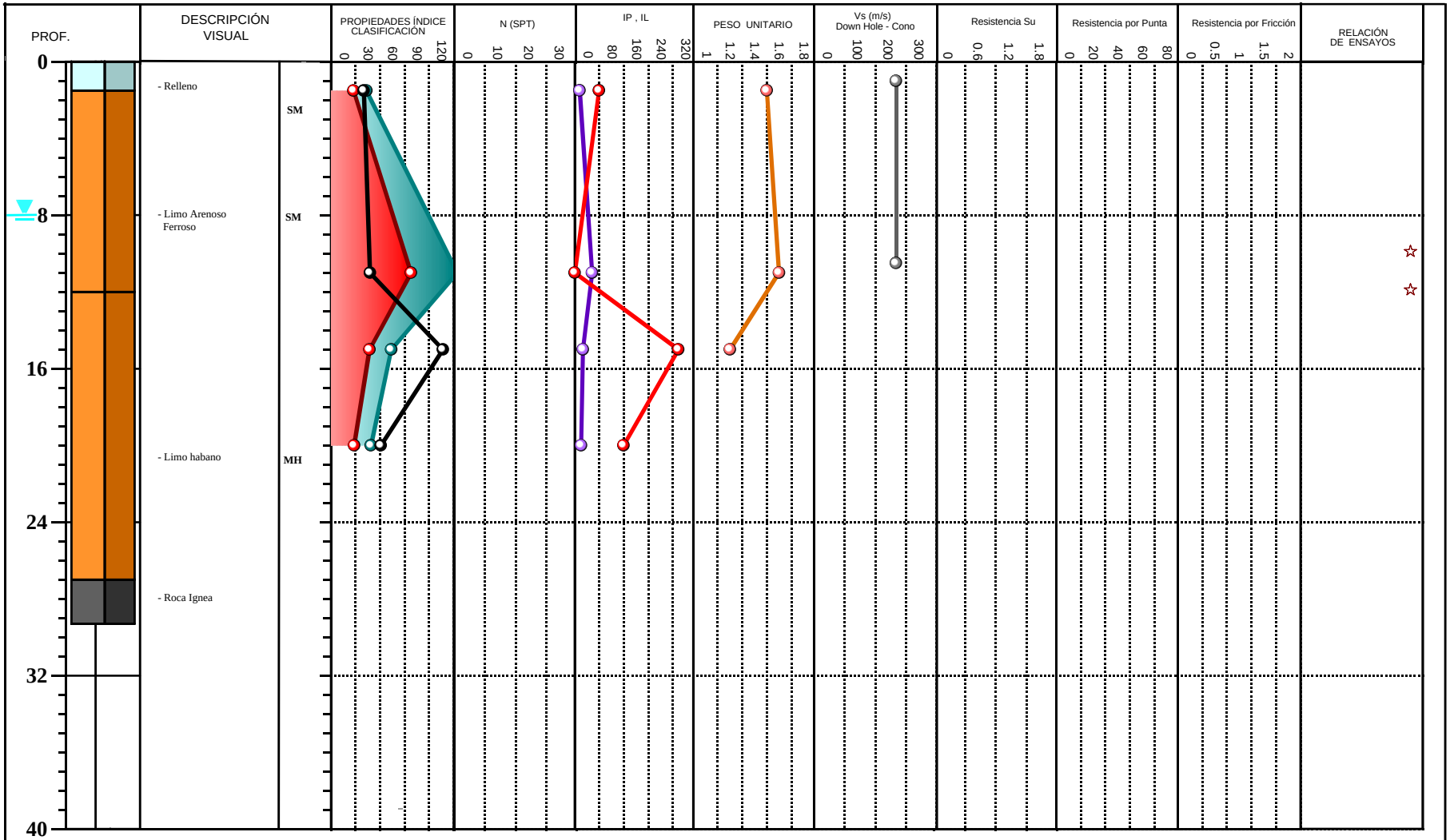
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Sondeo No. : 19
LOCALIZACIÓN : La Estampilla

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.20

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

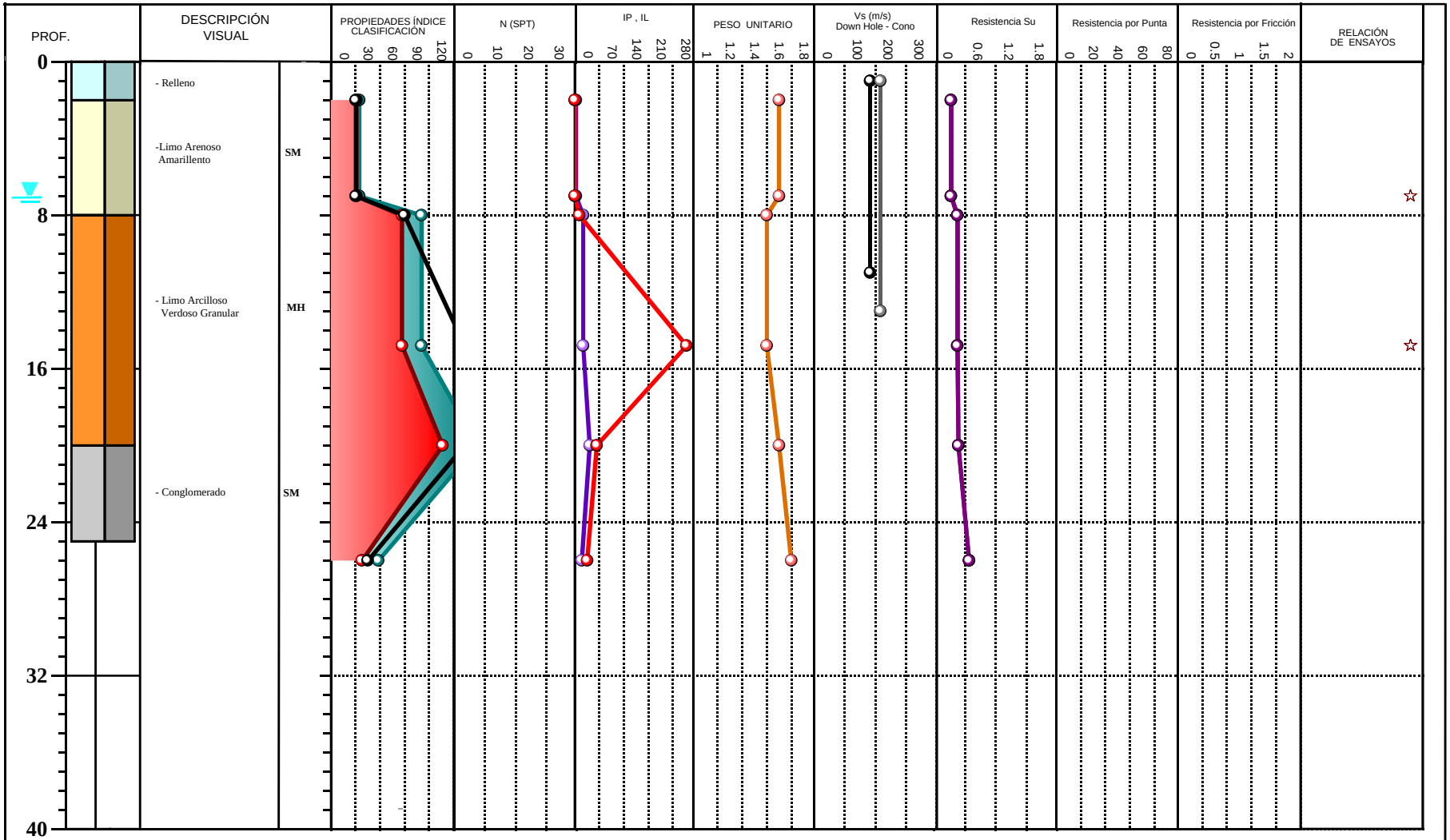
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Sondeo No. : 20
LOCALIZACIÓN : ESTADIO PALOGRANDE

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.21

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

Sondeo No. : 21

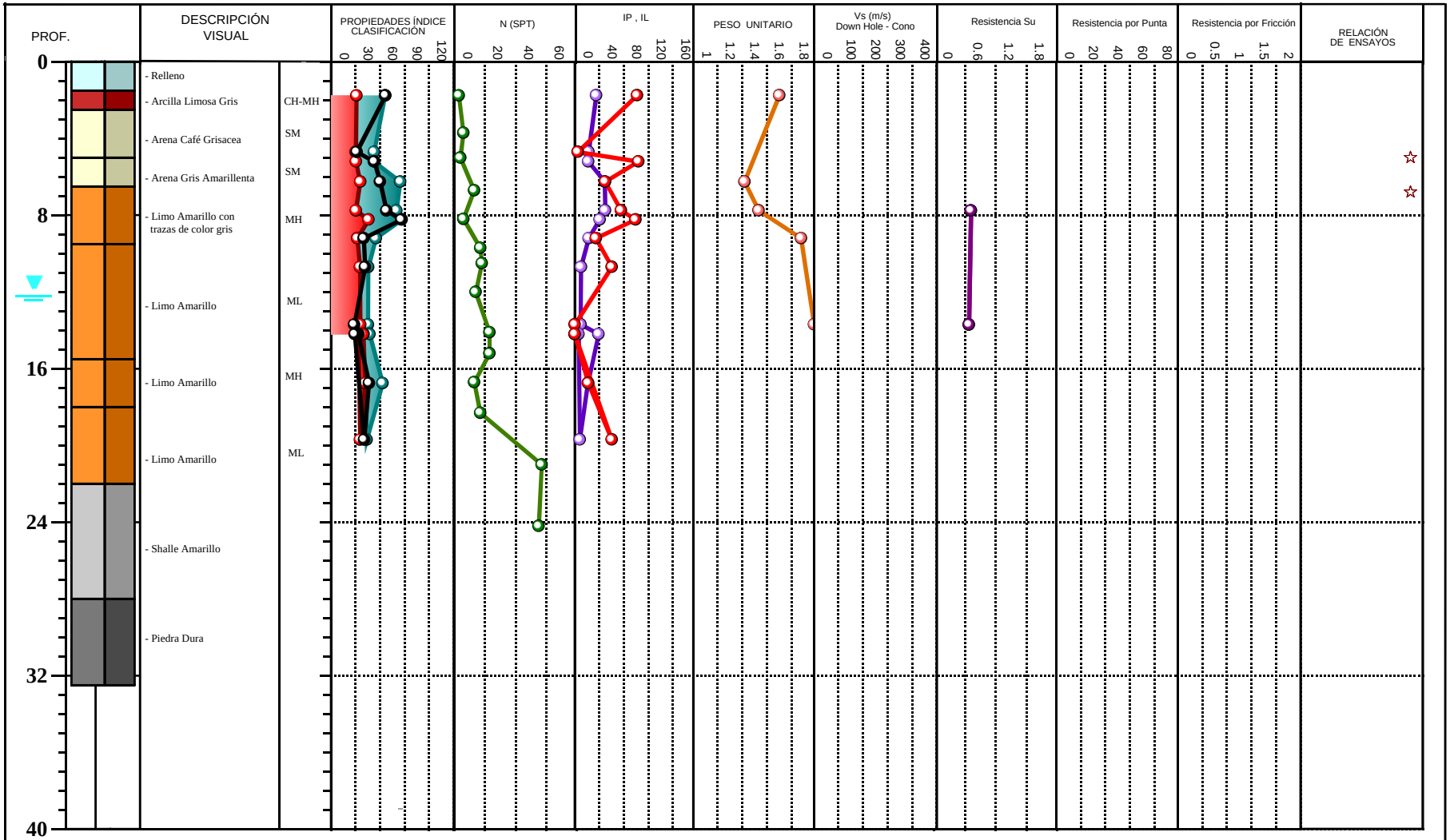
LOCALIZACIÓN : ANTIGUA ALCALDIA

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.22

Manizales

Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
  - w (%)
  - LP (%)
  - LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
  - PESO UNITARIO (Ton/m3)
  - IP
  - IL
- COLUMNA RESONANTE
  - N (spt)
  - Su (kg/cm²)
  - R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
  - R. Fuste (kg/cm²)
  - Velocidad Down Hole (m/s)
  - Velocidad Cono (m/s)

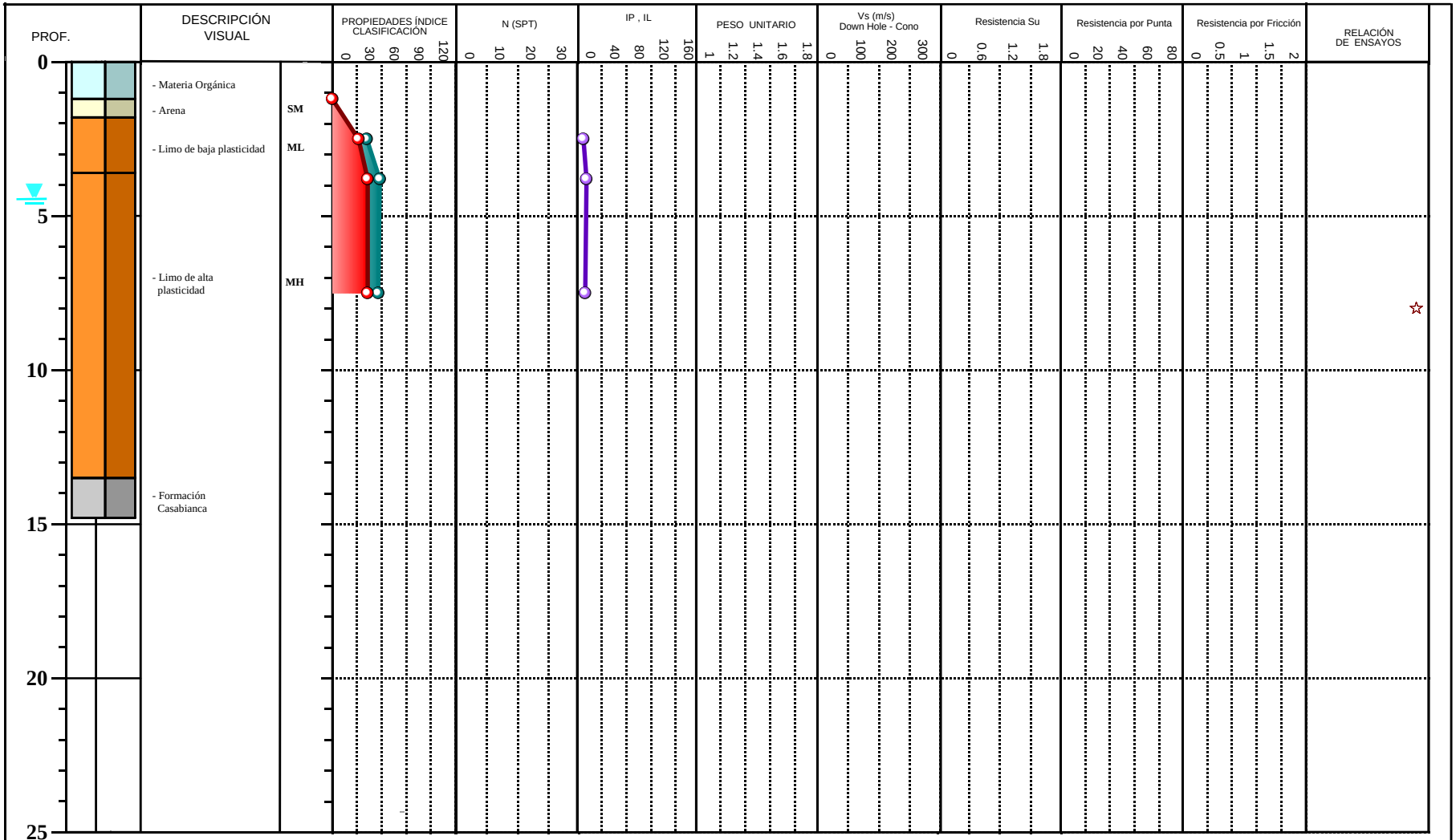
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

Sondeo No. : 22
LOCALIZACIÓN : Samaria

FECHA : Agosto de 2002

Figura 5.23

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES

CIMOC

Sondeo No. : 23

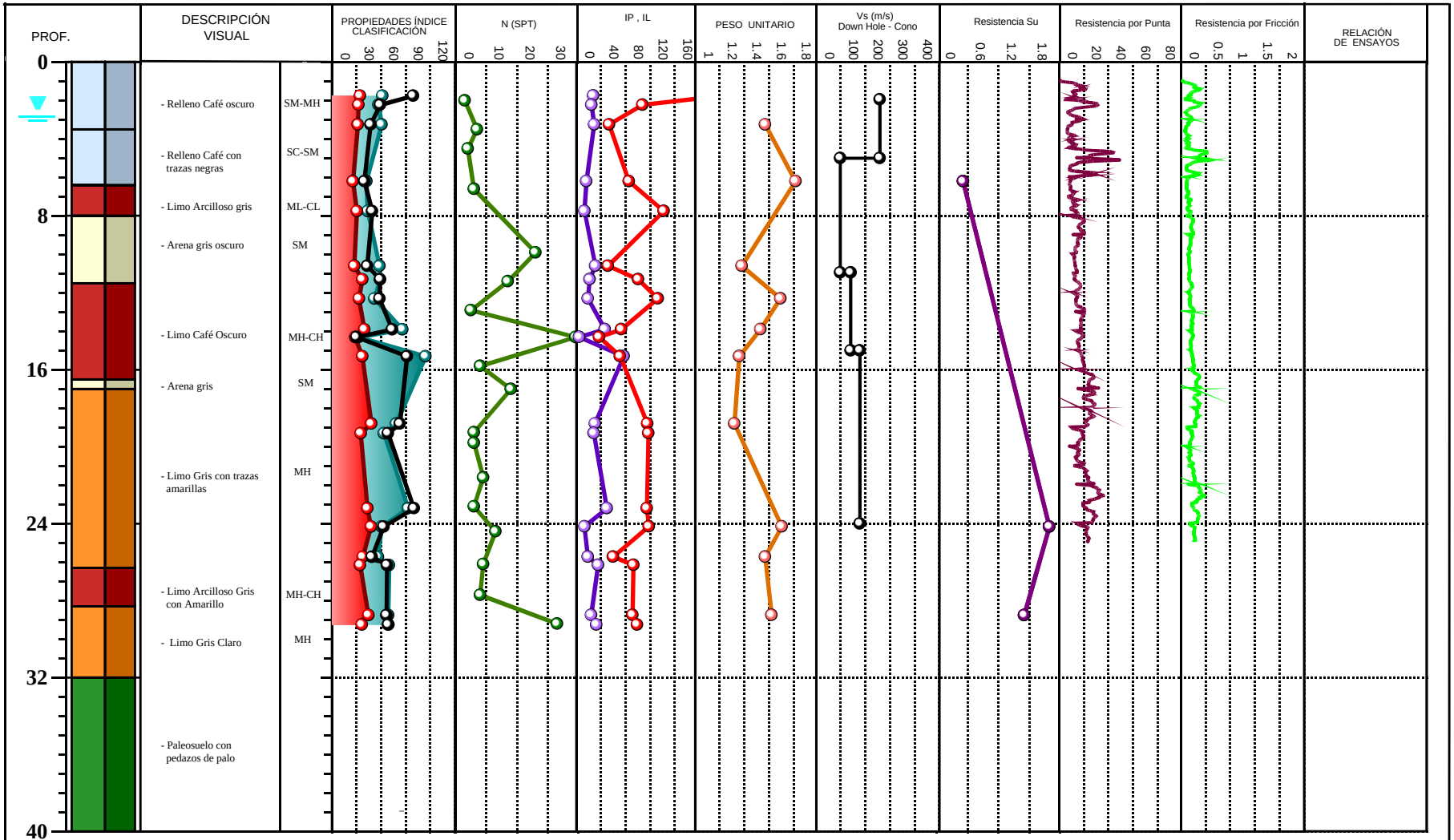
LOCALIZACIÓN : VILLA CARMENZA

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.24

Manizales

Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CONVENCIONES

- BENDER ELEMENT
- w (%)
- LP (%)
- LL (%)
- TRIAXIAL CICLICO
- PESO UNITARIO (Ton/m3)
- IP
- IL
- COLUMNA RESONANTE
- N (spt)
- Su (kg/cm²)
- R. Punta (kg/cm²)
- PRESIOMETRO
- R. Fuste (kg/cm²)
- Velocidad Down Hole (m/s)
- Velocidad Cono (m/s)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC

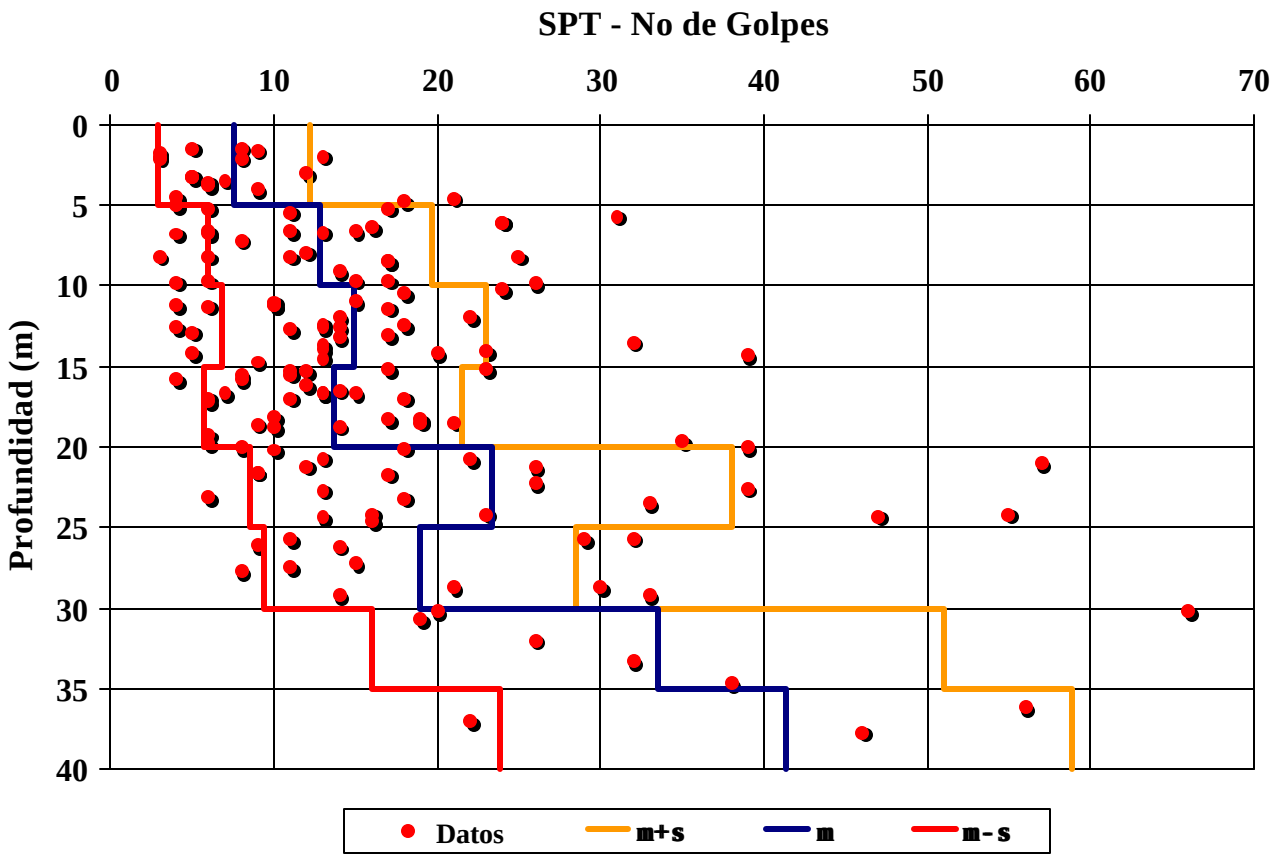
Sondeo No. : 24
LOCALIZACIÓN : Parque Caldas (Parq. CAI)

FECHA: Agosto de 2002

Figura 5.25

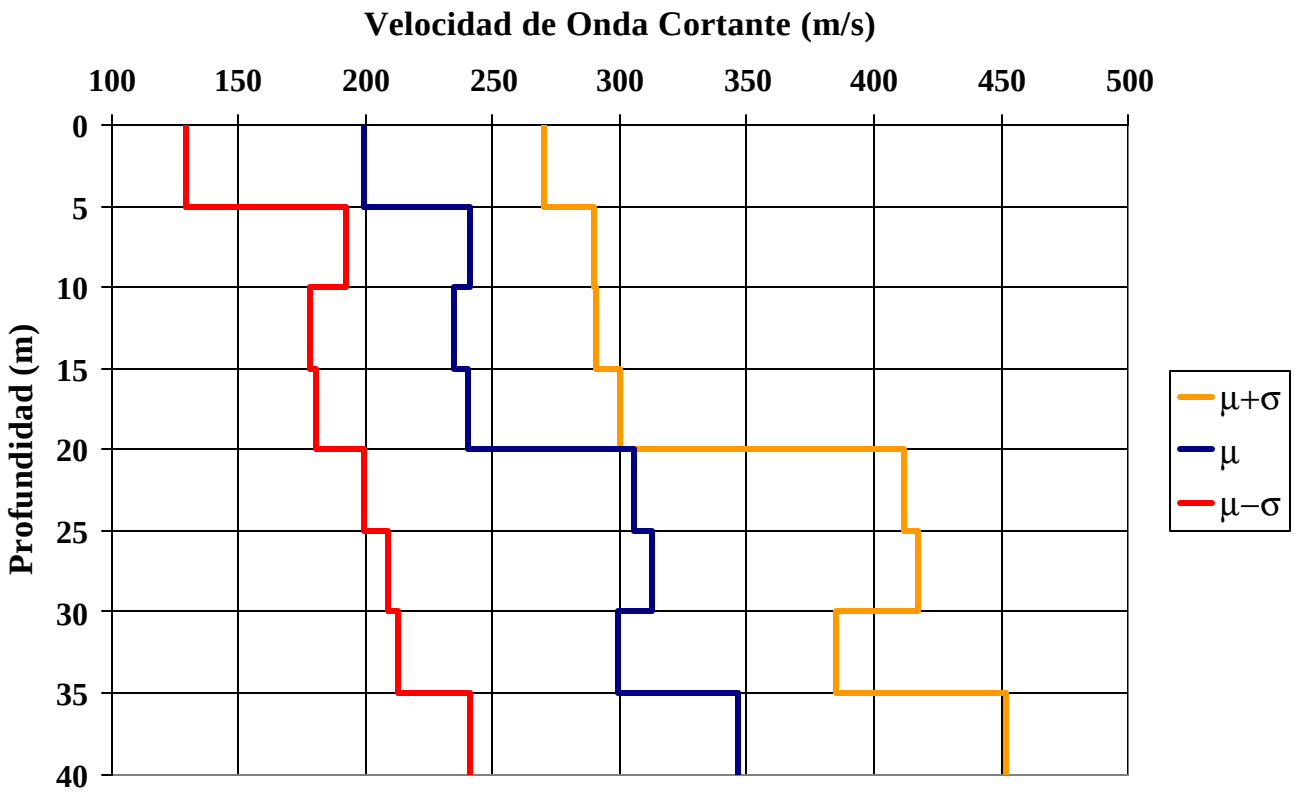
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

SPT Vs Profundidad



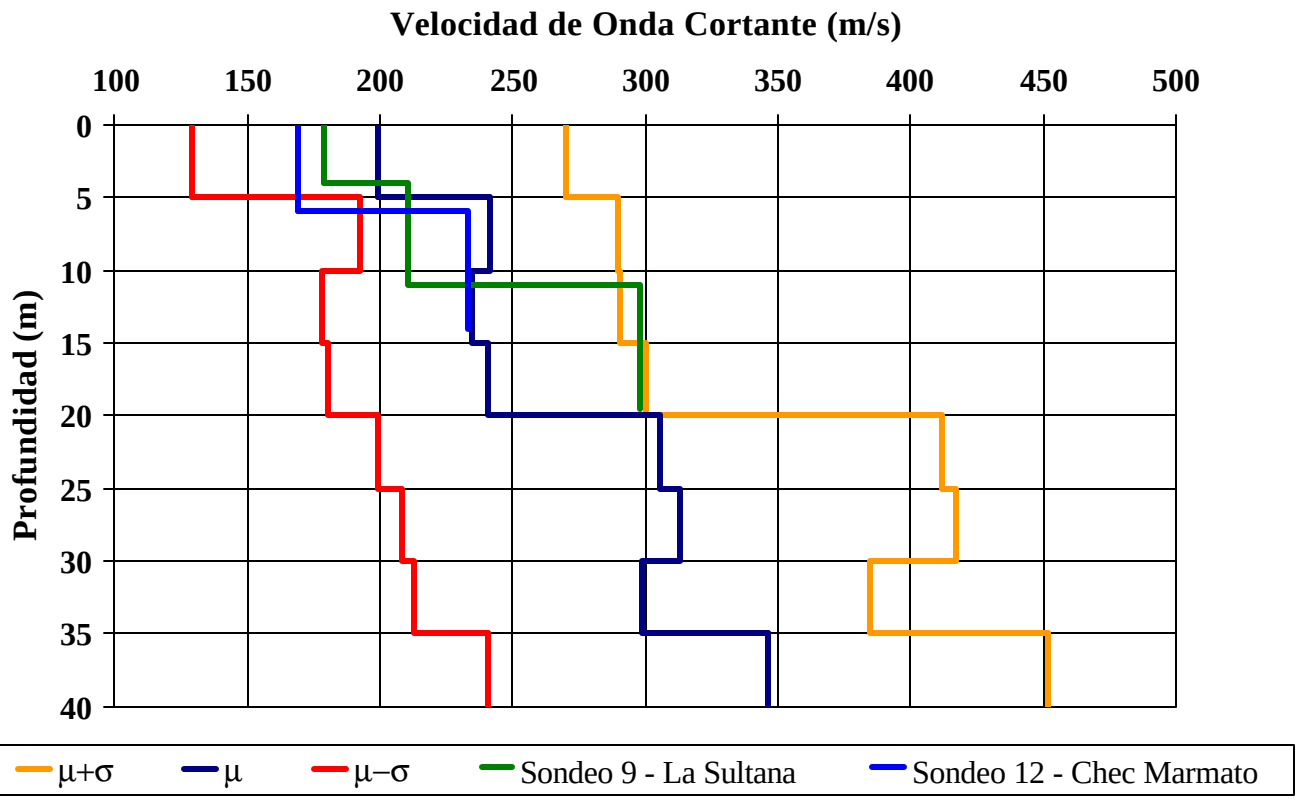
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	SPT Valores medios y desviaciones estándar	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.26	**Fecha:** Agosto de 2002

Variación de la Velocidad de Onda Cortante con la Profundidad



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Vs Velocidad de Onda de Corte Valores medios y desviaciones estándar	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.27	**Fecha:** Agosto de 2002

Variación de la Velocidad de Onda Cortante con la Profundidad



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Comparación entre las velocidades de onda promedio y las registradas en los rellenos de la ciudad	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.28	**Fecha:** Agosto de 2002

CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

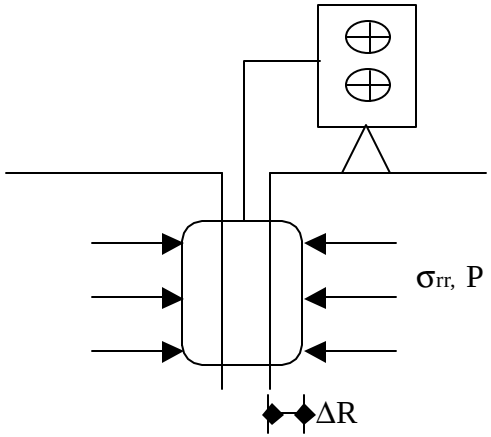
Equipo para realizar el ensayo de cono sísmico

Figura: 5.29

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

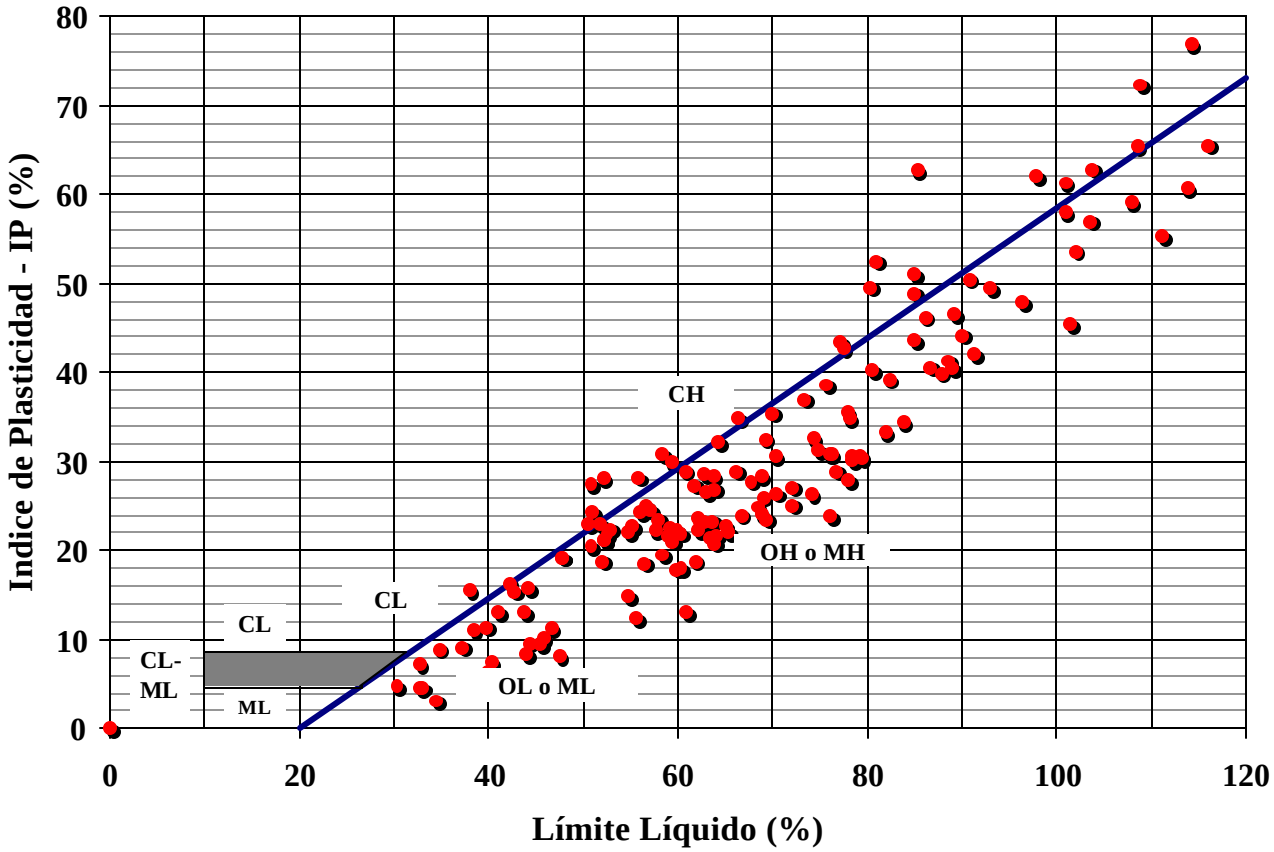
Esquema del ensayo



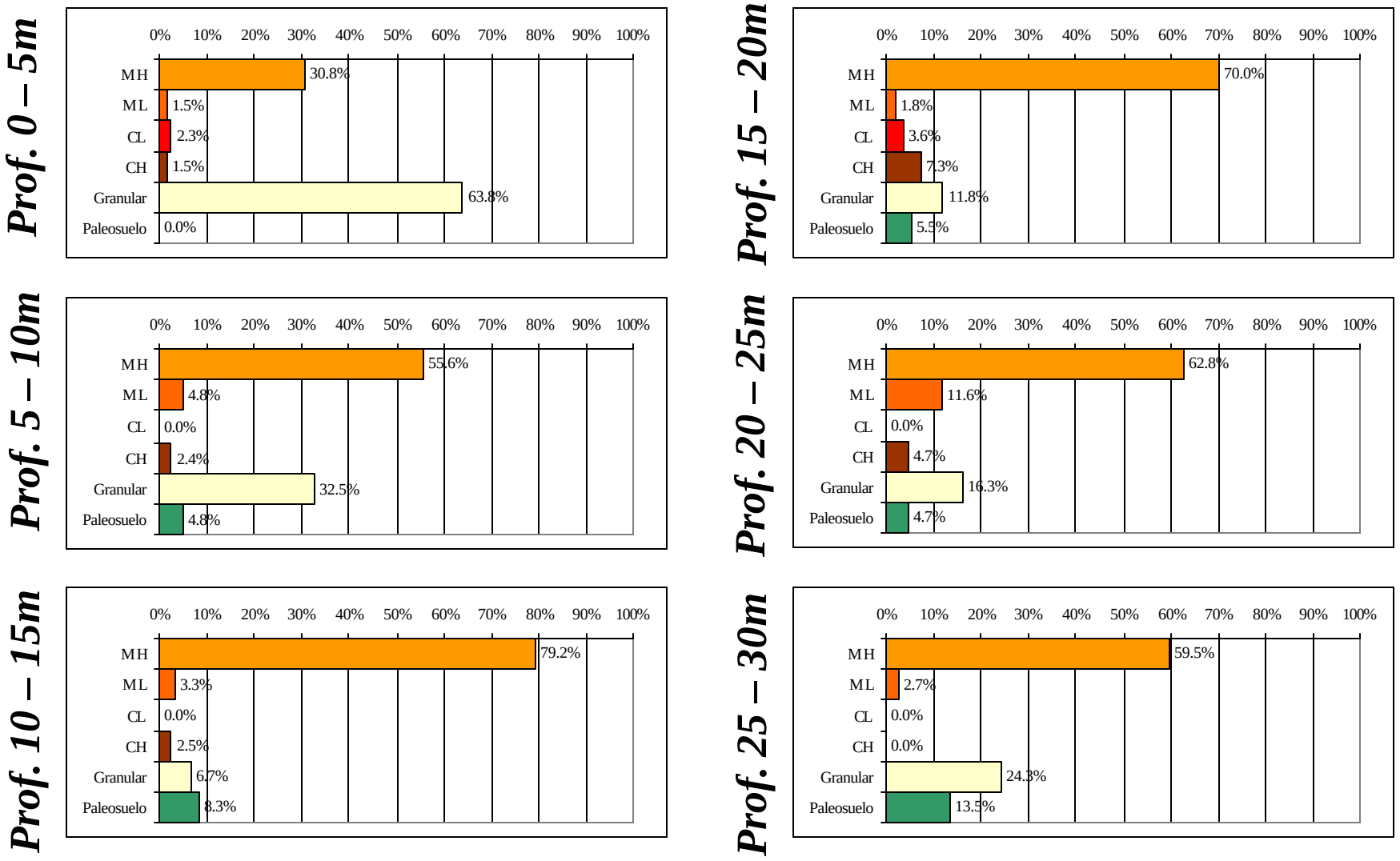
Montaje

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Equipo para realizar el ensayo de presiómetro	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.30	**Fecha:** Agosto de 2002

Carta de Plasticidad



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Gráfico de Casagrande	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.31	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

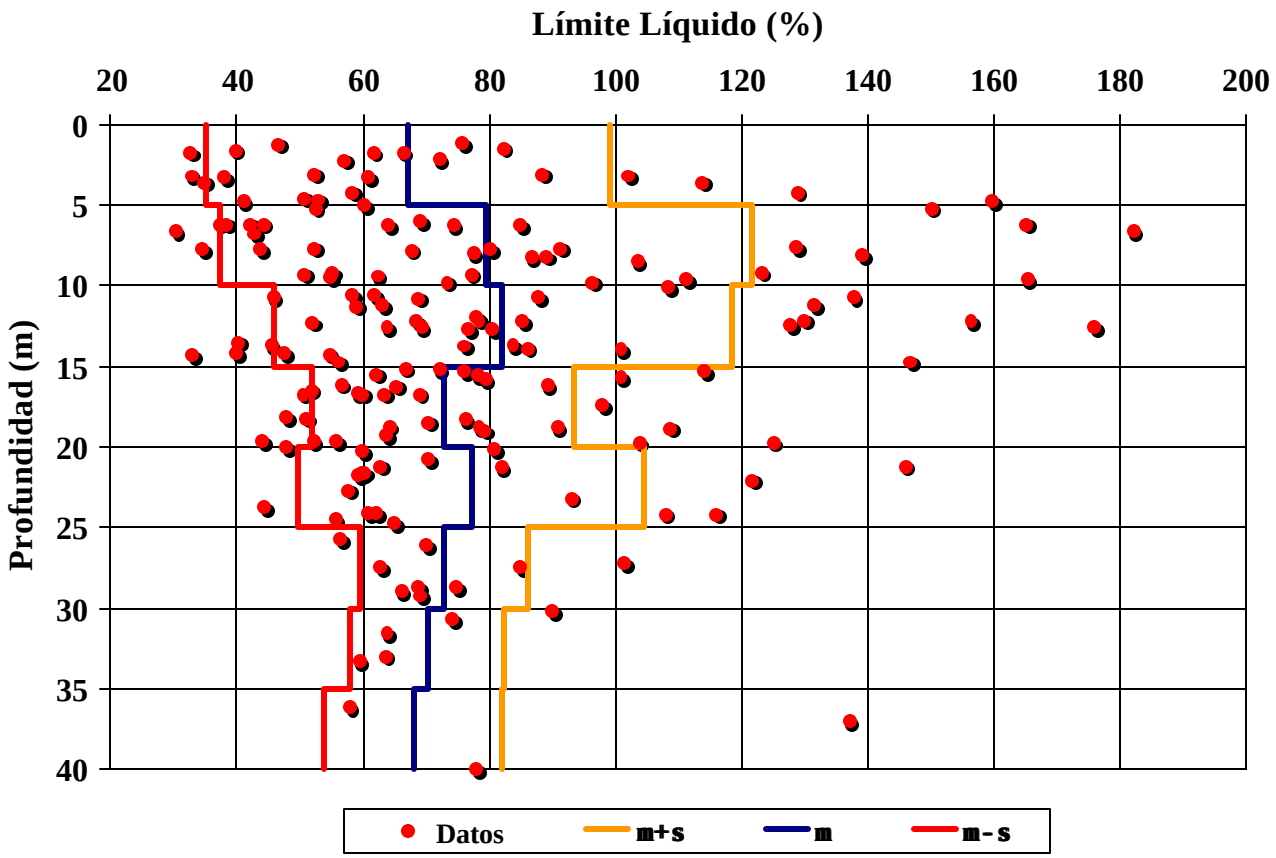
Distribución de los suelos con la profundidad

Figura: 5.32

Fecha: Agosto de 2002

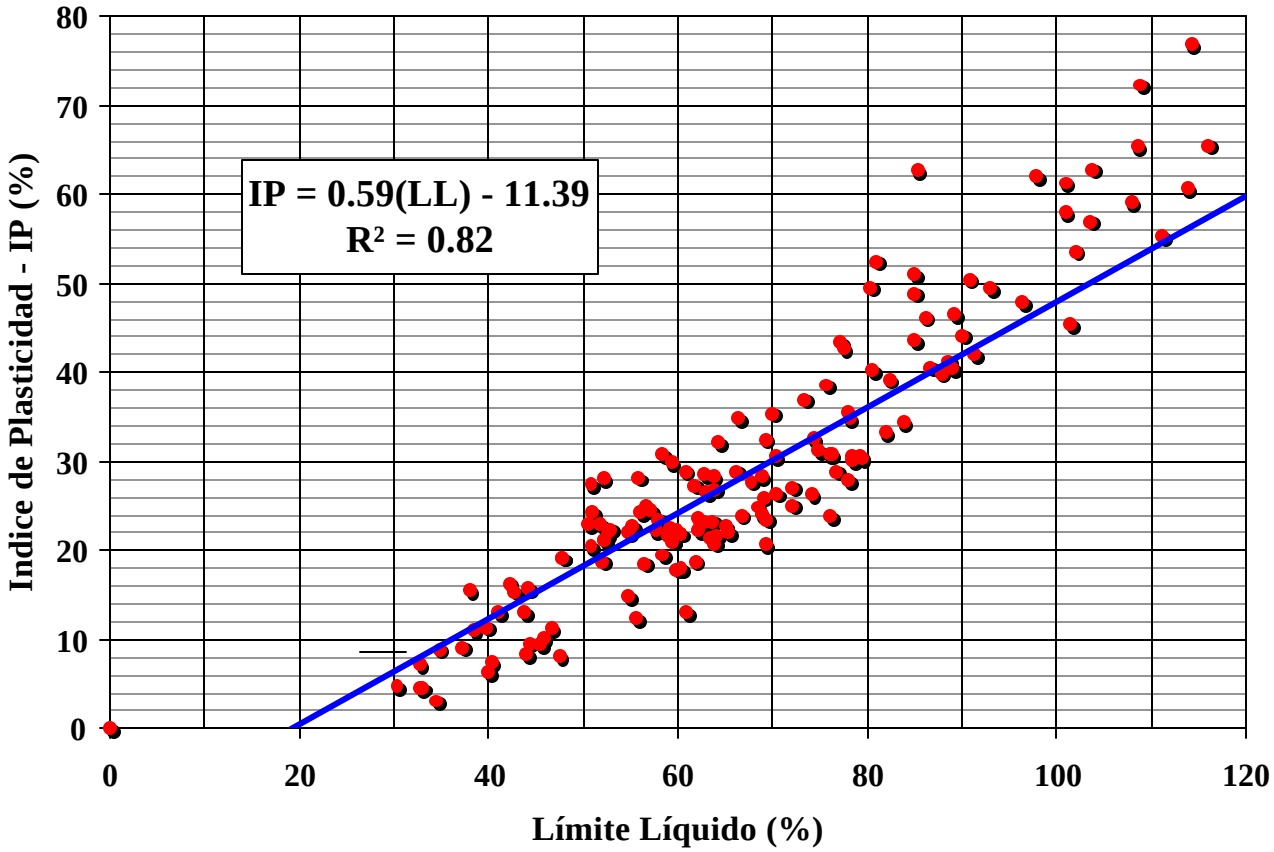
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

Límite Líquido Vs Profundidad



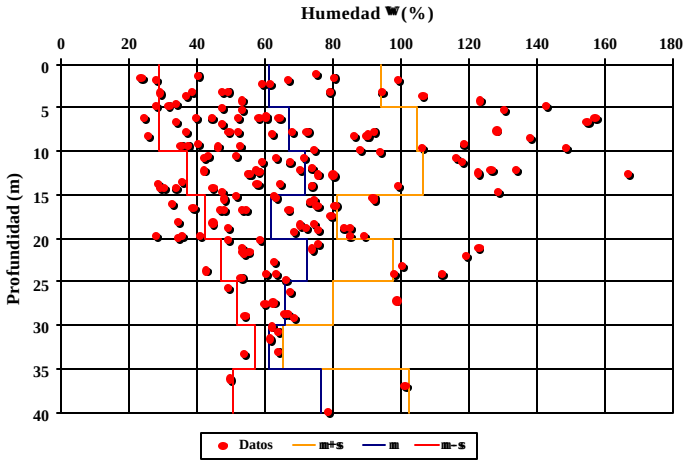
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Límite Liquido - Valores medios y desviaciones estándar	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.33	**Fecha:** Agosto de 2002

Relación Indice de Platicidad Vs Límite Líquido

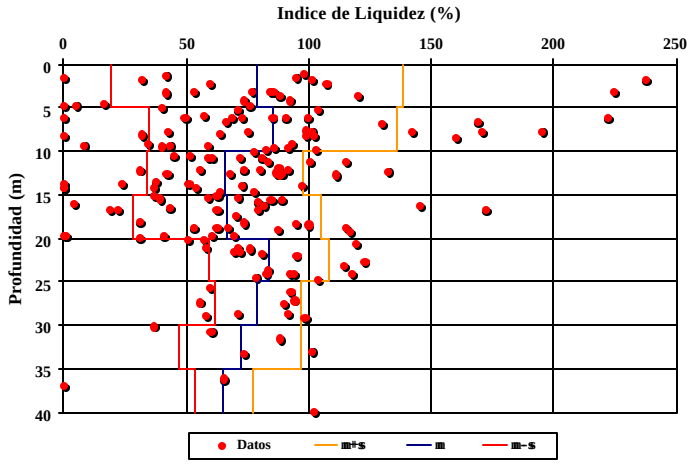


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Relación IP contra Límite Líquido	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.34	**Fecha:** Agosto de 2002

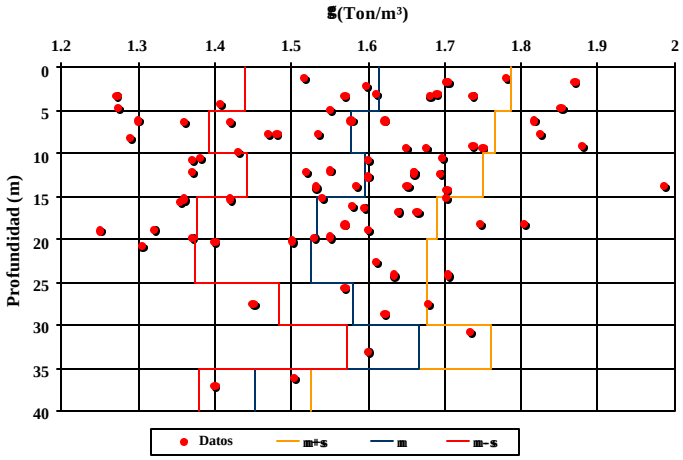
Profundidad Vs Humedad



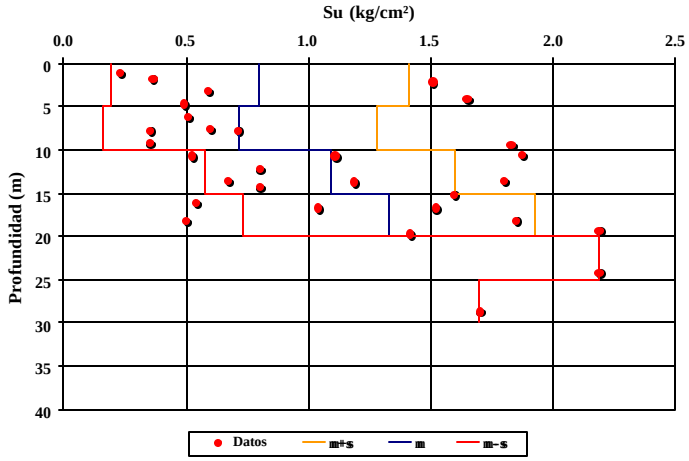
Profundidad Vs IL



Densidad Vs Profundidad



Su Vs Profundidad



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

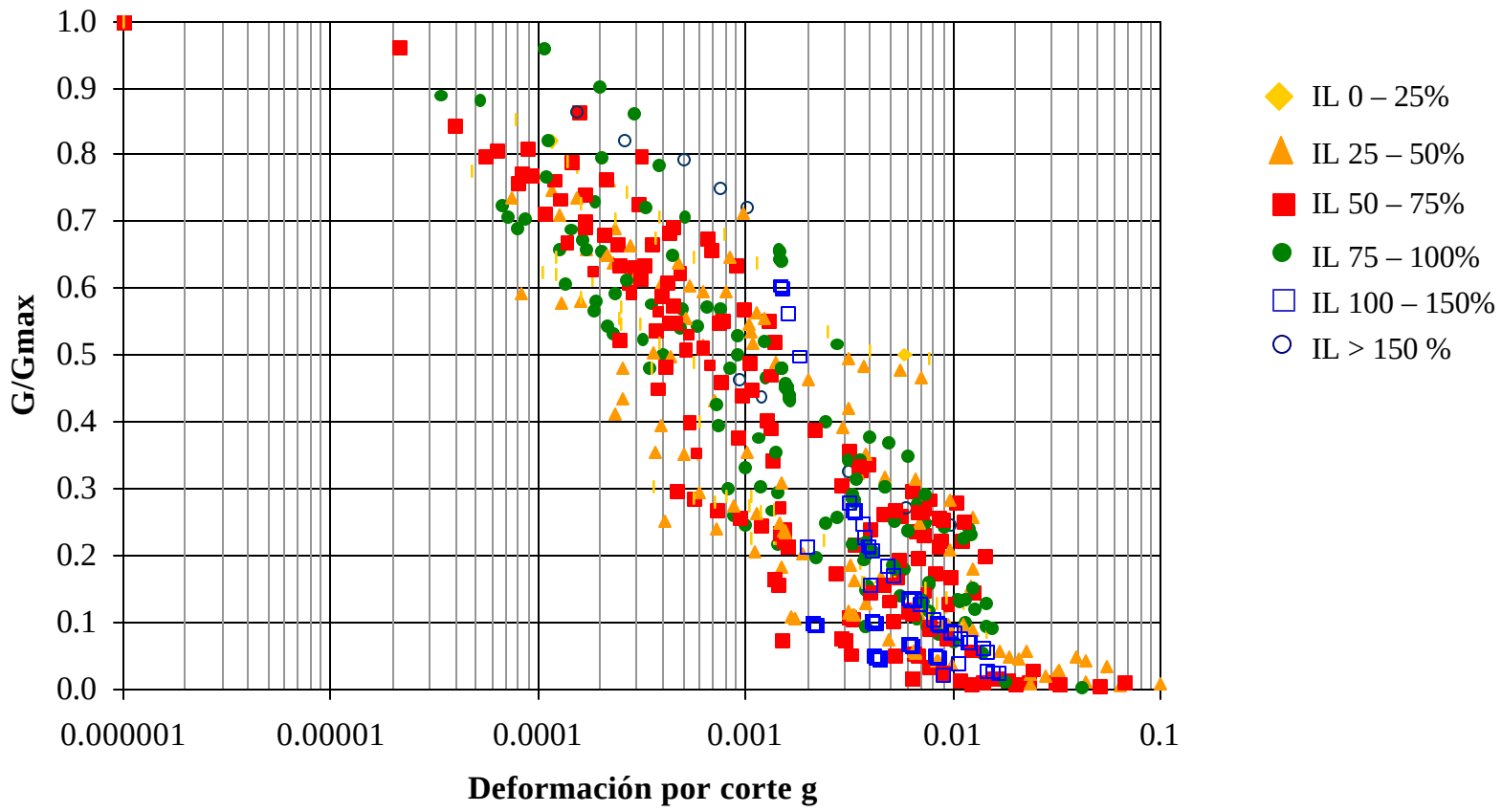
Propiedades Básicas de los suelos contra la profundidad

Figura: 5.35

Fecha: Agosto de 2002

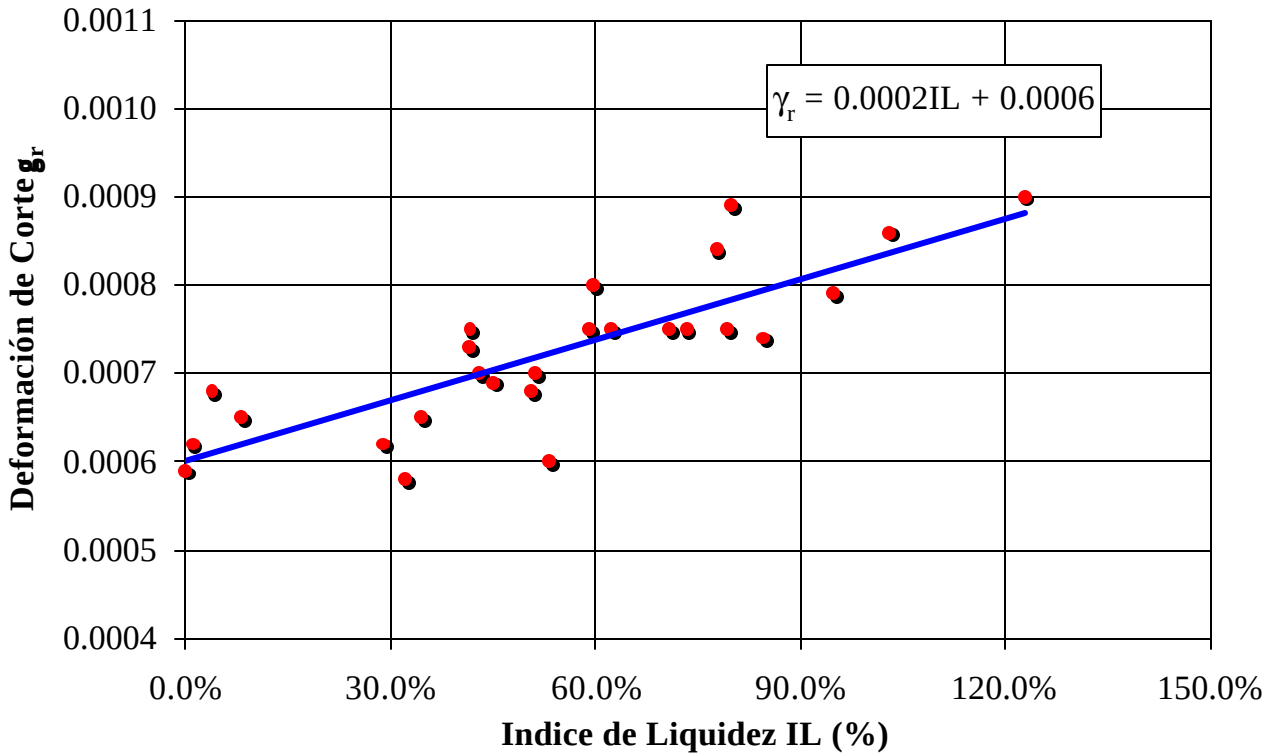
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

Curvas de Degradación



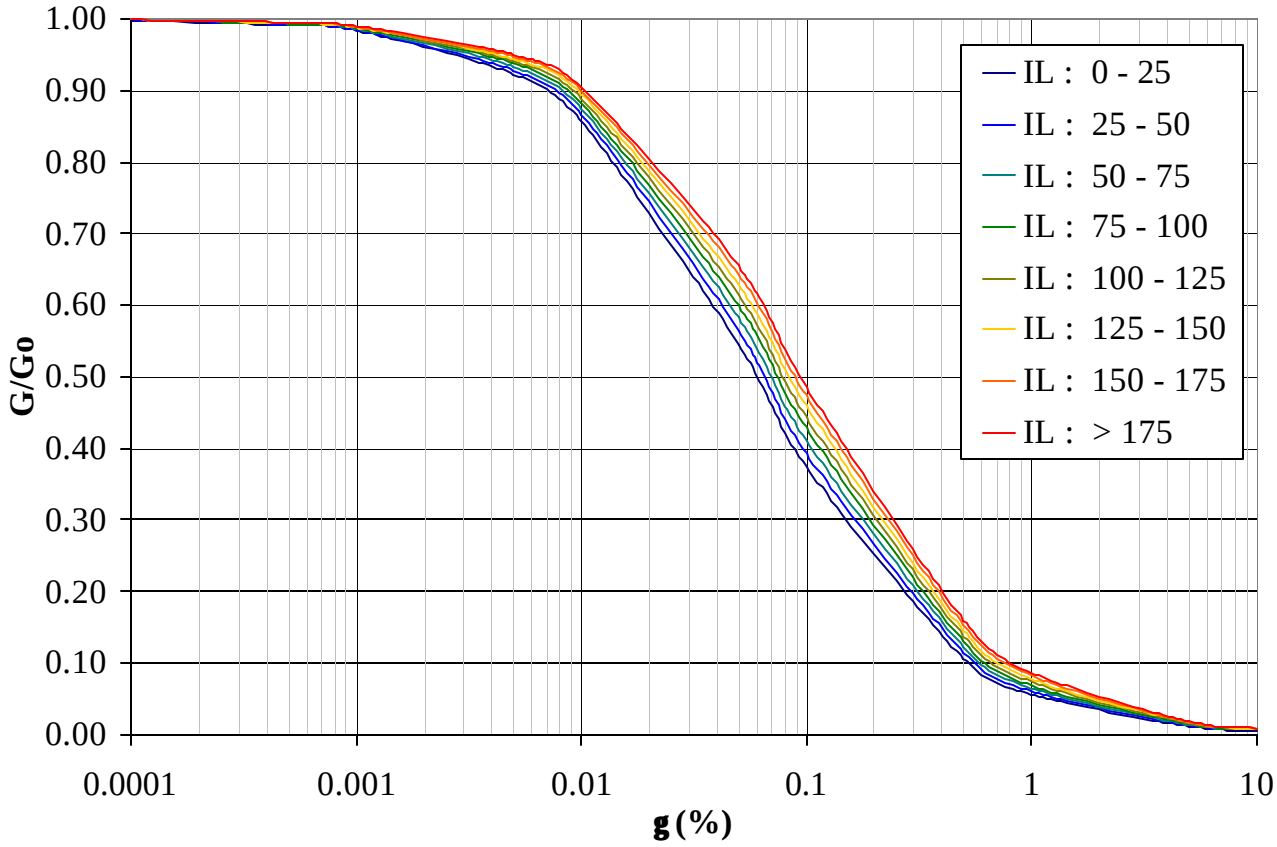
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Curvas de Degradación Obtenidas a partir de los Ensayos	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.36	**Fecha:** Agosto de 2002

Deformación de Corte para una relación G/Gmax = 0.5 en función del IL



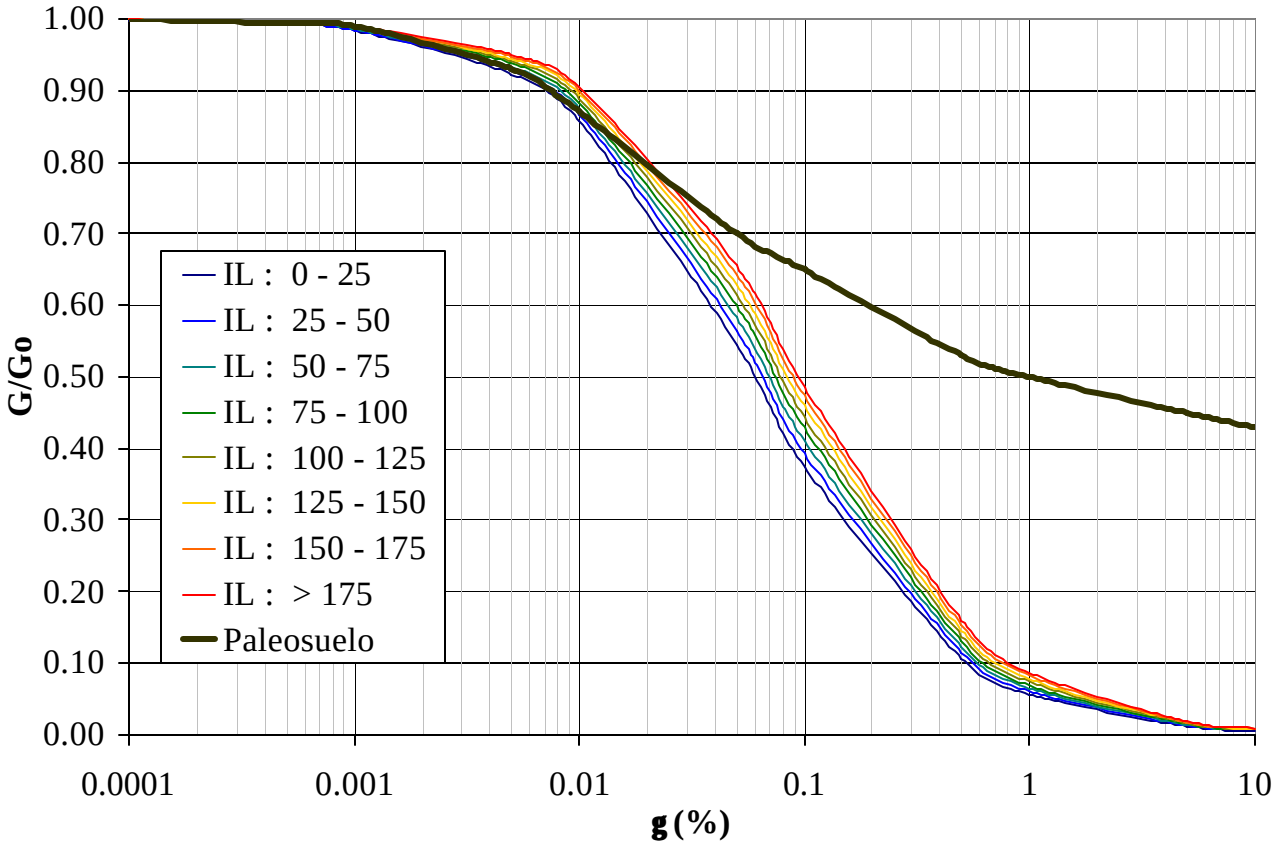
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Parámetros para determinar los modelos de degradación de la rigidez en función de IL		Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.37	**Fecha:** Agosto de 2002	

Modelos de Degradación de Rigidez

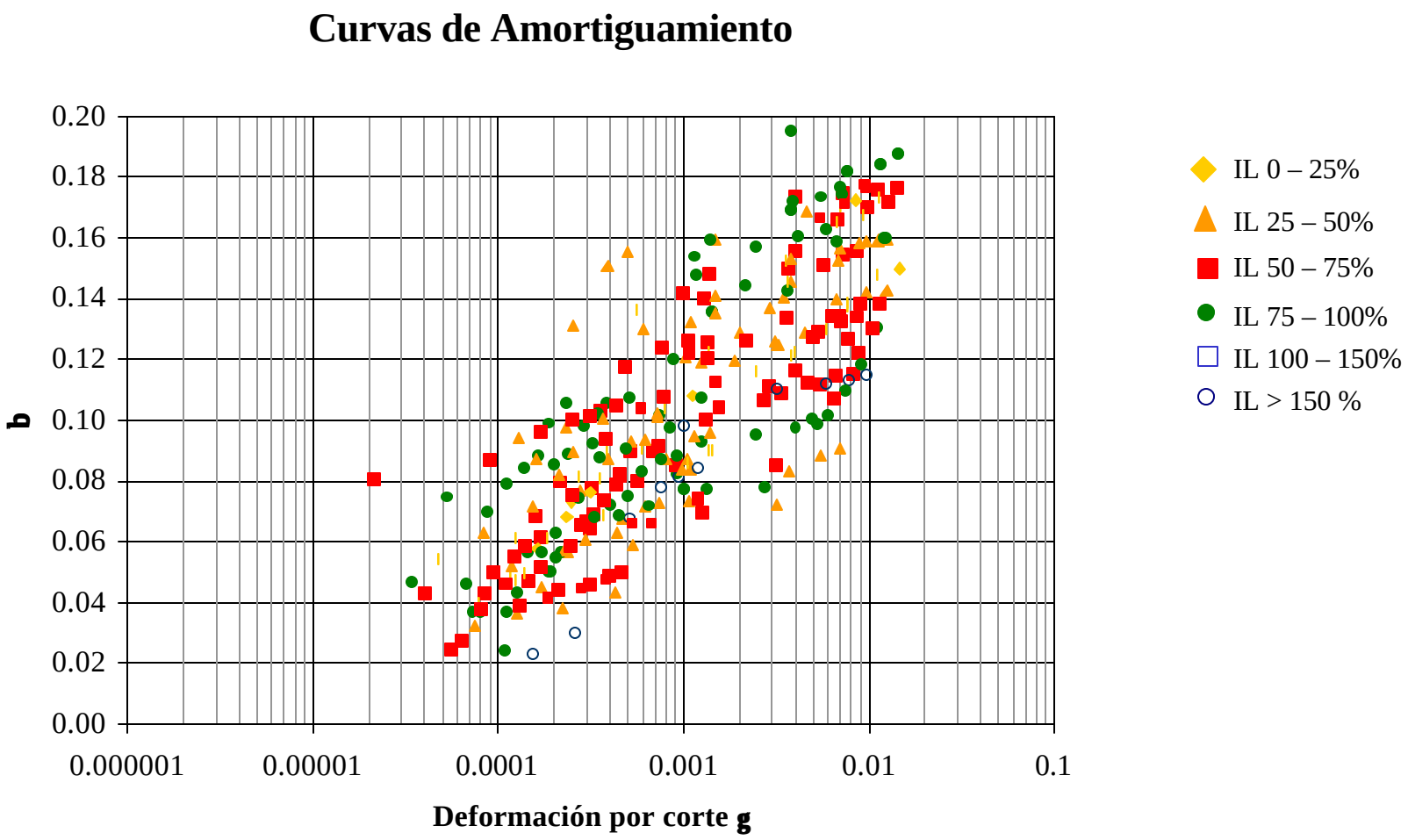


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Modelos de Repuesta Dinámica en función del Índice de Liquidez	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.38	**Fecha:** Agosto de 2002

Modelos de Degradación de Rigidez

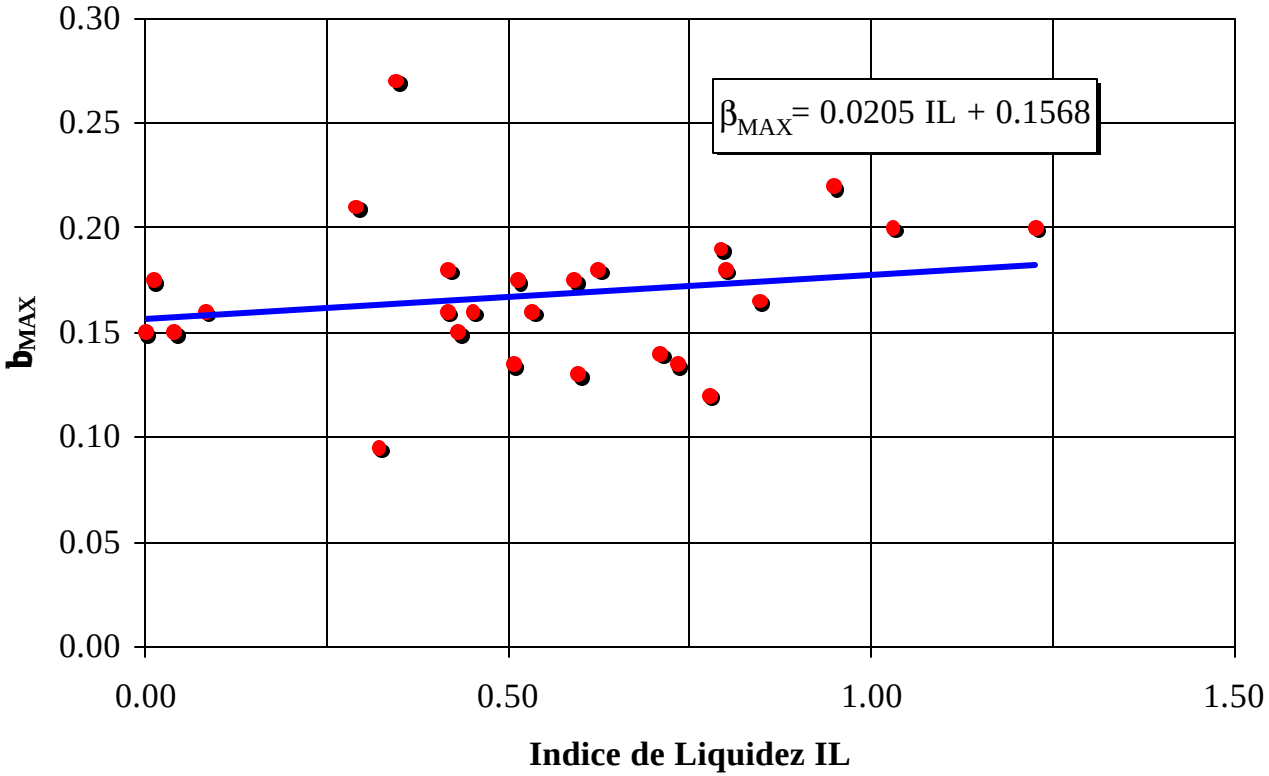


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Comparación de los modelos de degradación en función de IL contra el modelo dinámico de Paleosuelo	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.39	**Fecha:** Agosto de 2002



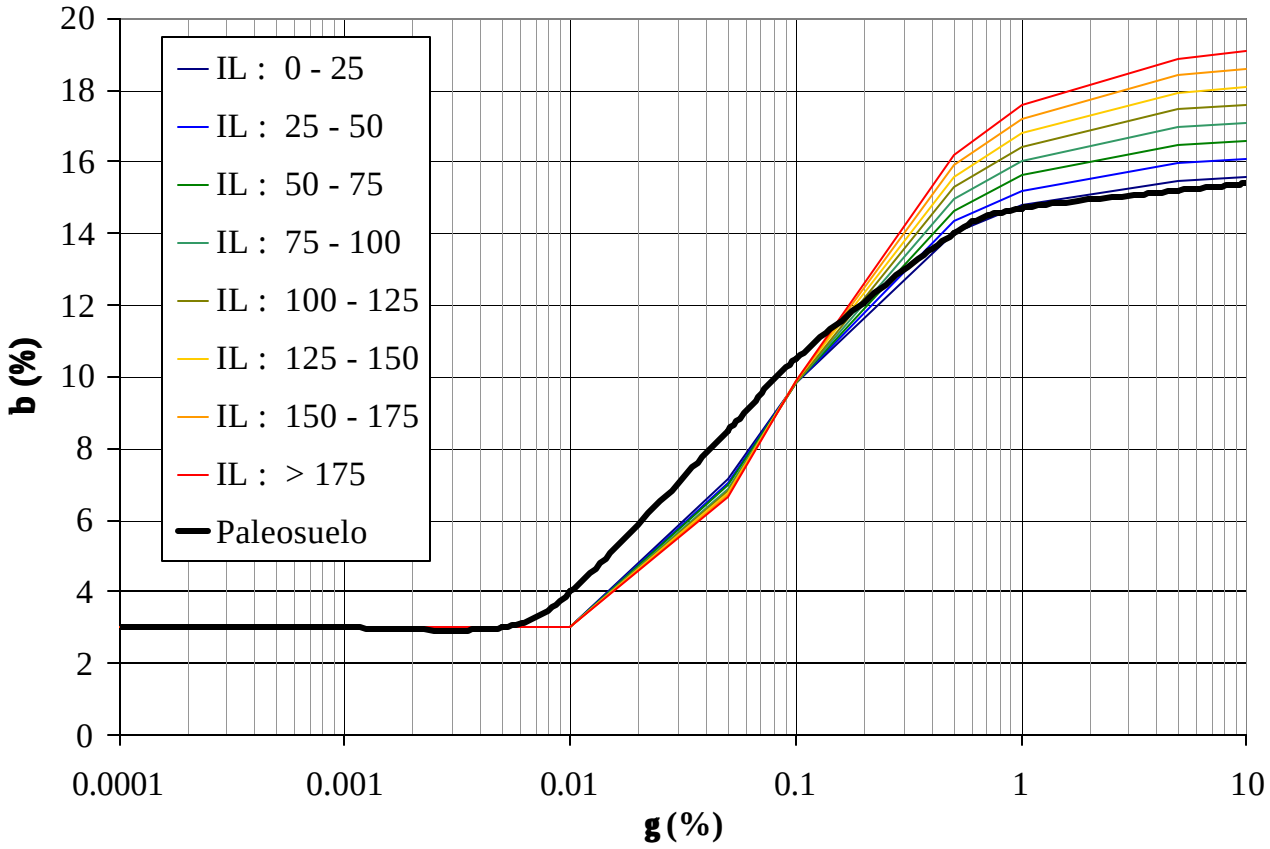
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Curvas de Amortiguamiento Obtenidas a partir de los Ensayos	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.40	**Fecha:** Agosto de 2002

Amortiguamiento Máximo β_{MAX} en función del Indice de Liquidez

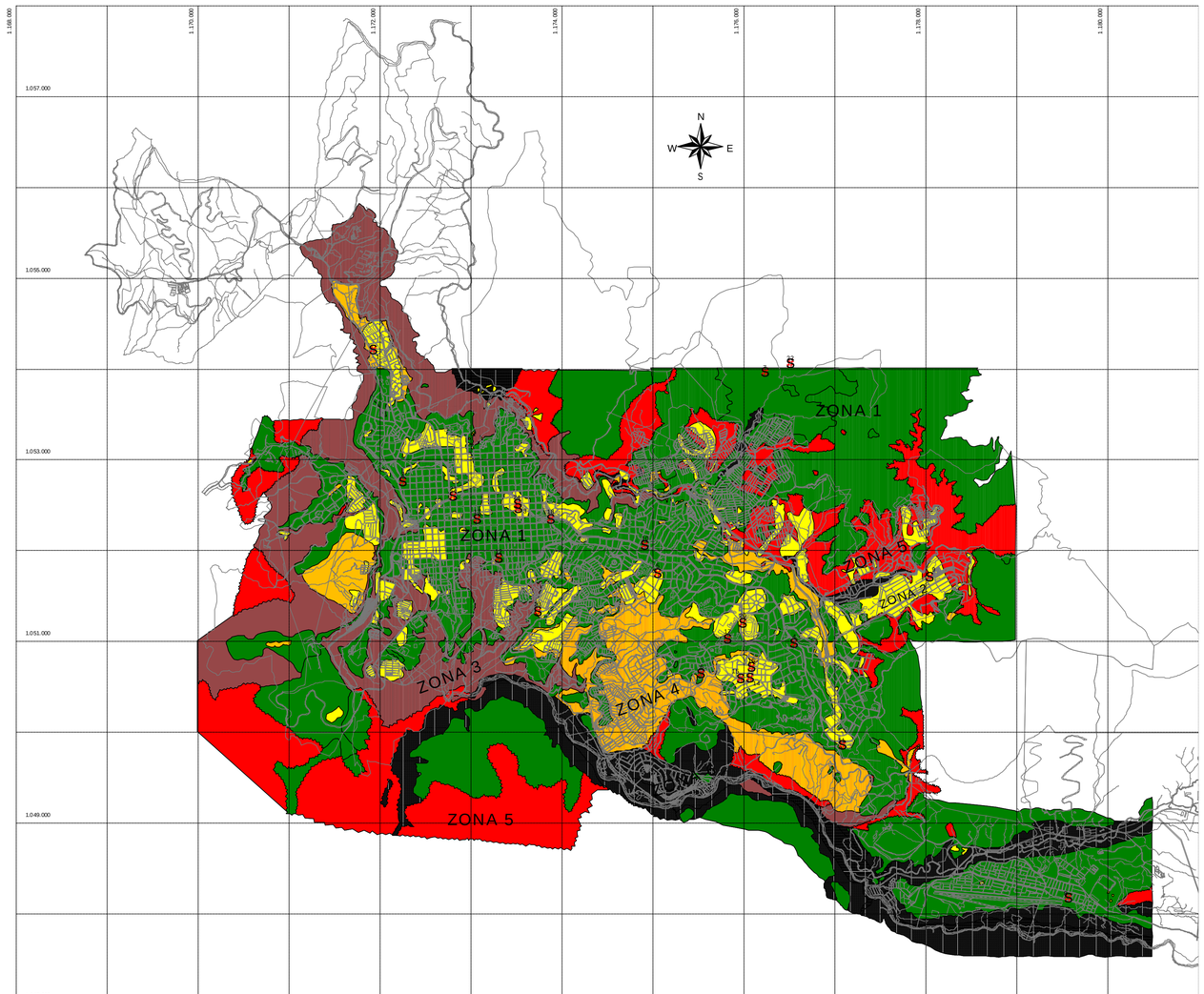


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	β_{MAX} en función del Índice de Liquidez	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.41	**Fecha:** Agosto de 2002

Gráficos de Amortiguamiento



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Modelos de Repuesta Dinámica Curvas de Amortiguamiento	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 5.42	**Fecha:** Agosto de 2002



PERFORACIONES DEL ESTUDIO

Sondeo	Nombre
1	Clinica Villa Pilar ISS
2	Ingeominas (Observatorio Vulcanológico)
3	Intimanizales
4	El Cable (Facultad de Arquitectura)
5	Confamiliares
6	Escuela Atanasio Girardot
7	Colegio Bosques del Norte
8	La Enea
9	La Sultana
10	Coldeportes
11	Santa Ines
12	CHEC Marmato
13	Catedral de Manizales
14	Alejandria I
15	Alejandria II
16	Torrear
17	La Gotera (UNAL)
18	Parque Fundadores
19	La Estampilla
20	Estadio Palogrande
21	Antigua Alcaldia
22	Samaria
23	Villa Carmenza
24	Intimanizales II (Parque Caldas)

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS GEOLÓGICAS PRINCIPALES

Zona I: Cenizas. Corresponde a cenizas volcánicas superficiales e intermedias con depósitos de profundidad variable hasta valores máximos en el orden de 50 m. Considerando la alta variabilidad de espesores y la complejidad de la distribución topográfica resulta prácticamente imposible subdivir esta zona con la información actual disponible dependiendo de los rangos de espesores.

Zona II: Rellenos. Aquí se agrupan las zonas en las que se han colocado rellenos de suelos con fines de construcción. Los shay de diferente tipo tales como hidráulico arenoso, hidráulico integral, hidráulico (relleno con gravas), mecánico en seco, botadero y lleno natural (flujo de escombros). Debido a que durante la investigación geotécnica realizada no se encontraron méritos para caracterizarlos de manera diferencial, para efectos del presente proyecto se asume un solo tipo de relleno independientemente de su origen.

Zona III: Formación Manizales. Se caracteriza por la presencia de rocas volcanodetríticas y conglomerados de bloques generalmente, matriz soportados. Son materiales competentes, compuestos por fragmentos duros litificados. Constituyen una capa con propiedades geotécnicas distintivas y adecuadas que permiten ubicarlos como roca. Se encuentran en profundidad a todo lo largo de la ciudad, a profundidades que oscilan entre 25 y 35 m desde la superficie y en algunas zonas a nivel superficial. Para efectos sísmicos y de ingeniería de cimentaciones profundas constituye un estrato de referencia, al ser un material con una rigidez notoria en relación con los estratos superiores.

Zona IV: Formación Casabianca. Esta zona se caracteriza por la presencia de sedimentos volcanogénicos de grano grueso con alto grado de meteorización.

Zona V: Formación Quebradagrande. Corresponde a la zona rocosa, caracterizada por la presencia de lutitas, limolitas areniscas y roca fresca y meteorizada.

Zona VI: Depósitos Competentes Aislados. En esta zona se agrupan los materiales competentes distribuidos en diferentes zonas de la ciudad incluyendo depósitos aluviales, flujos de escombros, depósitos de lavas y otros depósitos menores.

CONVENCIONES

- ZONA 1: CENIZAS DE ESPESOR VARIABLE
- ZONA 2: RELLENOS
- ZONA 3: FORMACIÓN MANIZALES
- ZONA 4: FORMACIÓN CASABIANCA
- ZONA 5: FORMACIÓN QUEBRADAGRANDE
- ZONA 5: DEPÓSITOS COMPETENTES AISLADOS
- PERFORACIONES

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Centro de Investigación en Materiales y Obras Civiles
CIMOC

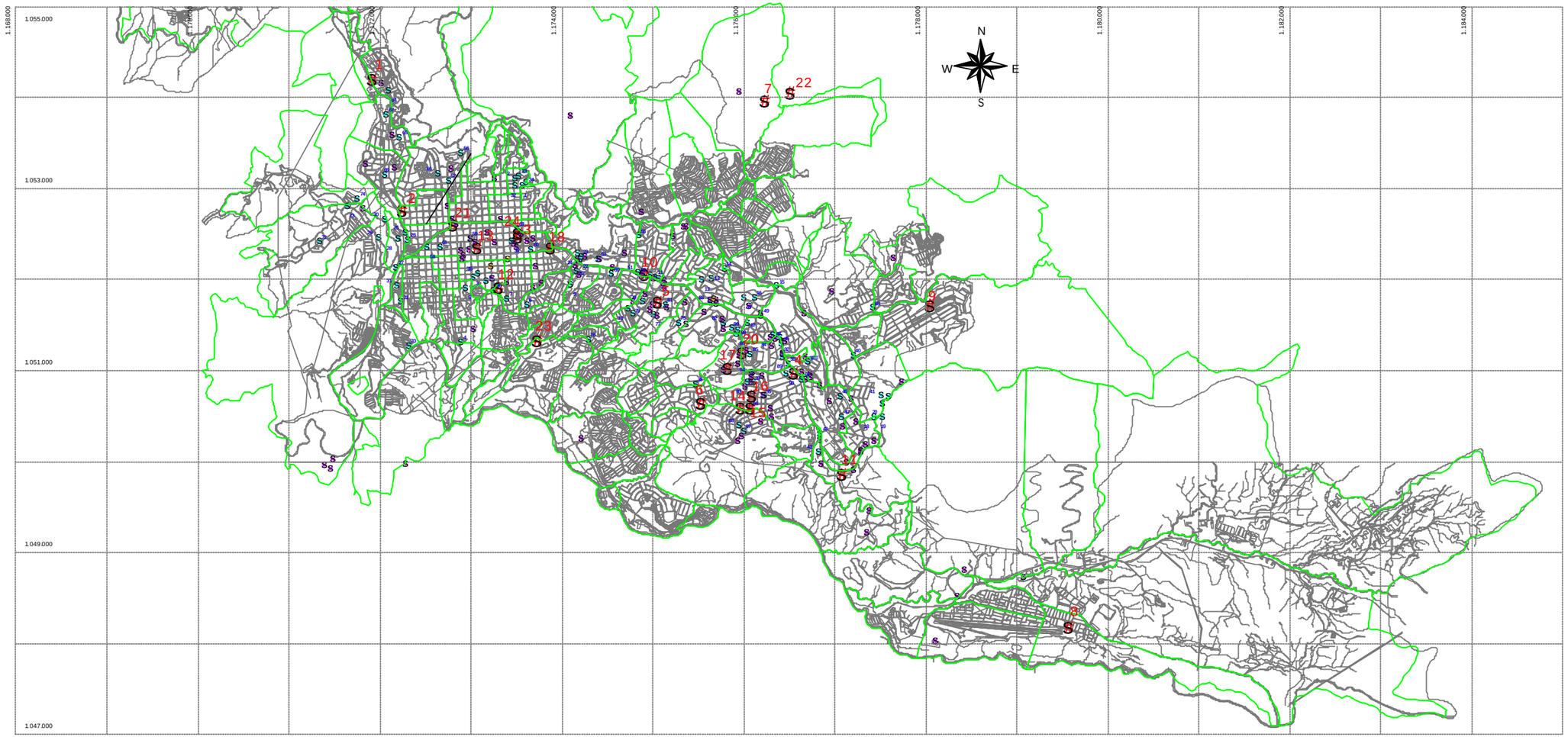
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

Agosto de 2002

Figura 5.44 | Escala 1:30.000

1000 0 1000 2000 Meters

MAPA DE ZONAS GEOLOGICAS



CONVENCIONES

- Vias
- Perforaciones presente estudio
- Perforaciones aquaterra (hasta 1998)
- Base de datos JH
- Base de Datos LRJ
- Barrios

500 0 500 Meters

CIMOC

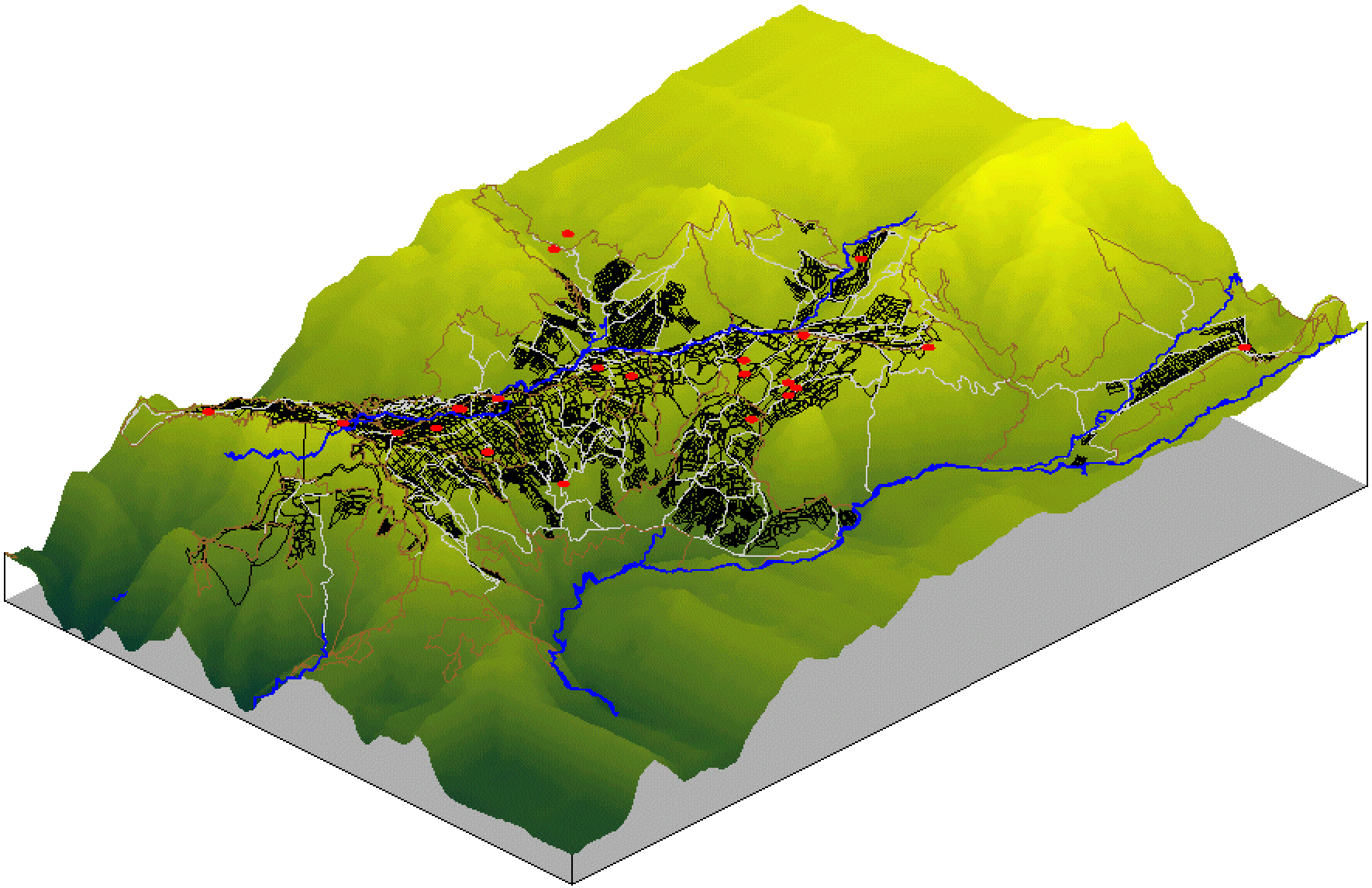
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Ubicación de perforaciones según base de datos

Figura: 5.45

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

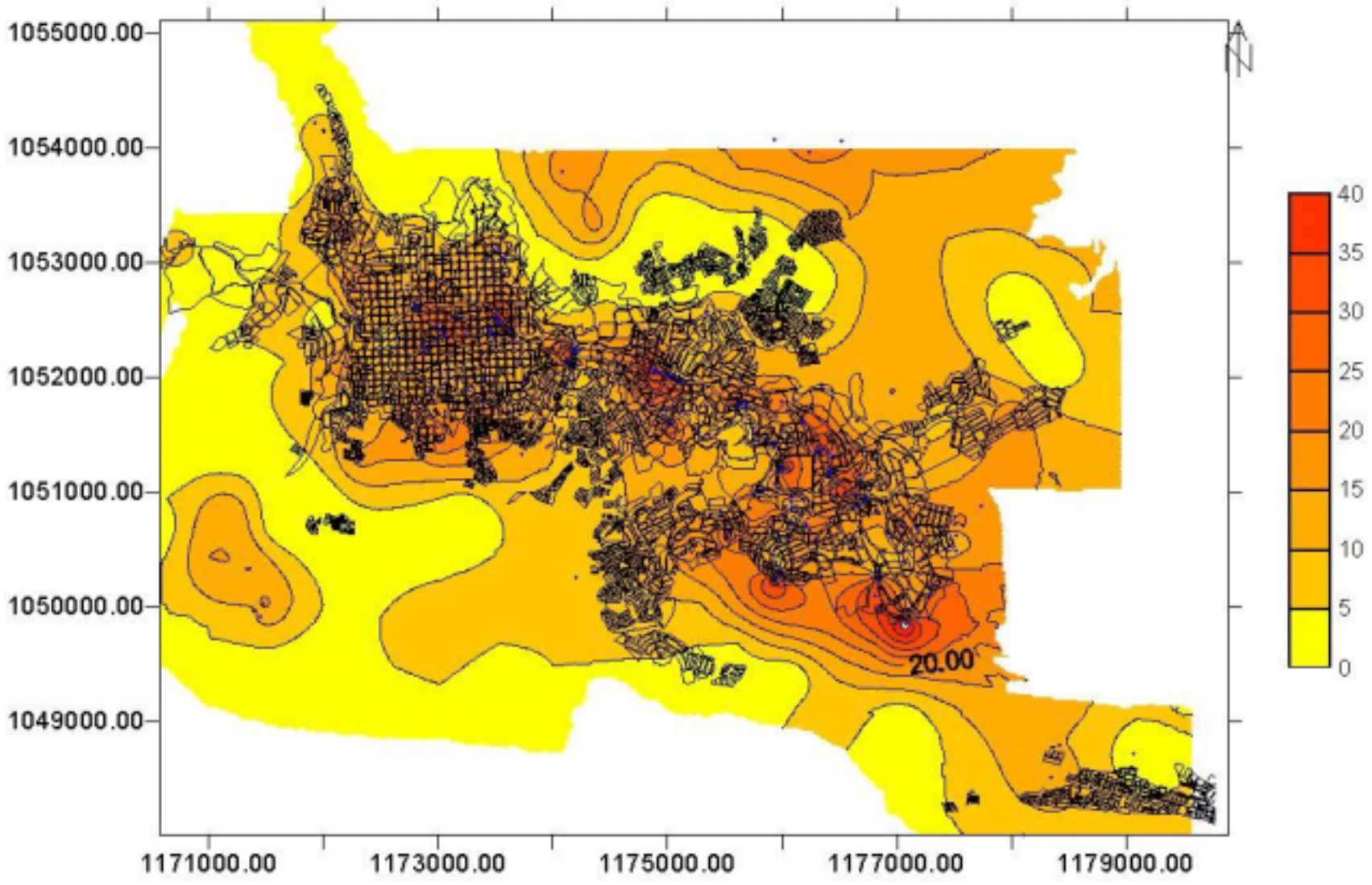
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Mapa de elevaciones del terreno

Figura: 5.46

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Mapa de Espesores de depósito

Figura: 5.46

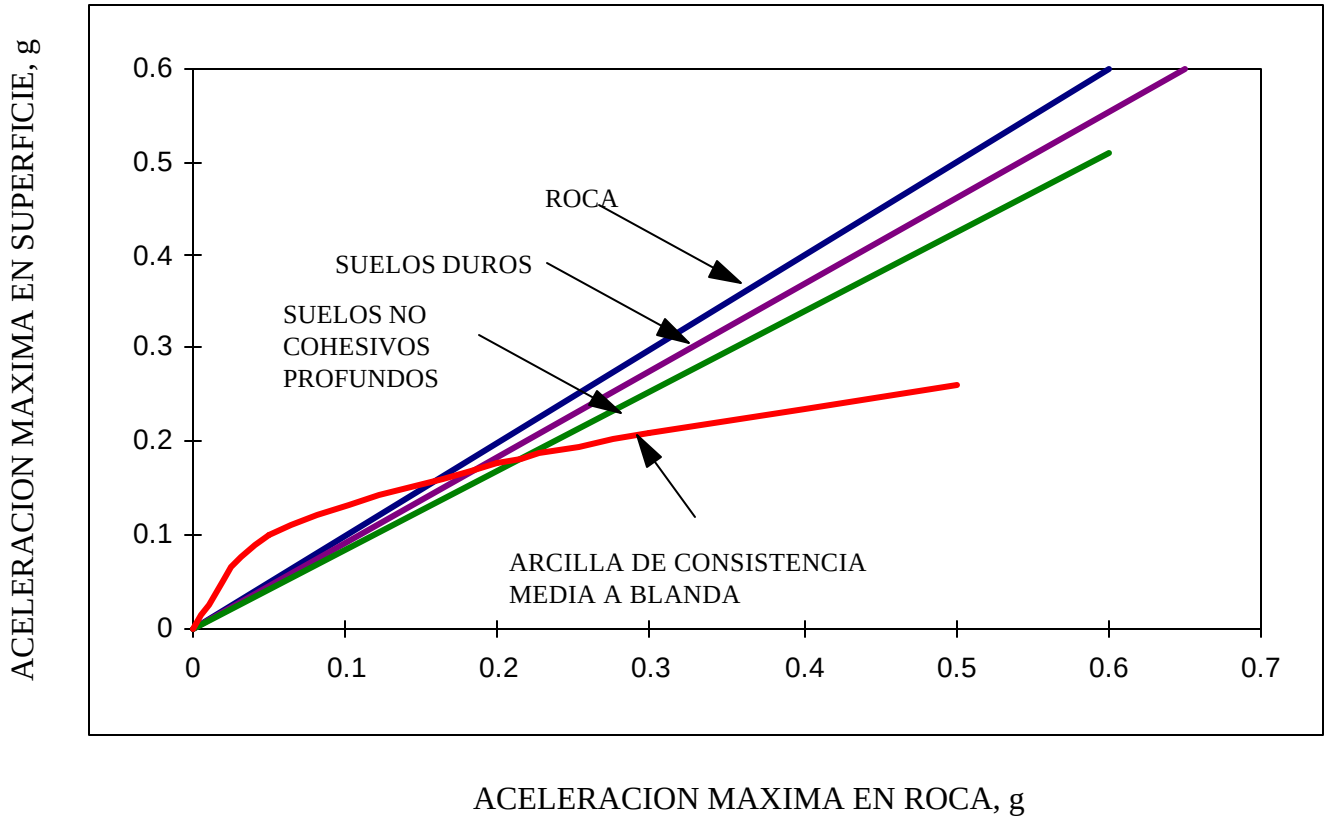
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

CALIFORNIA, E.U.
SISMO DE NORTHRIDGE (1994)

CIUDAD DE MEXICO
SISMO DE MEXICO (1985)

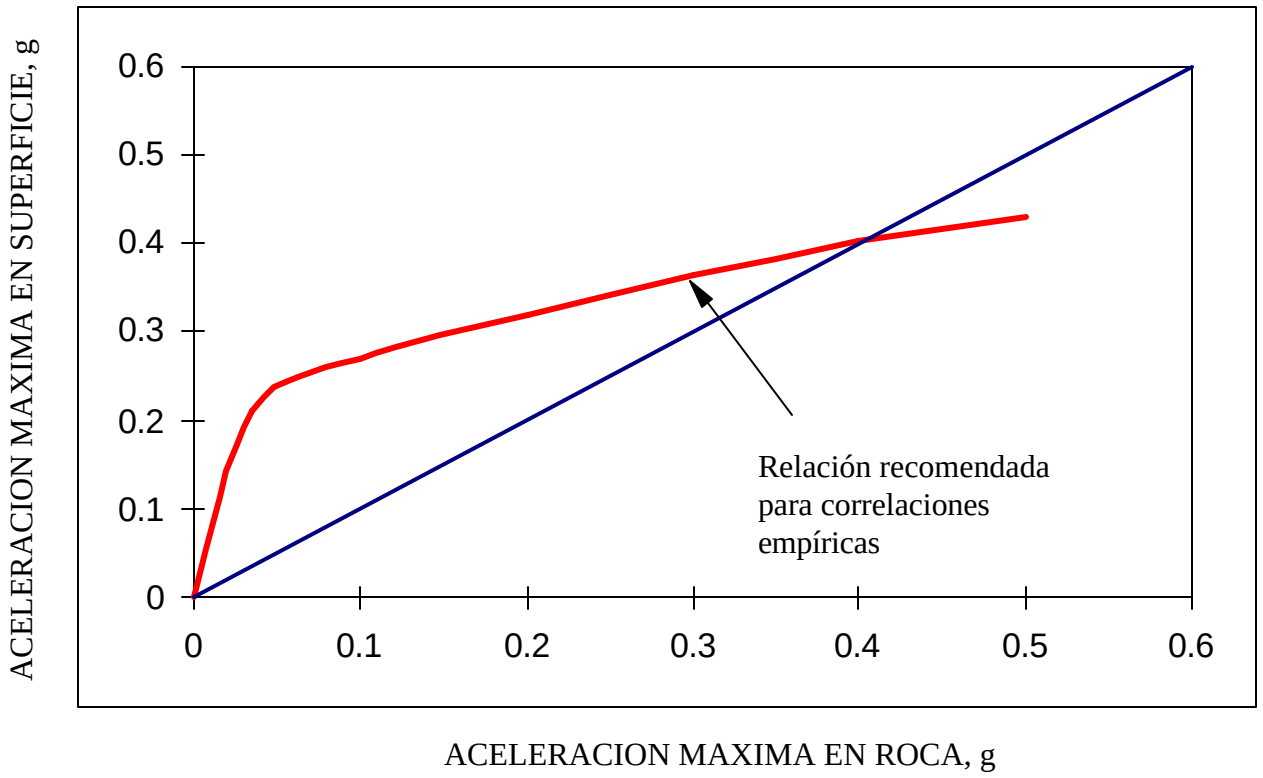
RELACIONES APROXIMADAS ENTRE LAS MAXIMAS ACELERACIONES EN ROCA Y LAS CONDICIONES LOCALES DE SITIO



Fuente : Seed & Idriss, 1983

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Amplificación y deamplificación de los movimientos sísmicos en términos de la aceleración pico	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.2	**Fecha:** Agosto de 2002

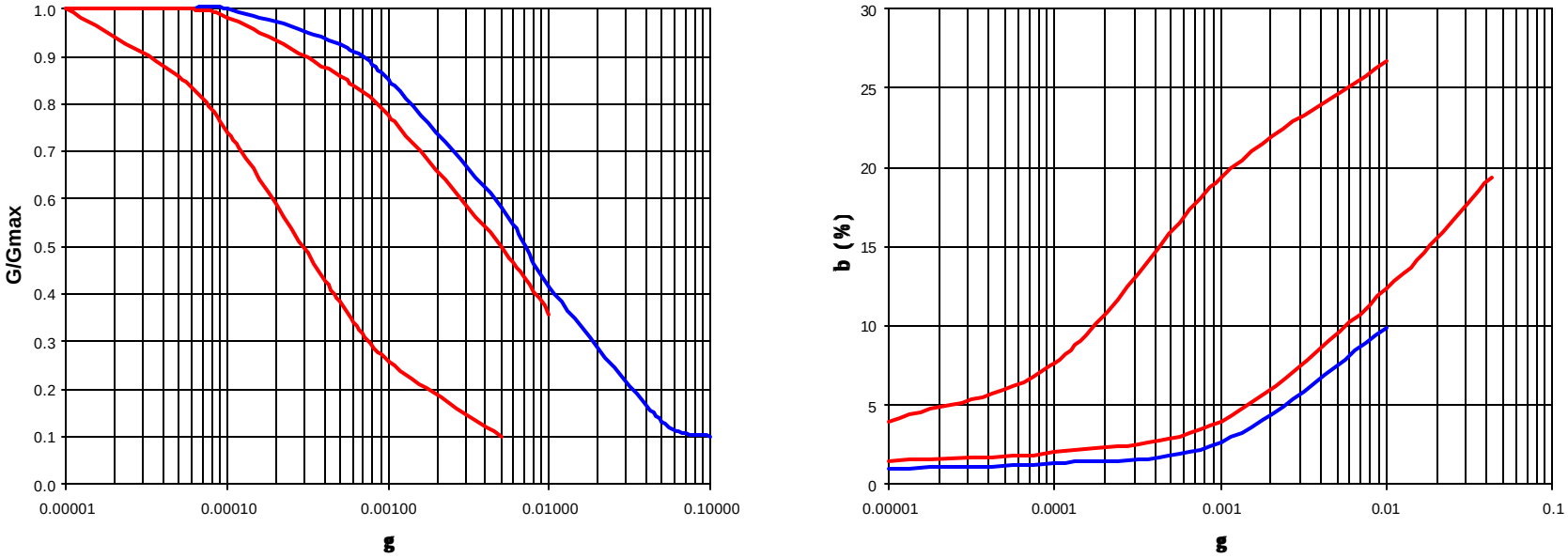
VARIACION DE LAS ACELERACIONES EN SUELOS BLANDOS vs ROCA



Fuente : Idriss, 1990

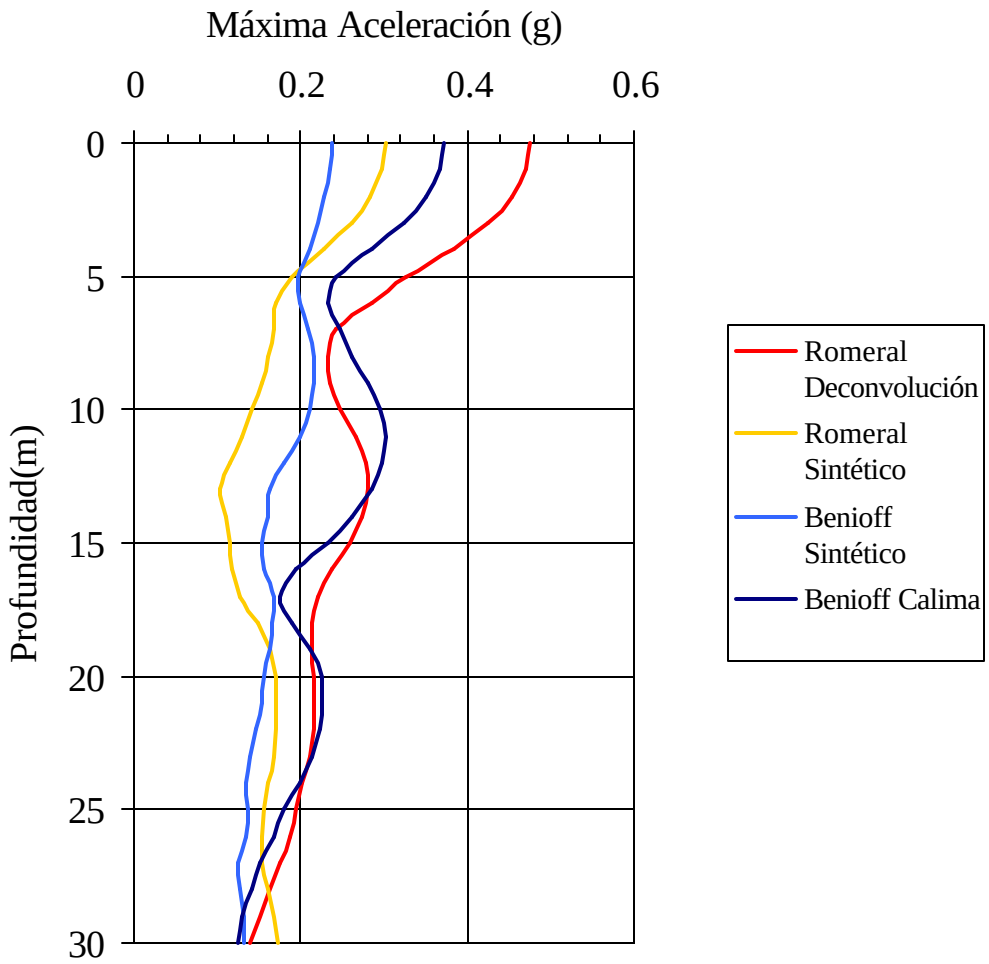
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Corrección de la amplificación y	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.3	**Fecha:** Agosto de 2002

RELACION ENTRE MODULO DE CORTANTE Y COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO vs DEFORMACION PARA LA ARCILLA DE MEXICO

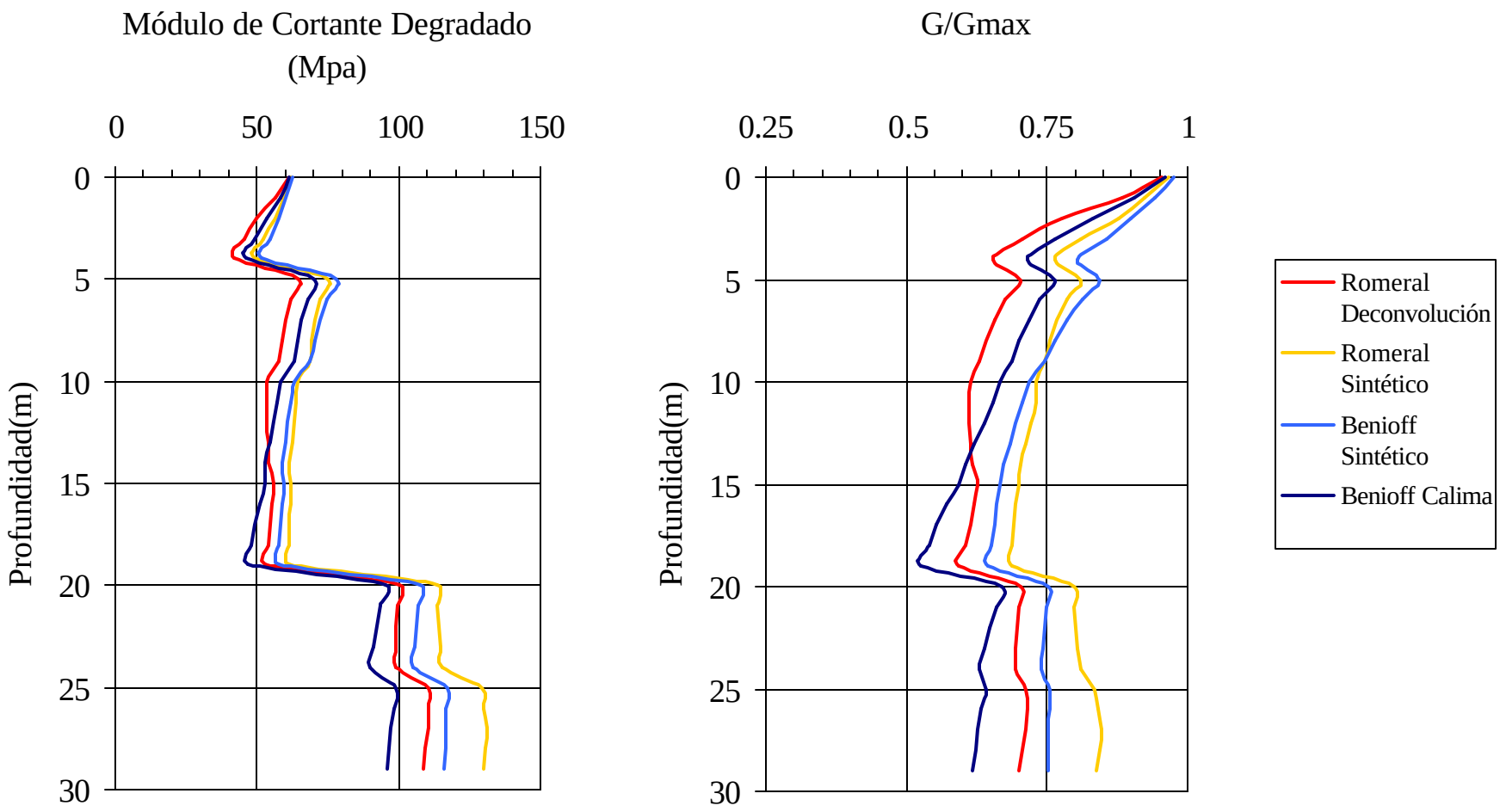


Fuente : Dobry & Vucetic, 1987

CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Relación entre modulo de cortante y coeficiente de Amortiguamiento vs Deformación	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.4	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Variación de la Aceleración Máxima con la profundidad para el modelo de referencia	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.5	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

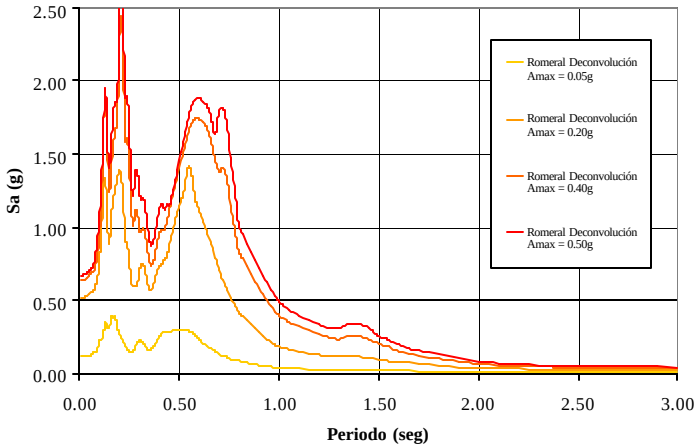
Módulo de Rigidez degradado y relación G/Gmax para los modelos de referencia

Figura: 6.6

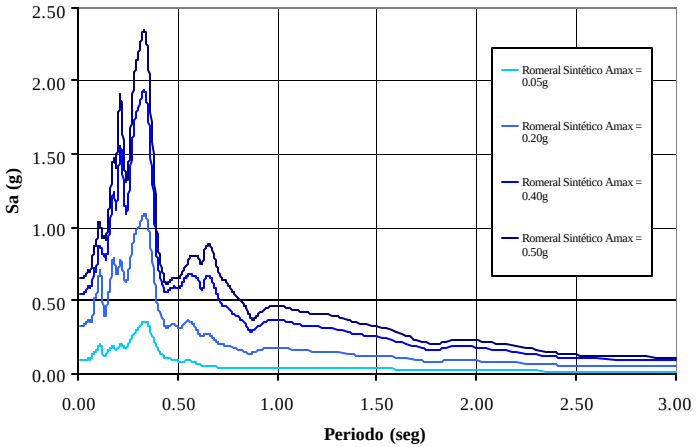
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

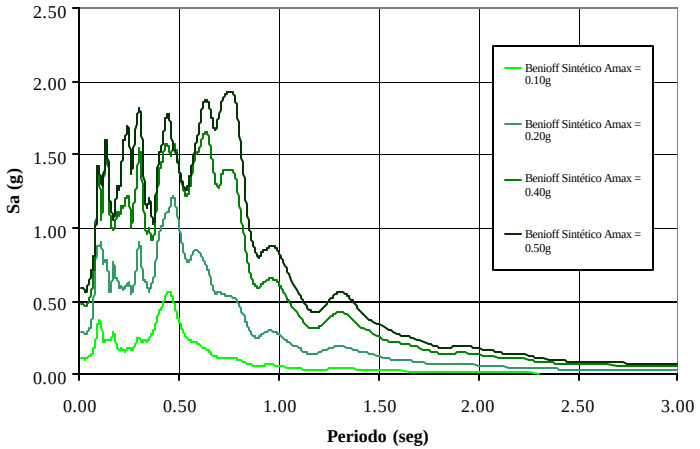
ESPECTROS DE ACELERACIÓN EN SUPERFICIE



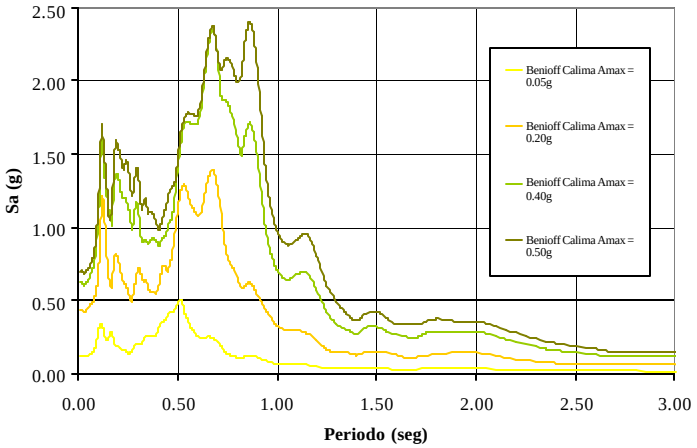
ESPECTROS DE ACELERACIÓN EN SUPERFICIE



ESPECTROS DE ACELERACIÓN EN SUPERFICIE



ESPECTROS DE ACELERACIÓN EN SUPERFICIE



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

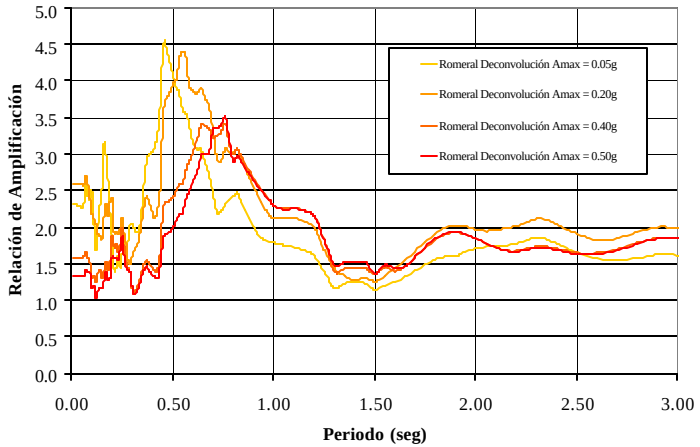
Espectros de Respuesta para las corridas sobre el modelo de referencia

Figura: 6.7

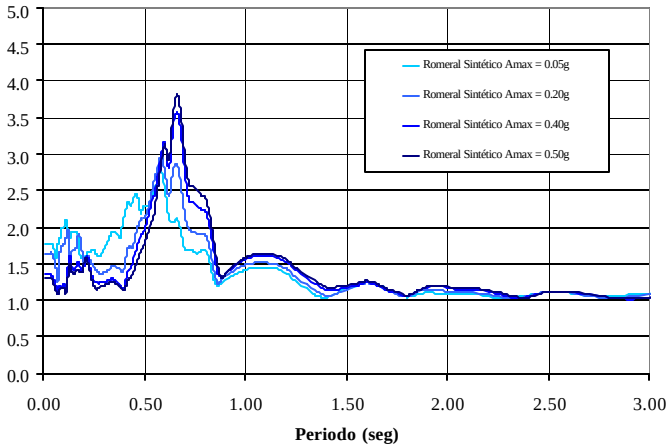
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

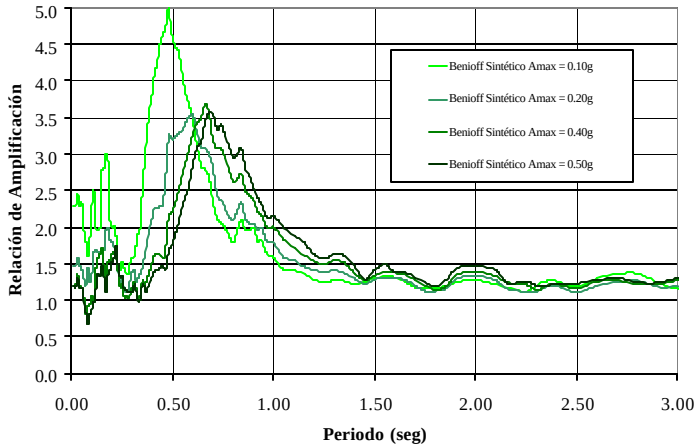
AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL



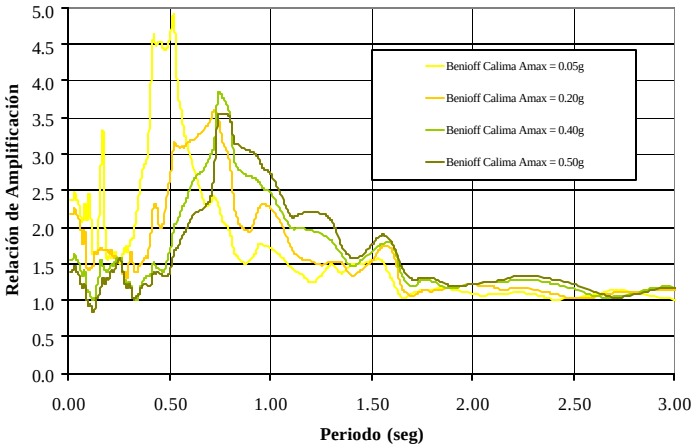
AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL



AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL



AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

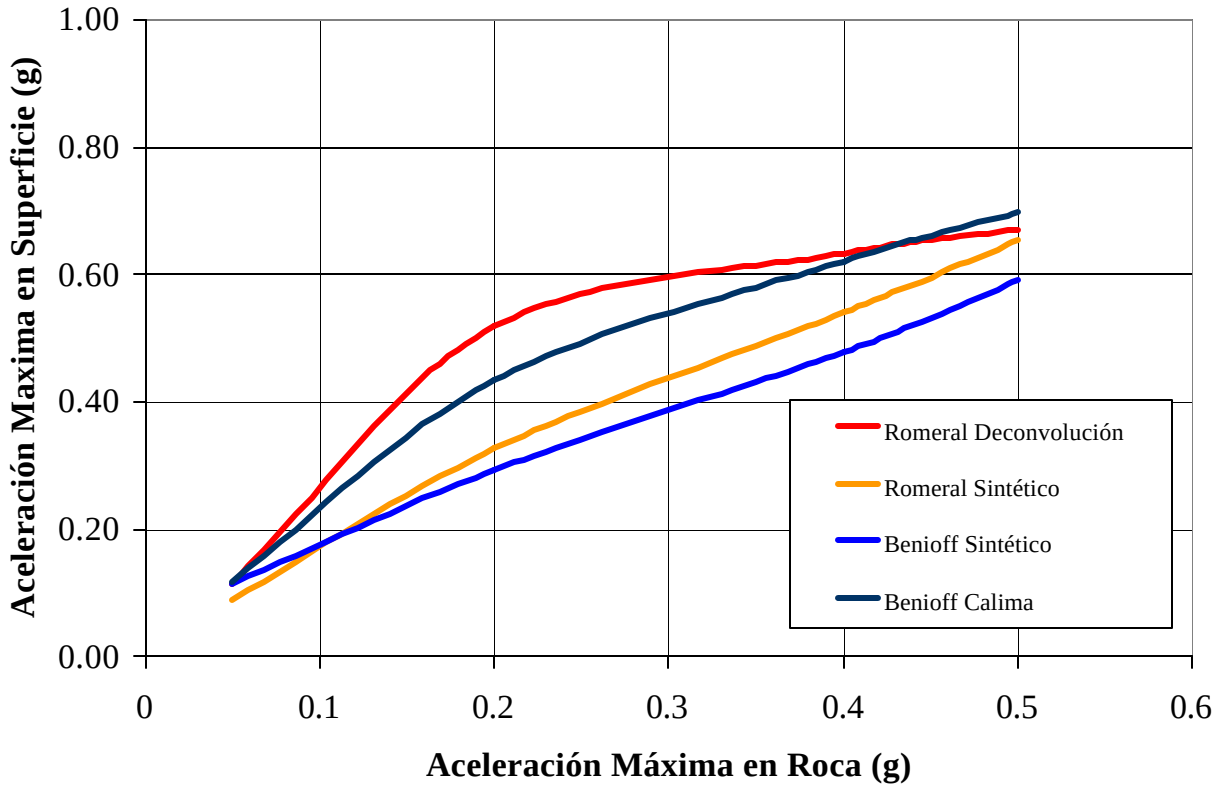
Relación de Amplificación Espectral para las corridas sobre el modelo de referencia

Figura: 6.8

Fecha: Agosto de 2002

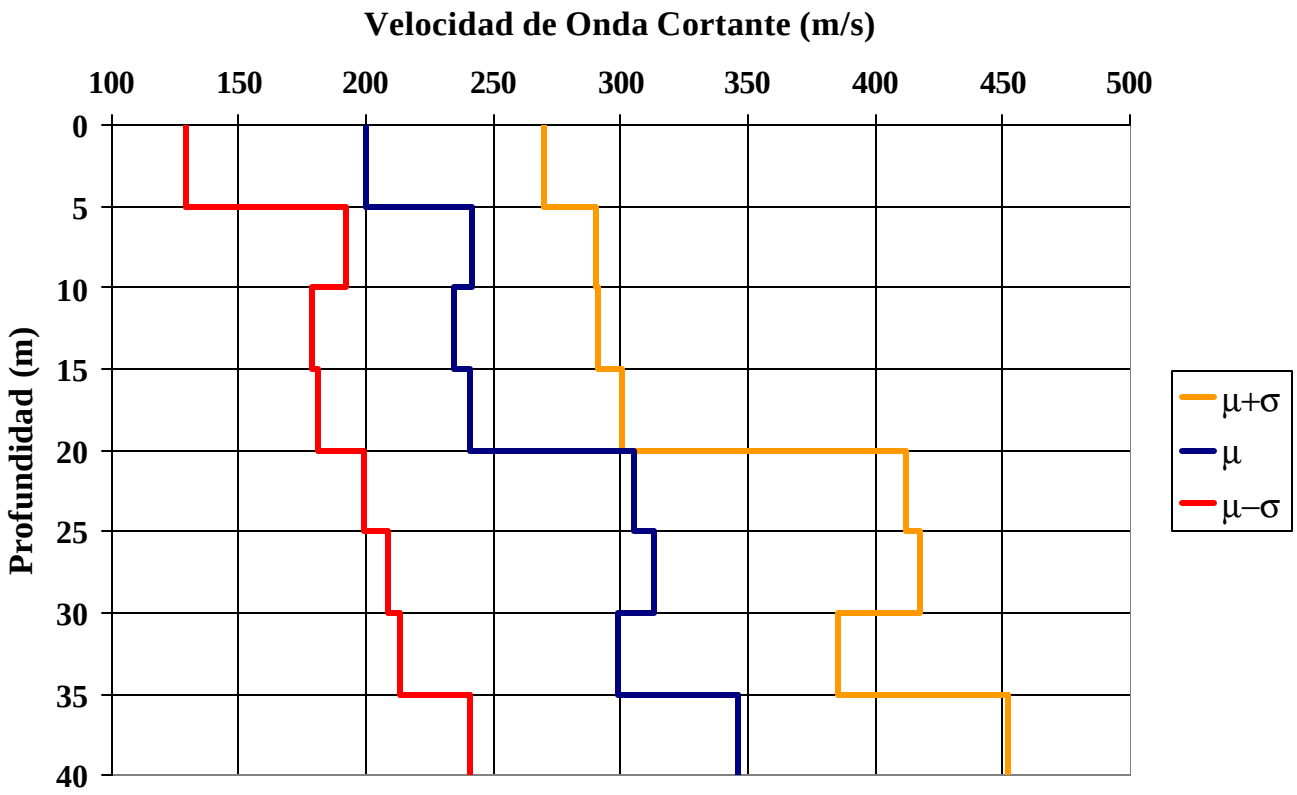
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

Aceleración Máxima en Superficie Vs Aceleración



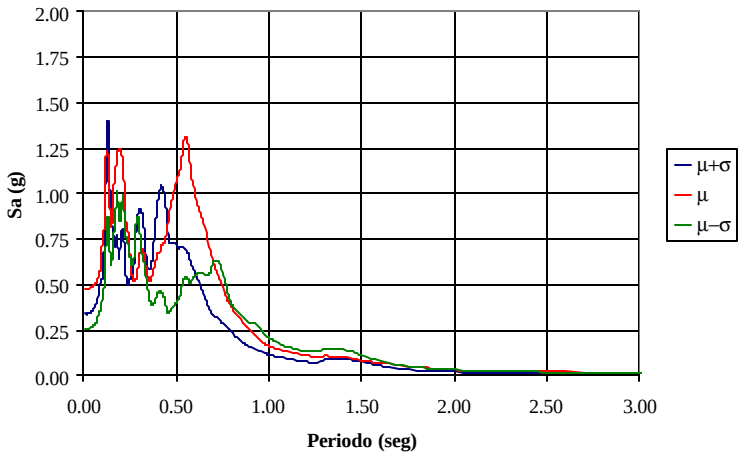
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Curvas Aceleración Máxima en Superficie Vs Aceleración Máxima en roca	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.9	**Fecha:** Agosto de 2002

Variación de la Velocidad de Onda Cortante con la Profundidad

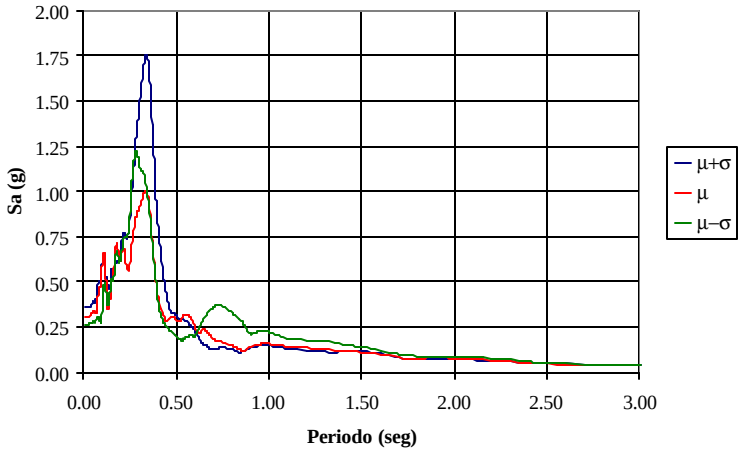


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Velocidad de Onda Promedio y sus desviaciones Estándar	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.10	**Fecha:** Agosto de 2002

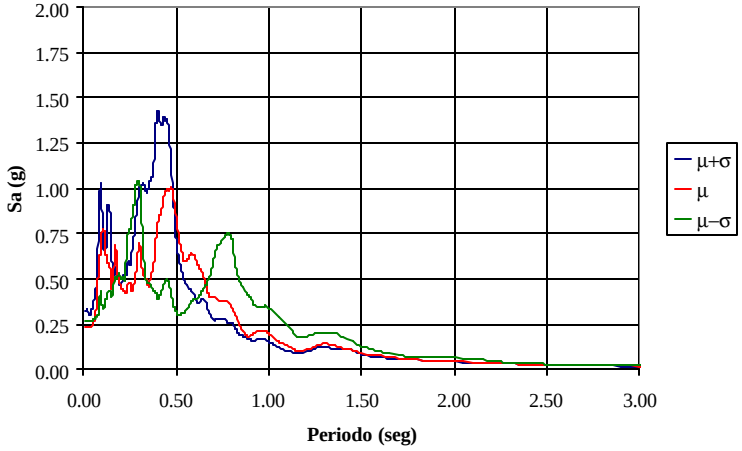
Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Romeral Deconvolución



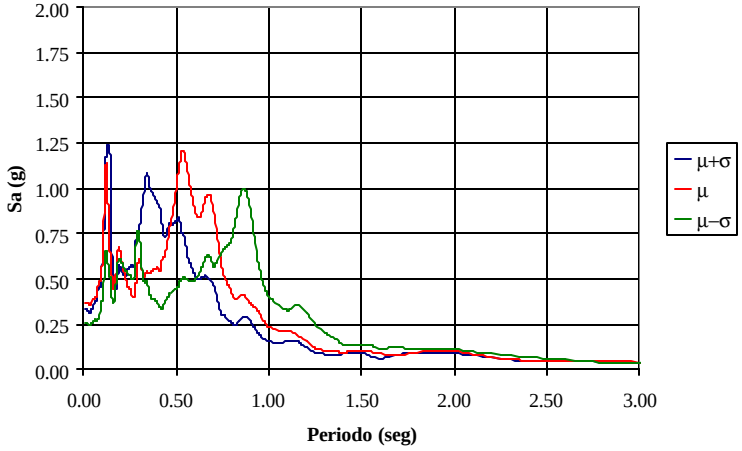
Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Romeral Sintético



Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Benioff Sintético



Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Benioff Calima



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

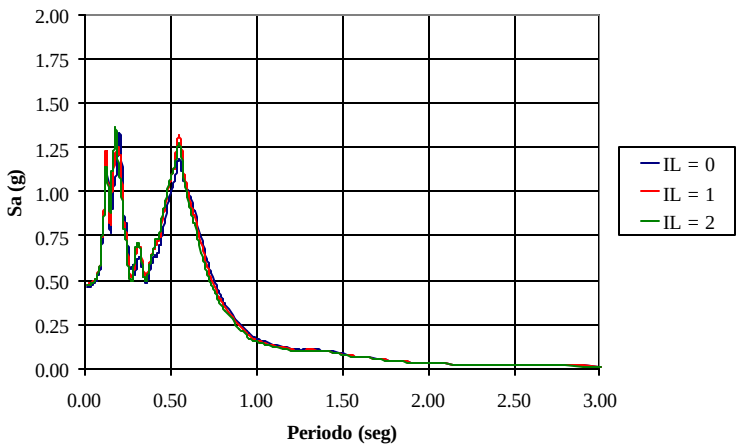
Espectros de Aceleración en Superficie para las señales sísmicas

Figuras: 6.11 a 6.14

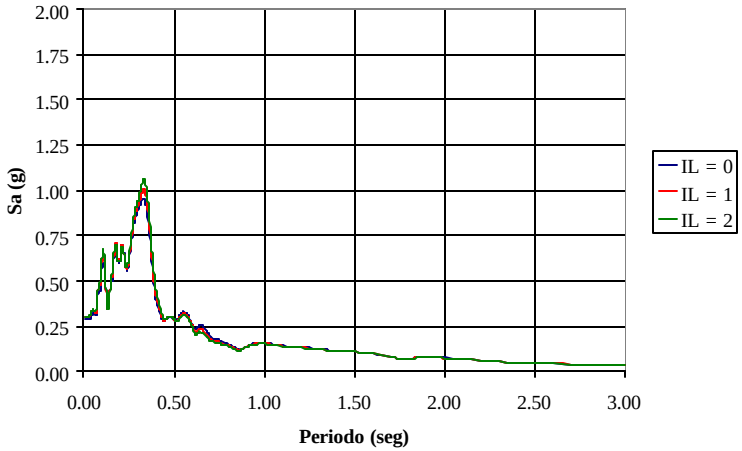
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

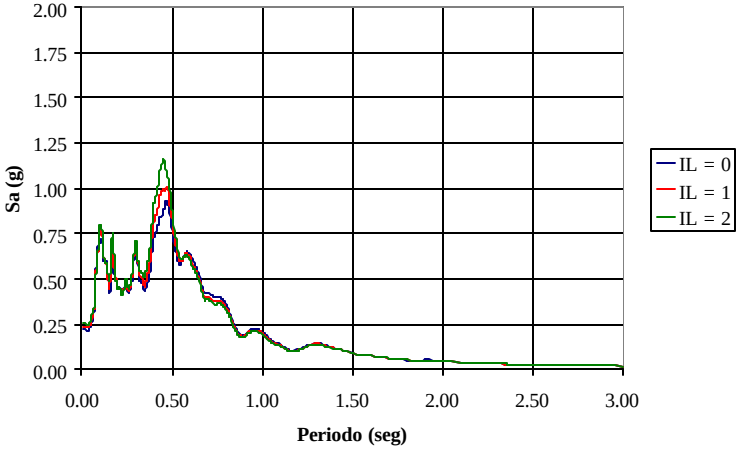
Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Romeral Deconvolución



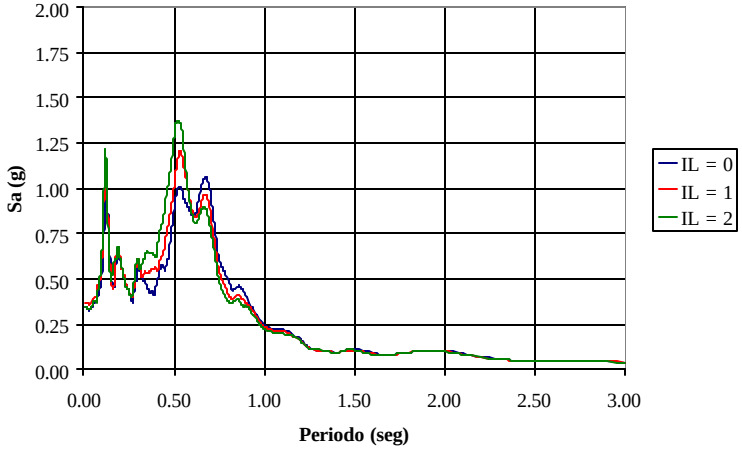
Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Romeral Sintético



Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Benioff Sintético



Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Benioff Calima



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

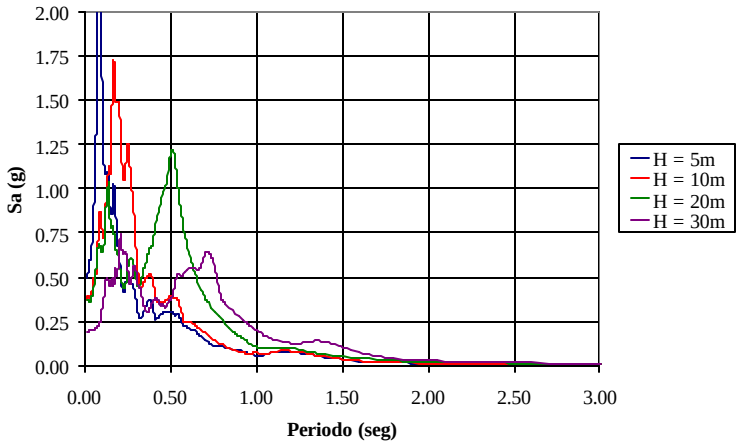
Espectros de Aceleración en Superficie para las señales sísmicas variando el IL

Figura: 6.15 a 6.18

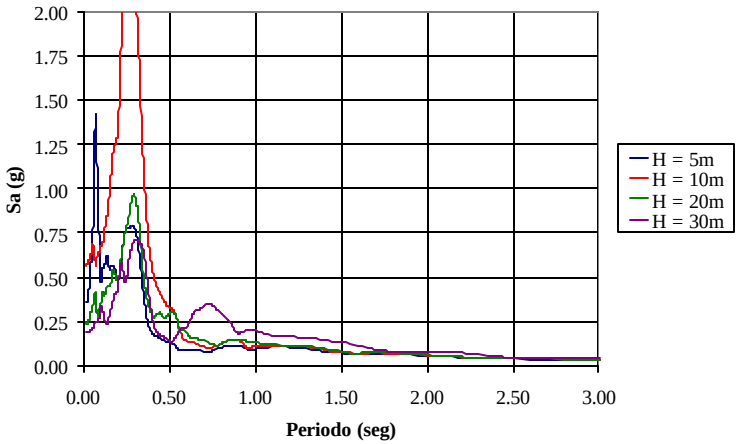
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

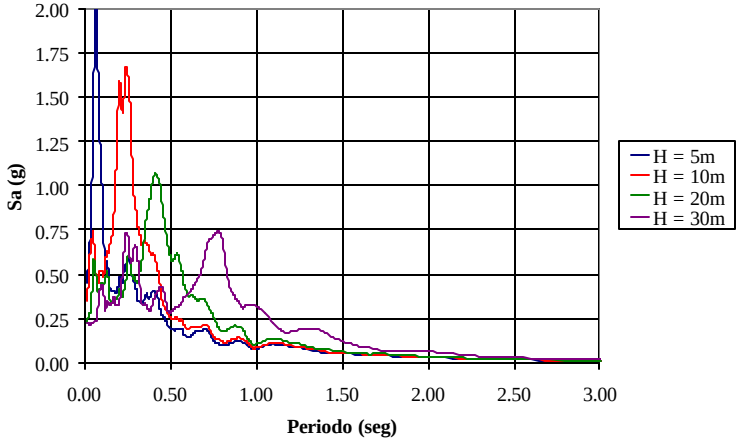
Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Romeral Deconvolución



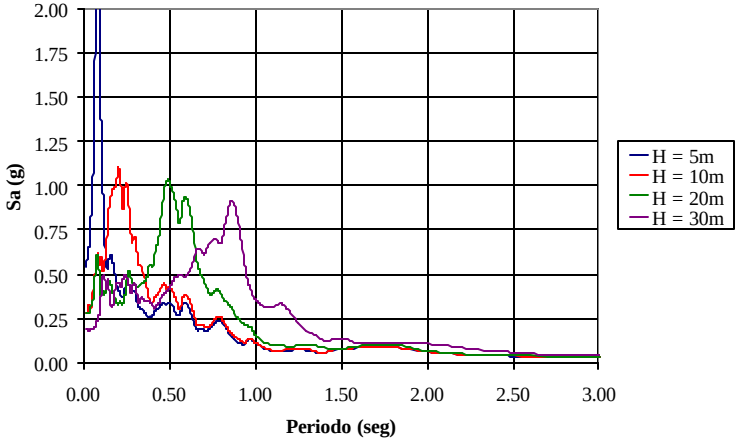
Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Romeral Sintético



Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Benioff Sintético



Espectro de Aceleración en Superficie
Señal Benioff Calima



CIMOC

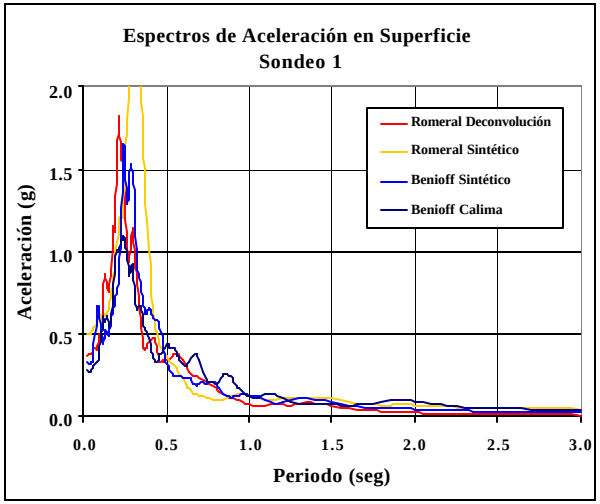
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

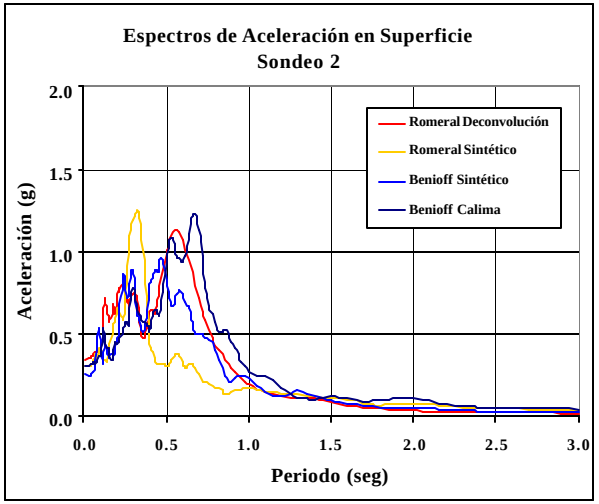
Espectros de Aceleración en Superficie para las señales sísmicas variando la profundidad

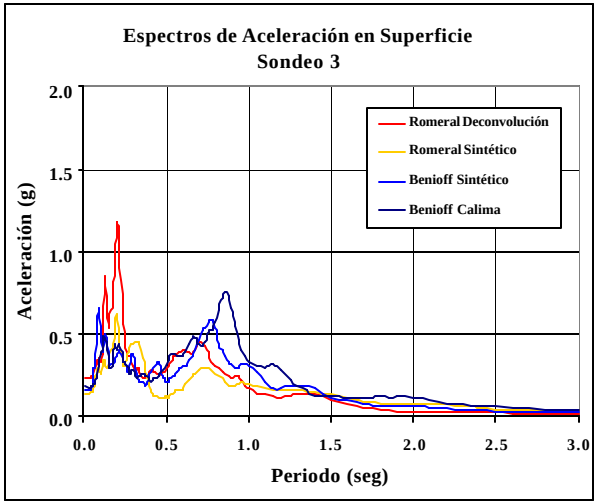
Figura: 6.19 a 6.22

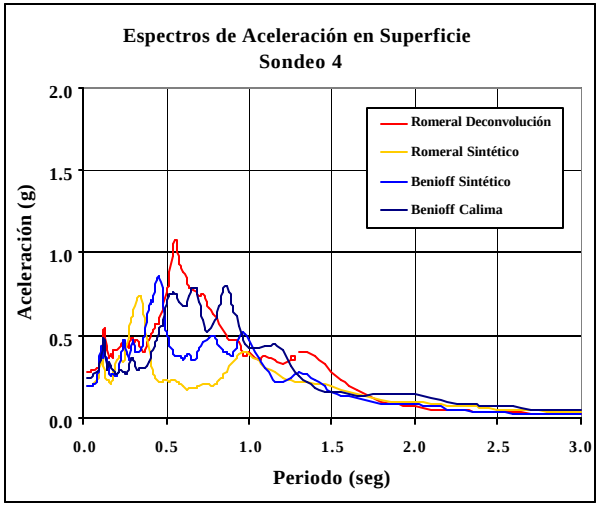
Fecha: Agosto de 2002

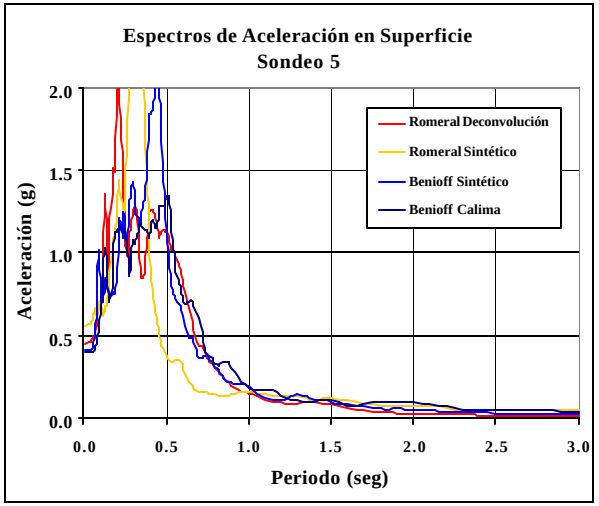
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

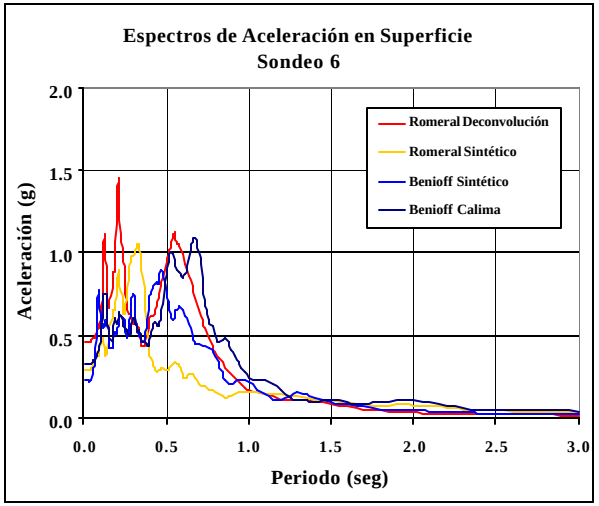












CIMOC

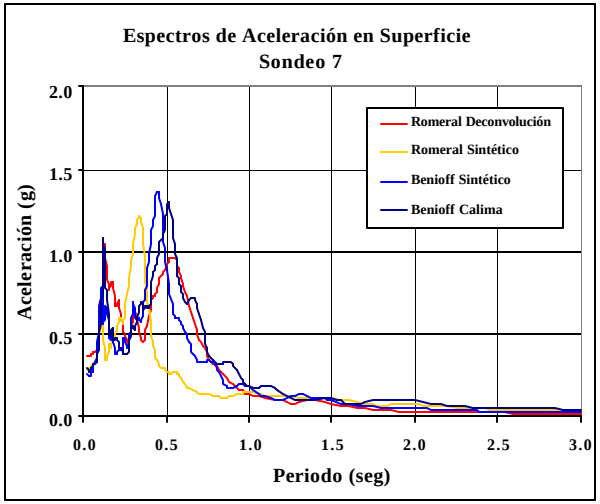
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

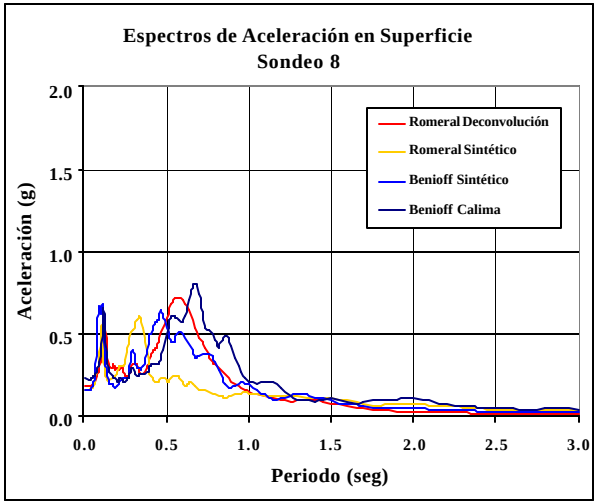
Espectros de Aceleración en Superficie para los sondeos analizados

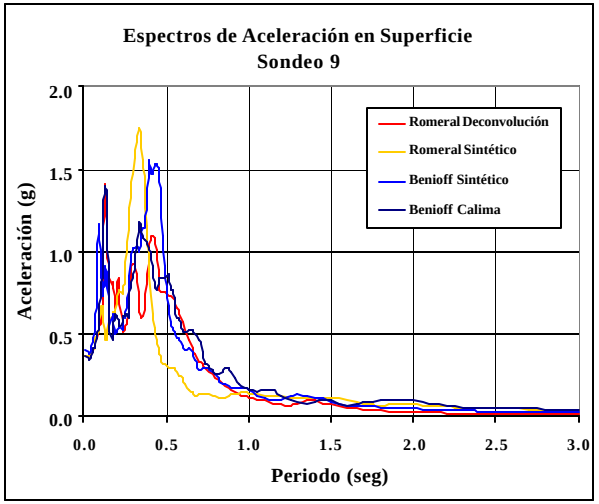
Figura: 6.23

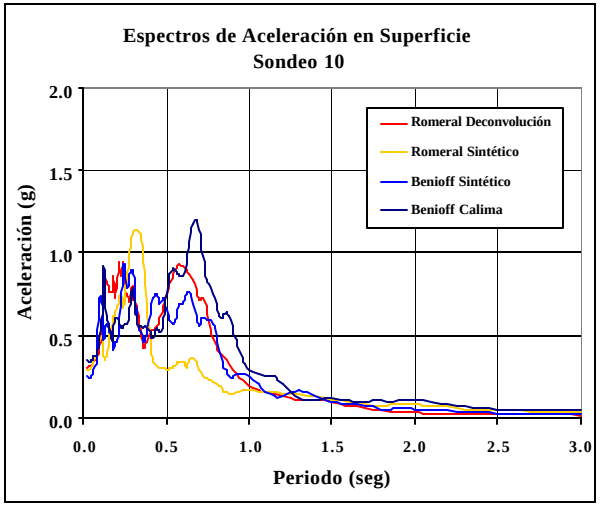
Fecha: Agosto de 2002

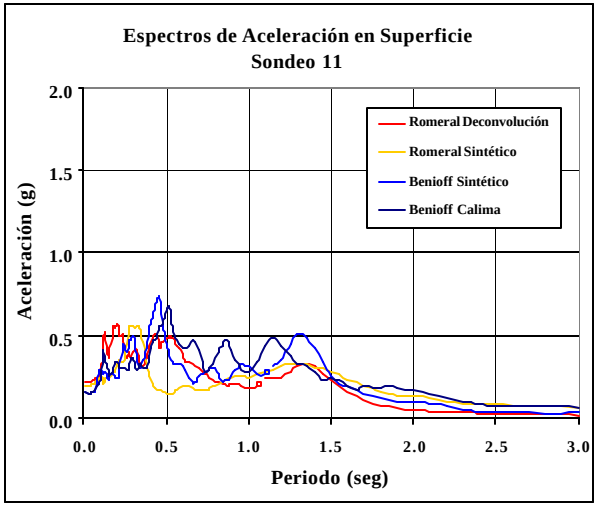
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

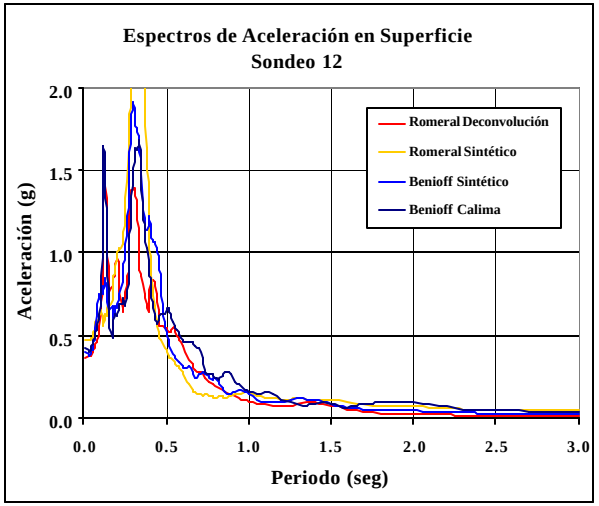












CIMOC

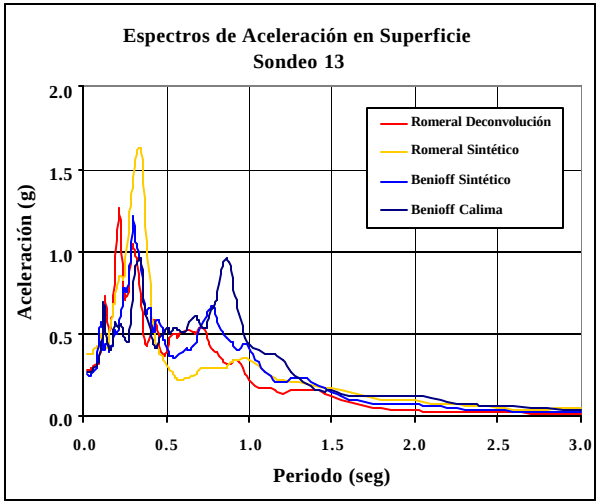
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

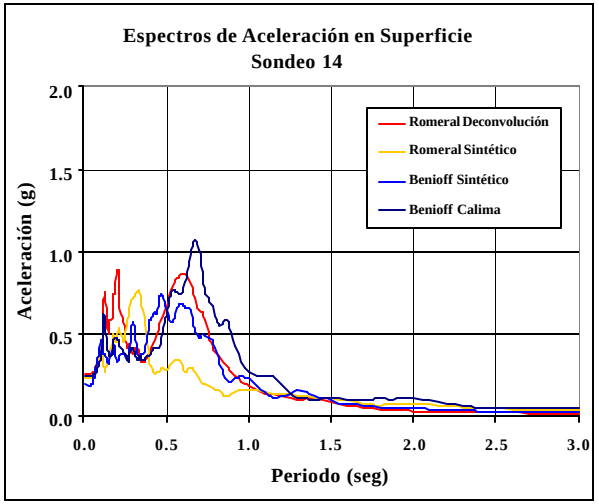
Espectros de Aceleración en Superficie para los sondeos analizados

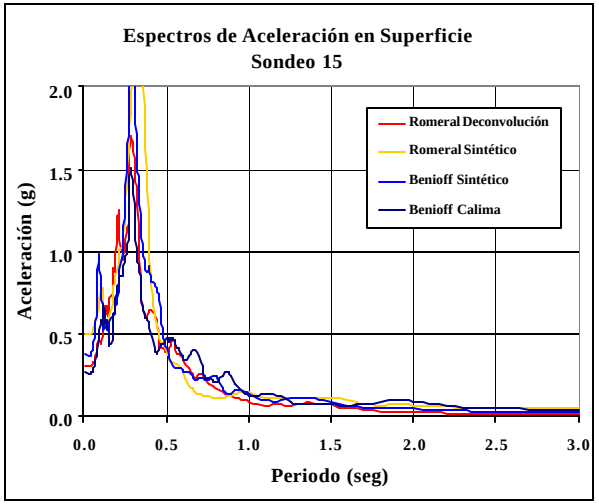
Figura: 6.23

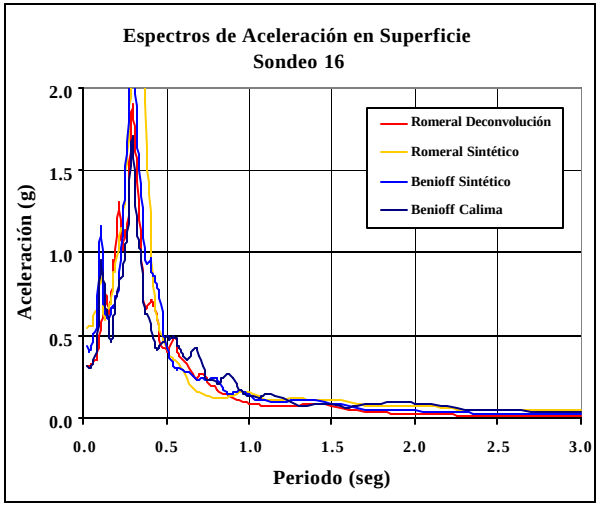
Fecha: Agosto de 2002

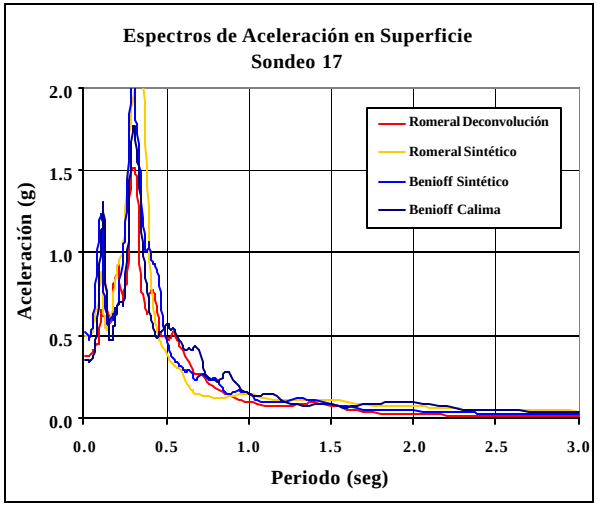
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

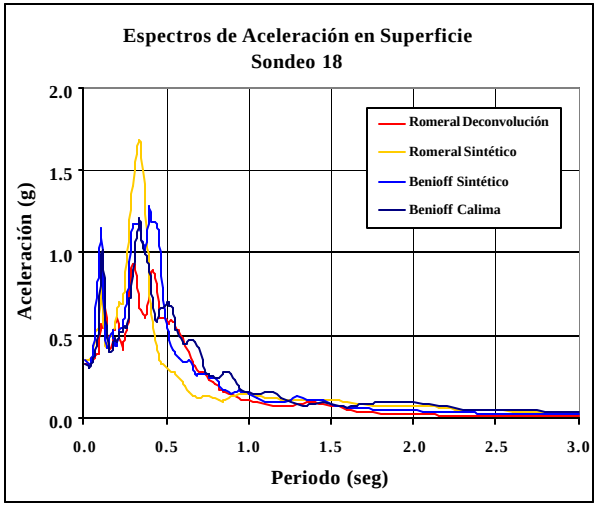












CIMOC

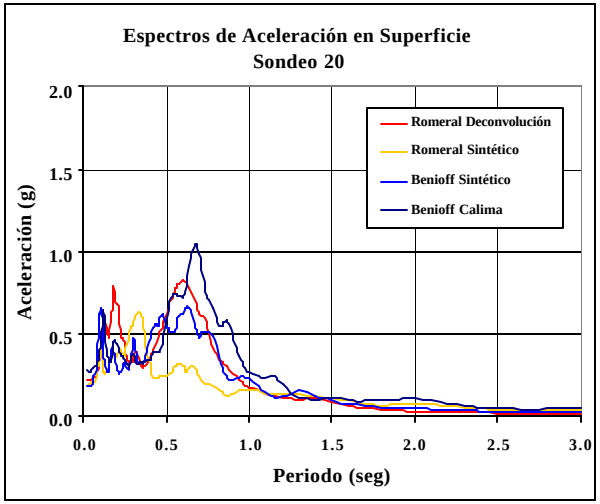
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

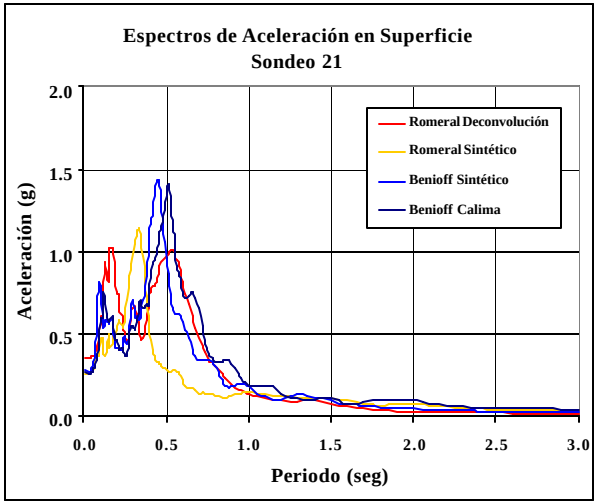
Espectros de Aceleración en Superficie para los sondeos analizados

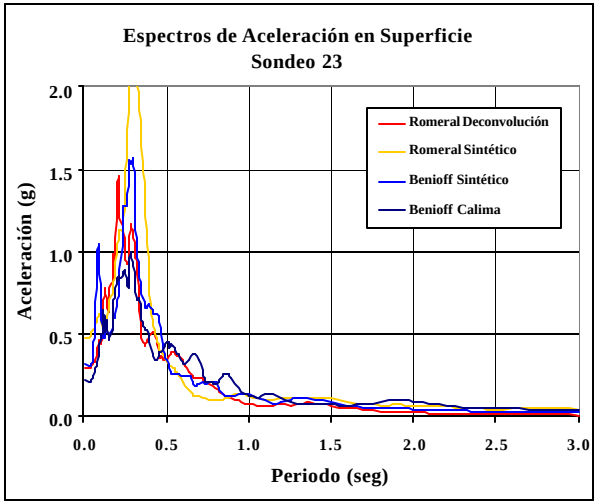
Figura: 6.23

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres







CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

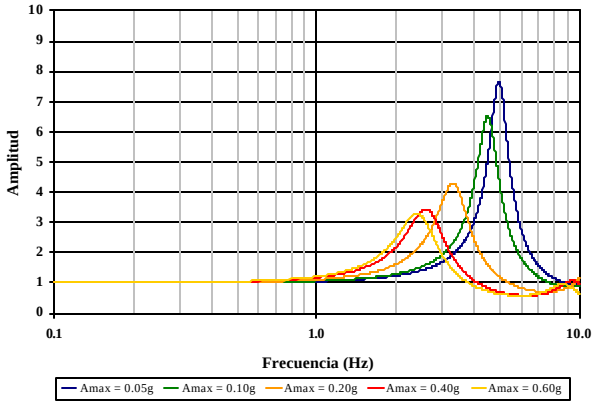
Espectros de Aceleración en Superficie para los sondeos analizados

Figura: 6.23

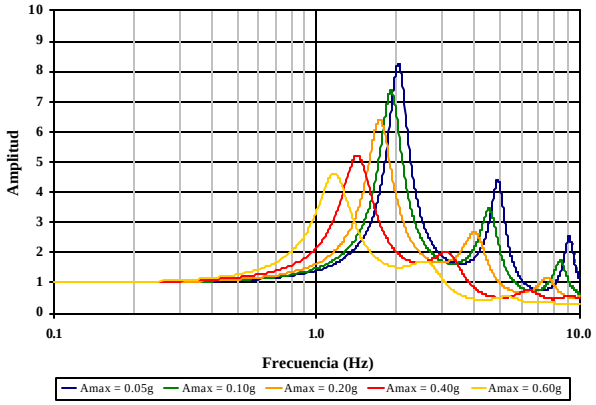
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

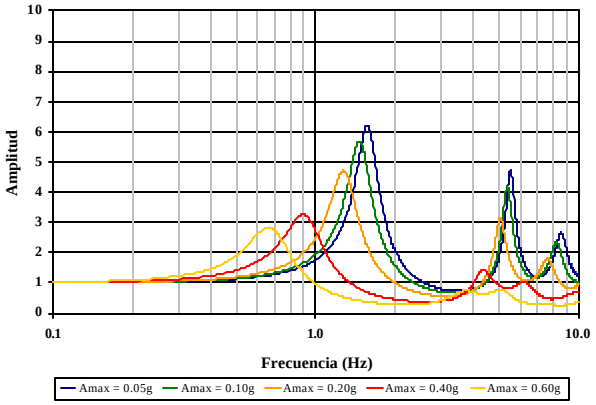
FT Fuente Activa- Sondeo No 1



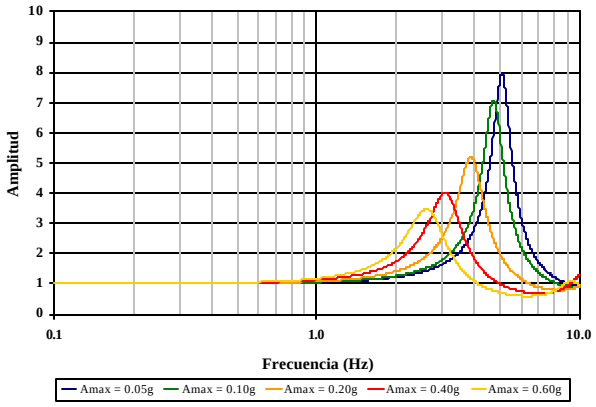
FT Fuente Activa- Sondeo No 2



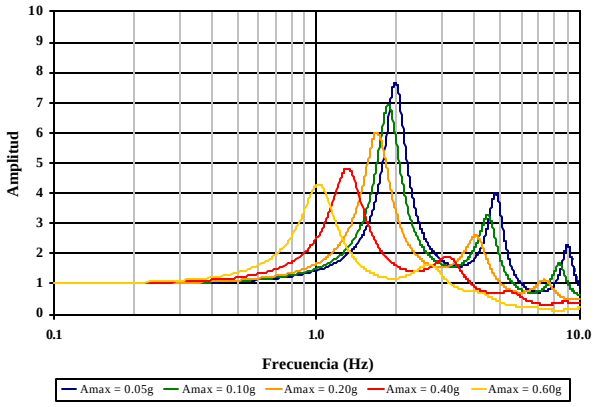
FT Fuente Activa- Sondeo No 3



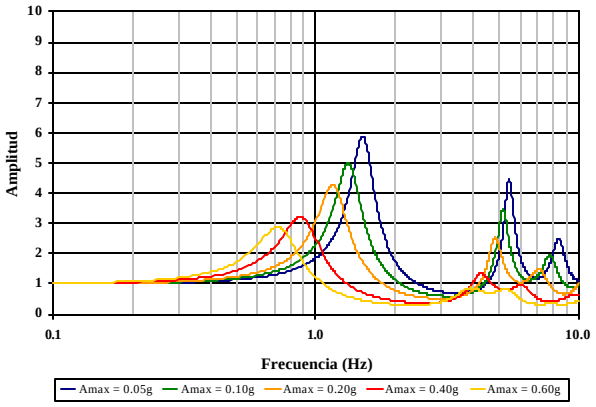
FT Fuente Subducción- Sondeo No 1



FT Fuente Subducción- Sondeo No 2



FT Fuente Subducción- Sondeo No 3



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

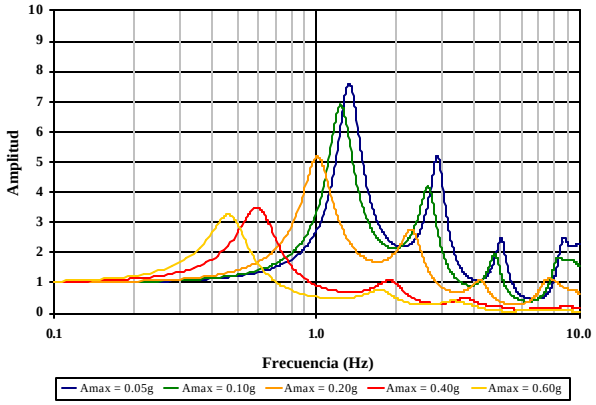
Funciones de Transferencia para los sondeos estudiados Fuente Tipo Activa y Subducción

Figura: 6.24

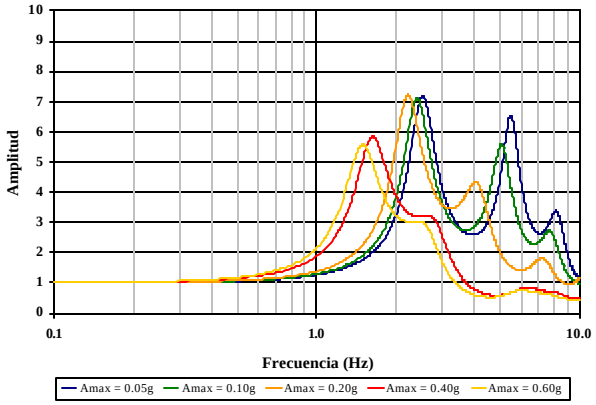
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

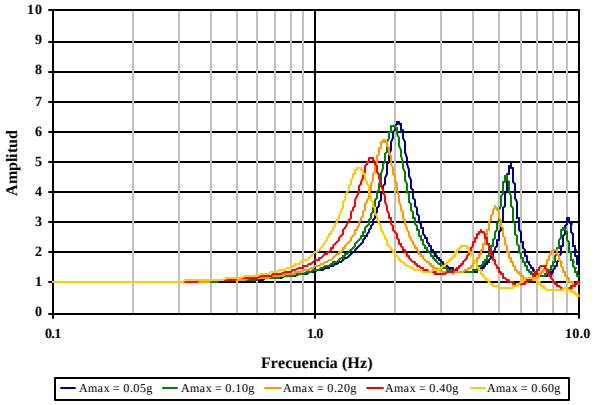
FT Fuente Activa- Sondeo No 4



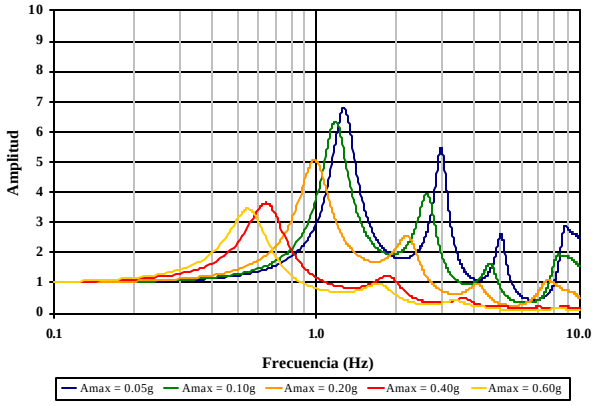
FT Fuente Activa- Sondeo No 5



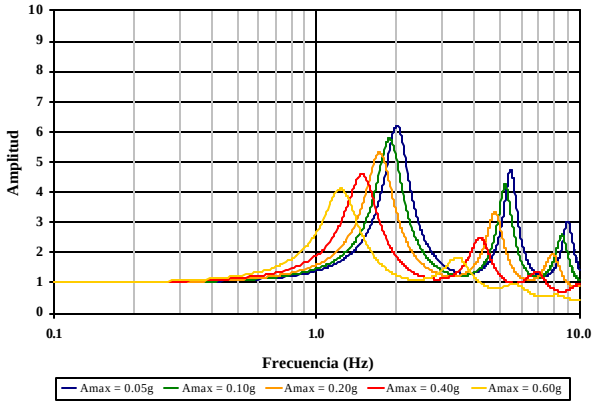
FT Fuente Activa- Sondeo No 6



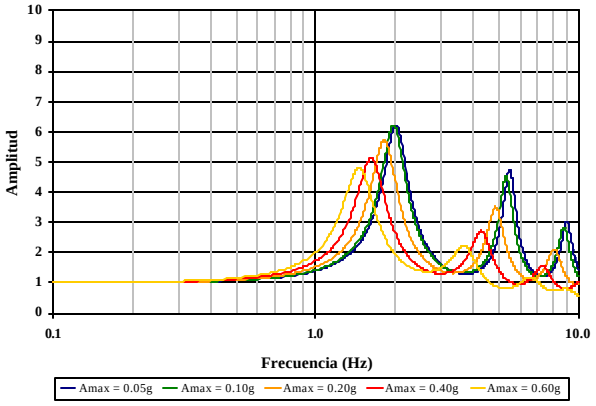
FT Fuente Subducción- Sondeo No 4



FT Fuente Subducción- Sondeo No 5



FT Fuente Subducción- Sondeo No 6



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

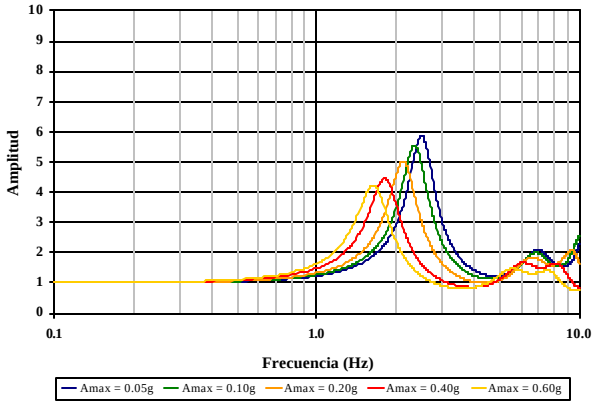
Funciones de Transferencia para los sondeos estudiados Fuente Tipo Activa y Subducción

Figura: 6.24

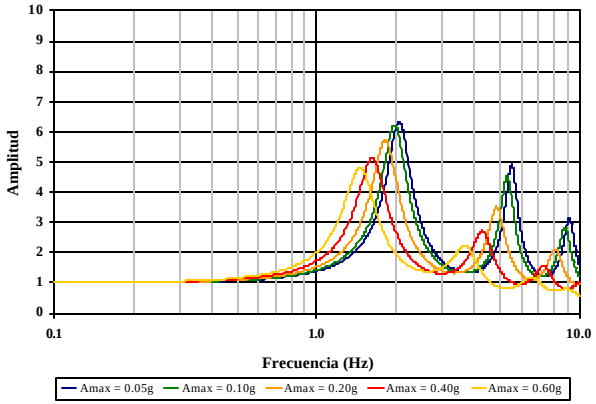
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

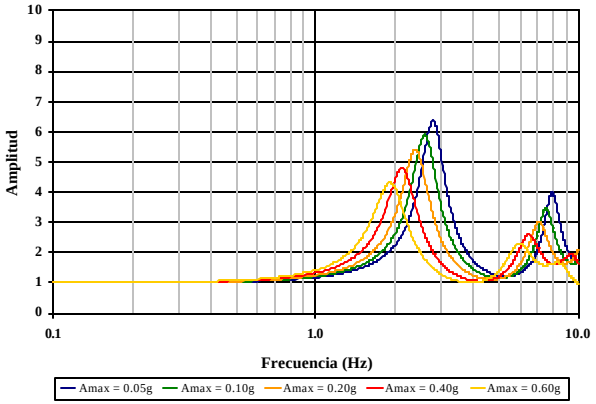
FT Fuente Activa- Sondeo No 7



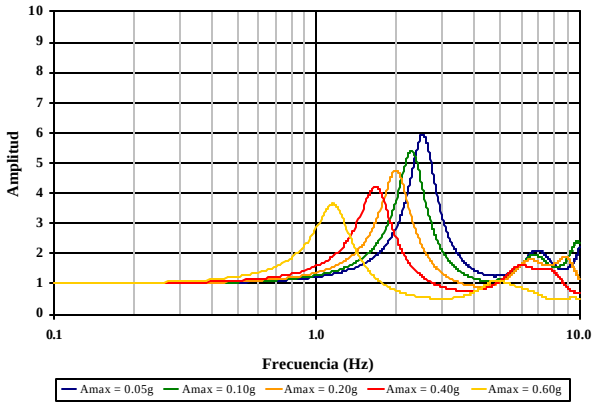
FT Fuente Activa- Sondeo No 8



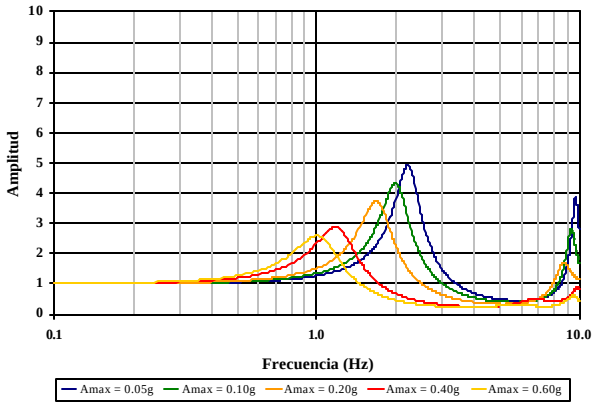
FT Fuente Activa- Sondeo No 9



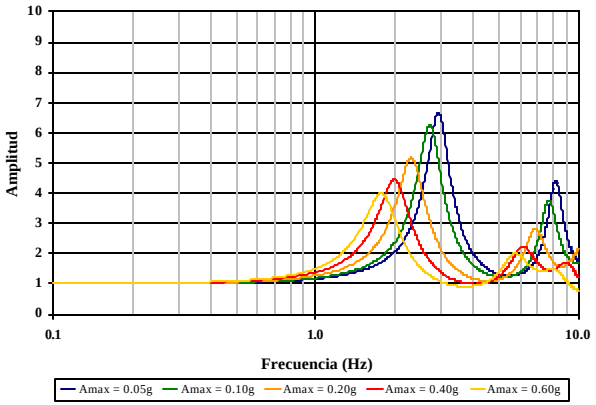
FT Fuente Subducción- Sondeo No 7



FT Fuente Subducción- Sondeo No 8



FT Fuente Subducción- Sondeo No 9



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

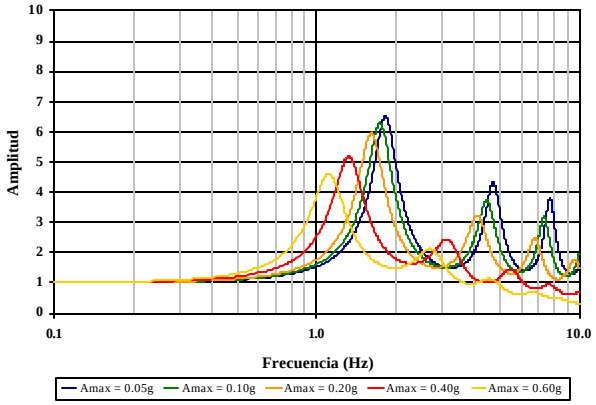
Funciones de Transferencia para los sondeos estudiados Fuente Tipo Activa y Subducción

Figura: 6.24

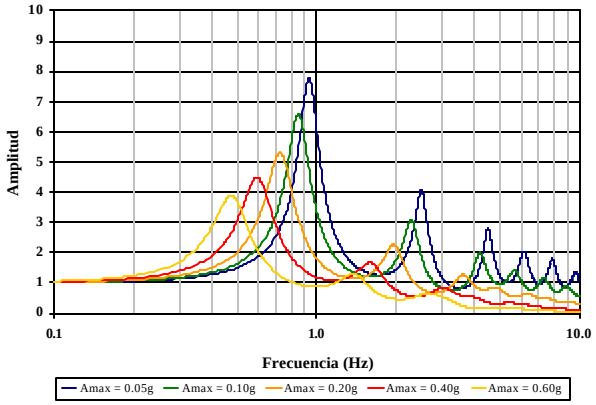
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

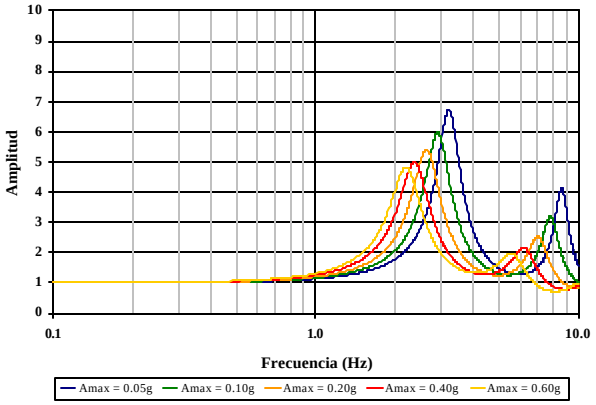
FT Fuente Activa- Sondeo No 10



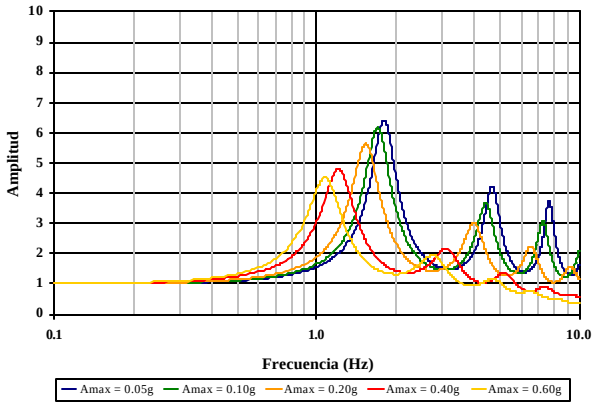
FT Fuente Activa- Sondeo No 11



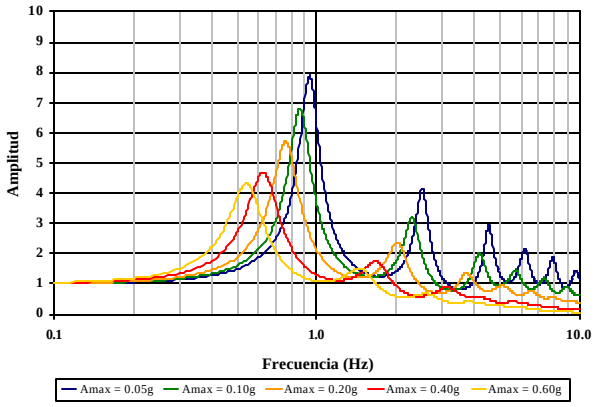
FT Fuente Activa- Sondeo No 12



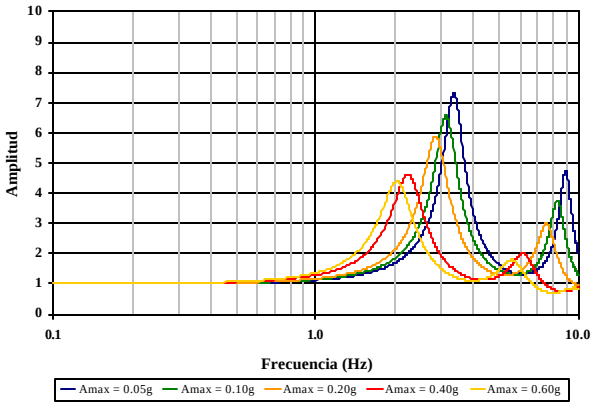
FT Fuente Subducción- Sondeo No 10



FT Fuente Subducción- Sondeo No 11



FT Fuente Subducción- Sondeo No 12



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

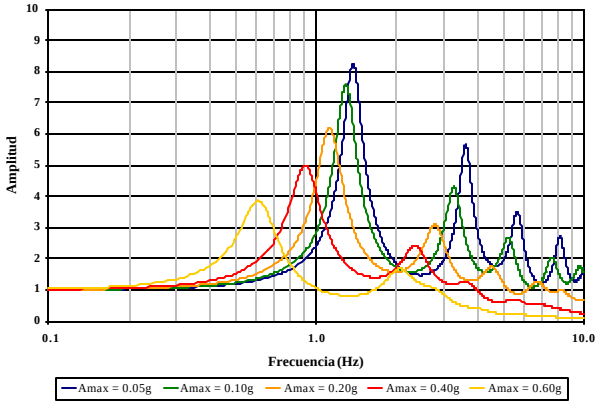
Funciones de Transferencia para los sondeos estudiados Fuente Tipo Activa y Subducción

Figura: 6.24

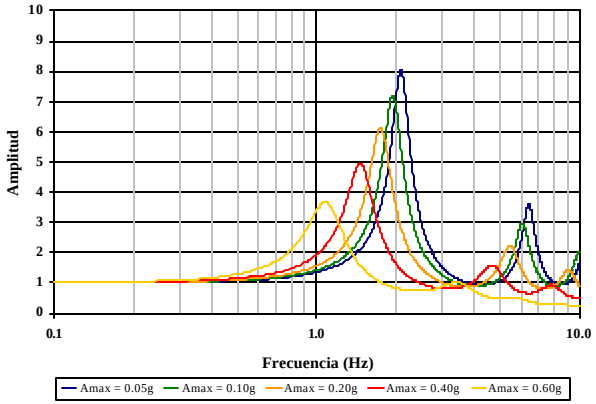
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

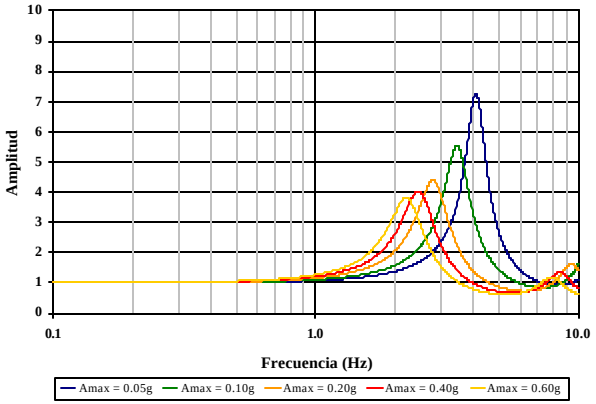
FT Fuente Activa- Sondeo No 13



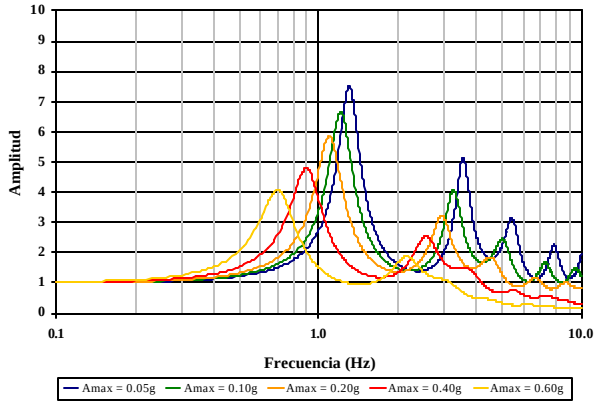
FT Fuente Activa- Sondeo No 14



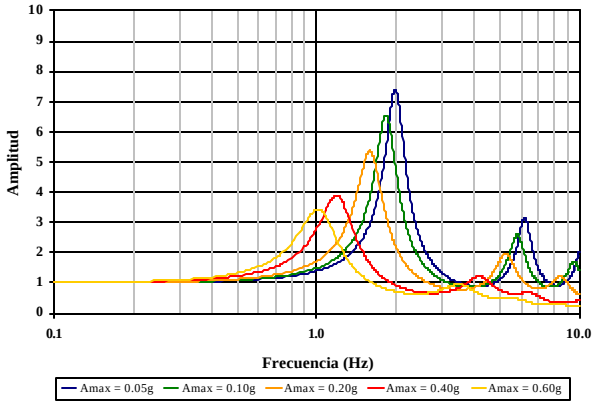
FT Fuente Activa- Sondeo No 15



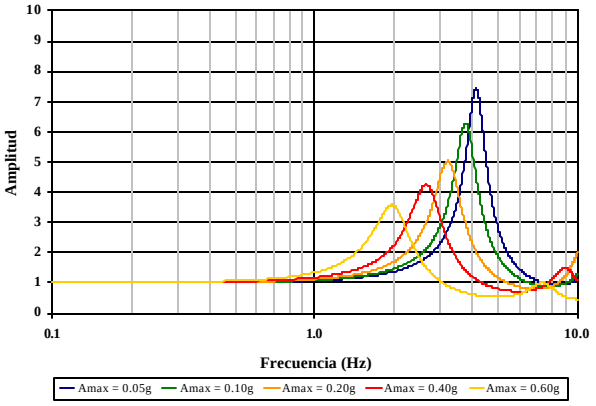
FT Fuente Subducción- Sondeo No 13



FT Fuente Subducción- Sondeo No 14



FT Fuente Subducción- Sondeo No 15



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

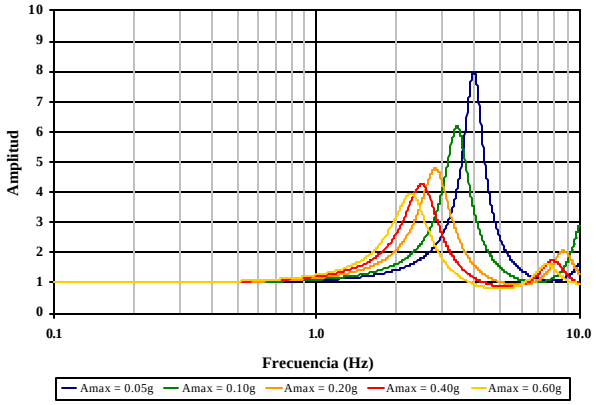
Funciones de Transferencia para los sondeos estudiados Fuente Tipo Activa y Subducción

Figura: 6.24

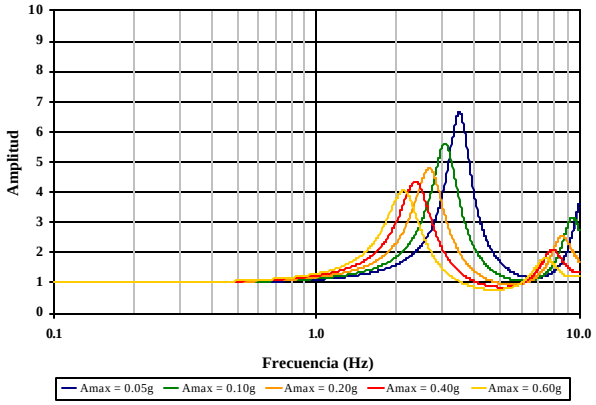
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

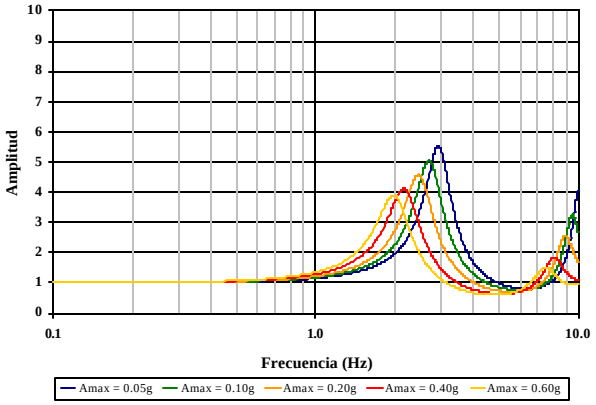
FT Fuente Activa- Sondeo No 16



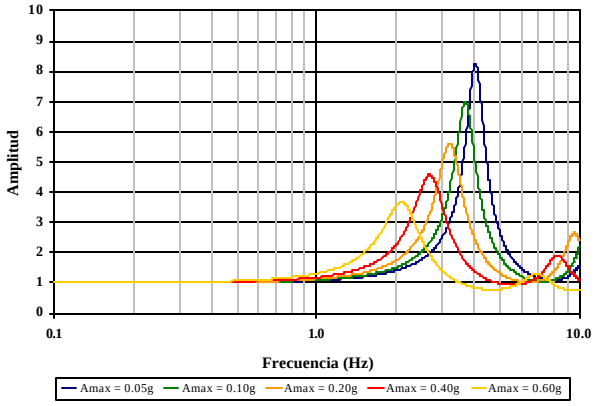
FT Fuente Activa- Sondeo No 17



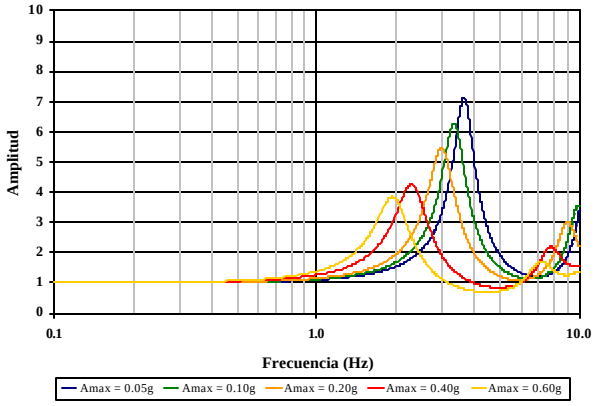
FT Fuente Activa- Sondeo No 18



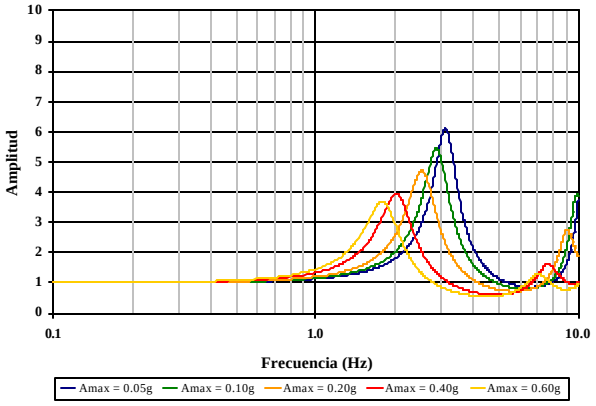
FT Fuente Subducción- Sondeo No 16



FT Fuente Subducción- Sondeo No 17



FT Fuente Subducción- Sondeo No 18



CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

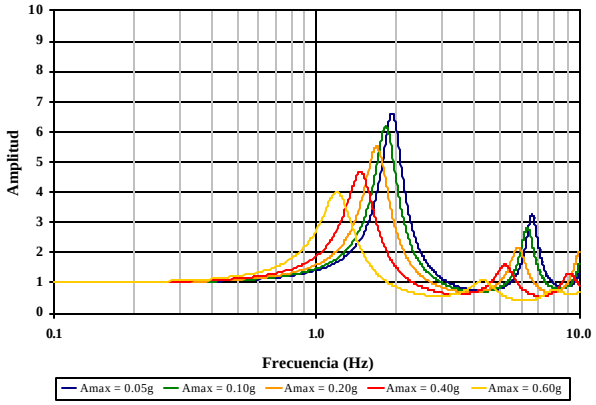
Funciones de Transferencia para los sondeos estudiados Fuente Tipo Activa y Subducción

Figura: 6.24

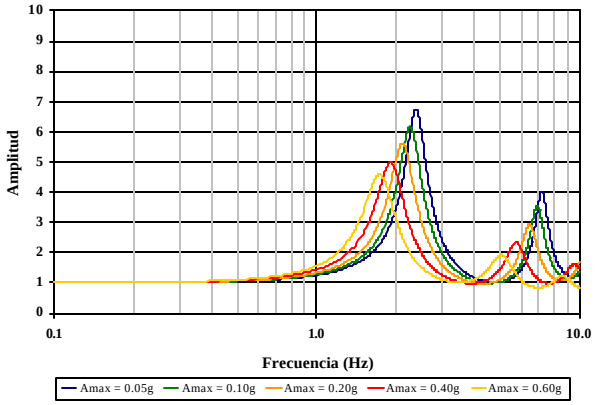
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

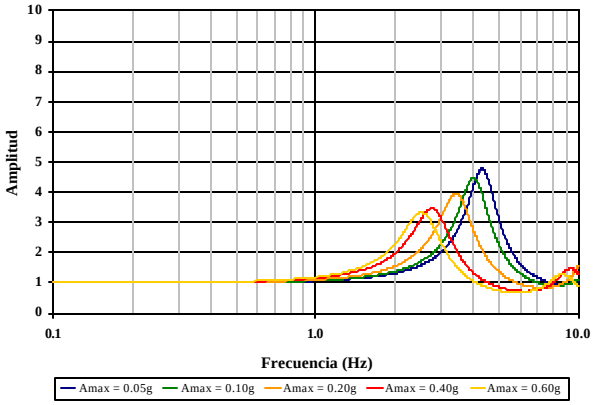
FT Fuente Activa- Sondeo No 20



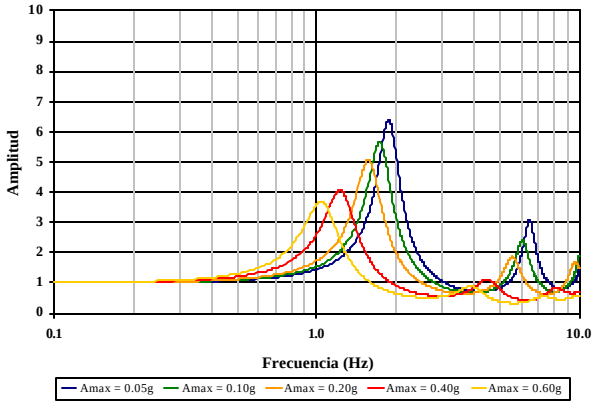
FT Fuente Activa- Sondeo No 21



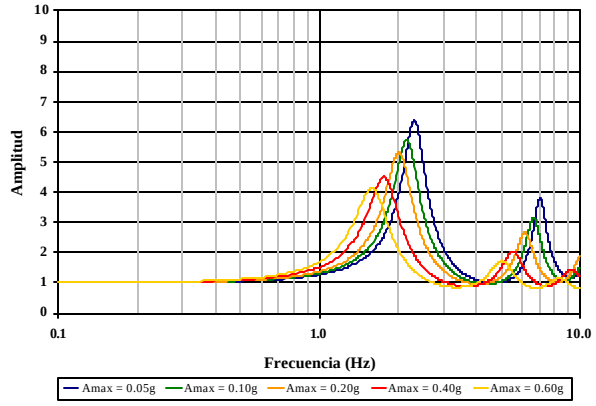
FT Fuente Activa- Sondeo No 23



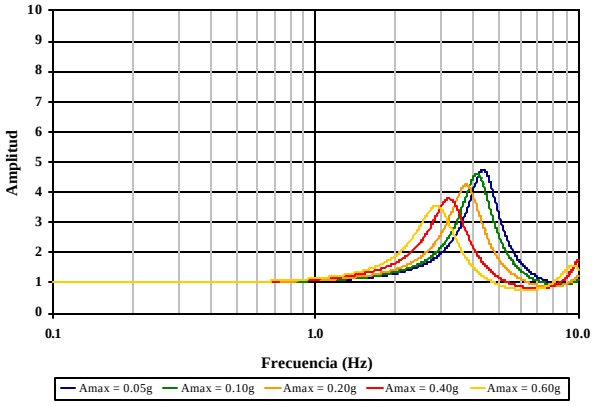
FT Fuente Subducción- Sondeo No 20



FT Fuente Subducción- Sondeo No 21



FT Fuente Subducción- Sondeo No 23



CIMOC

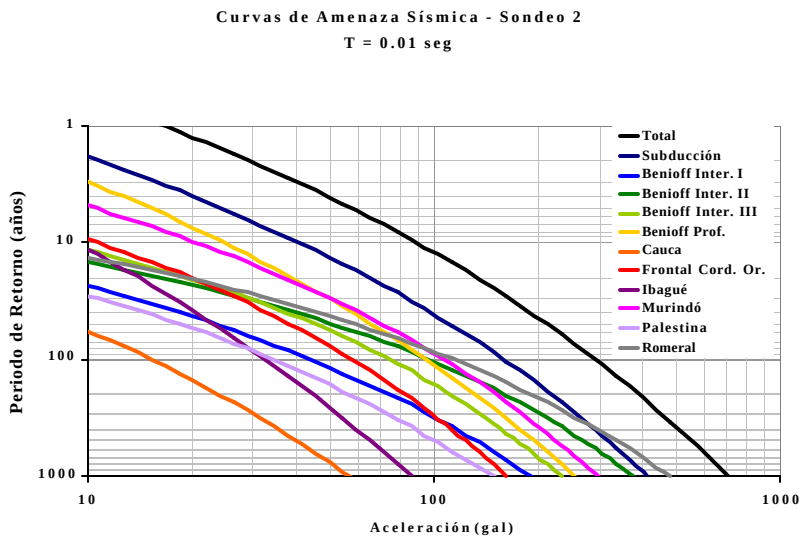
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

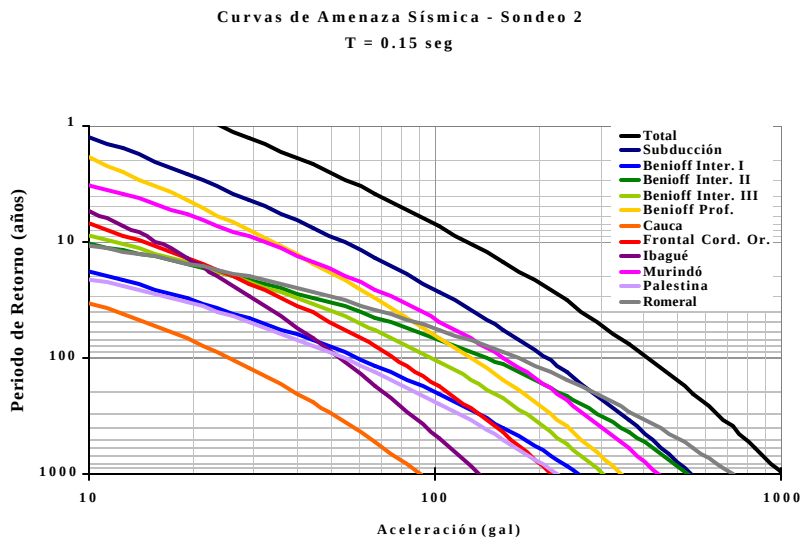
Funciones de Transferencia para los sondeos estudiados Fuente Tipo Activa y Subducción

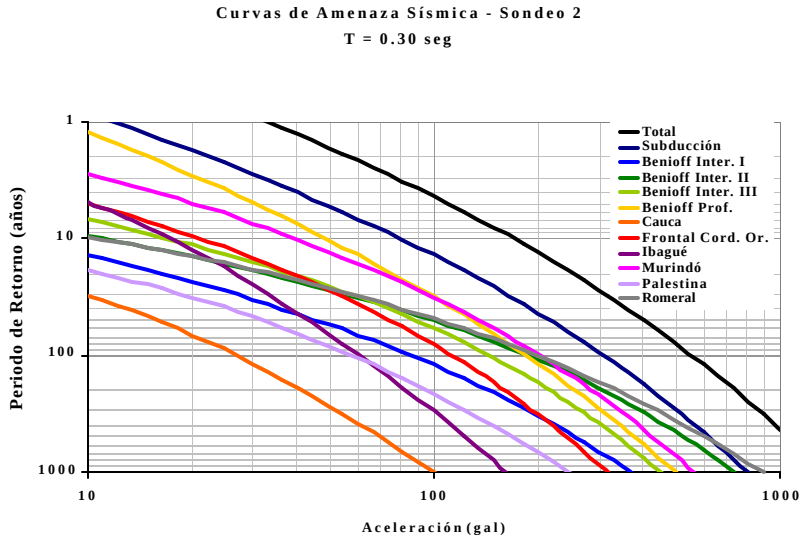
Figura: 6.24

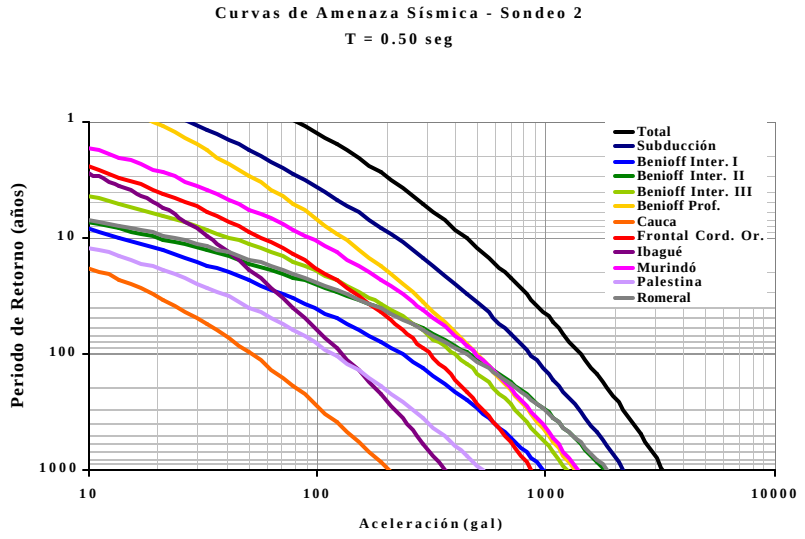
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

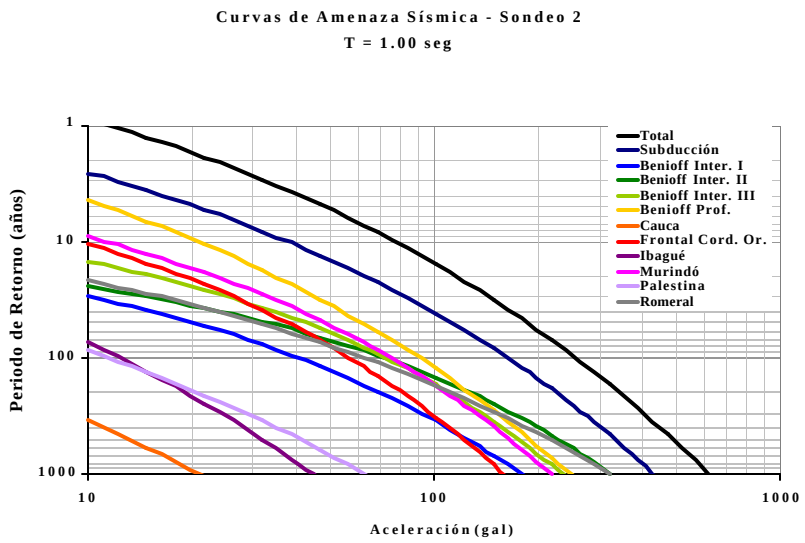
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

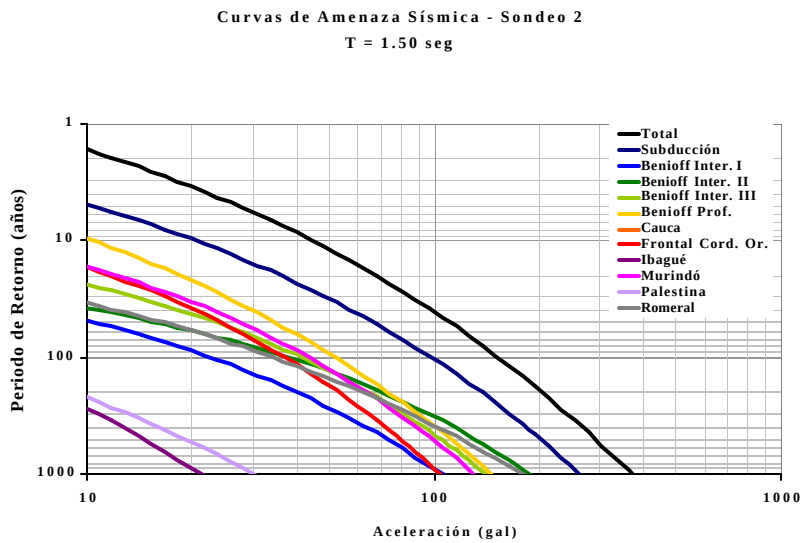
Tasas de excedencia para diferentes periodos estructurales Sondeo No 2

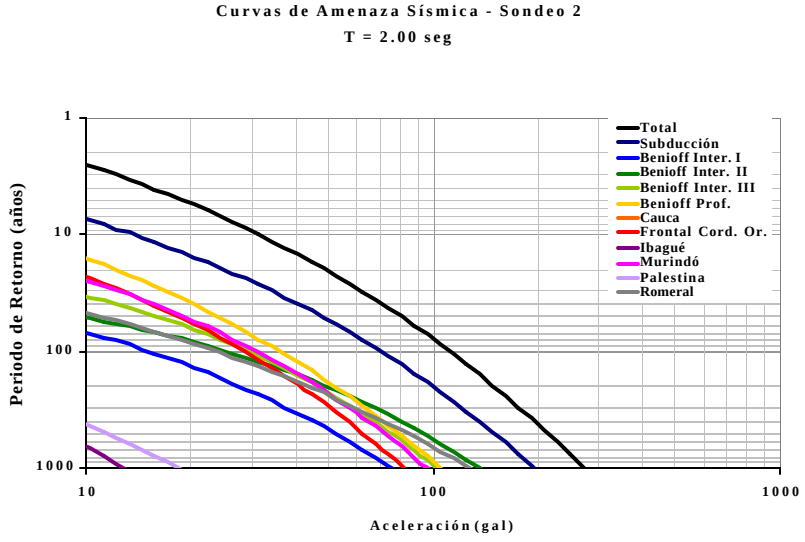
Figura: 6.25

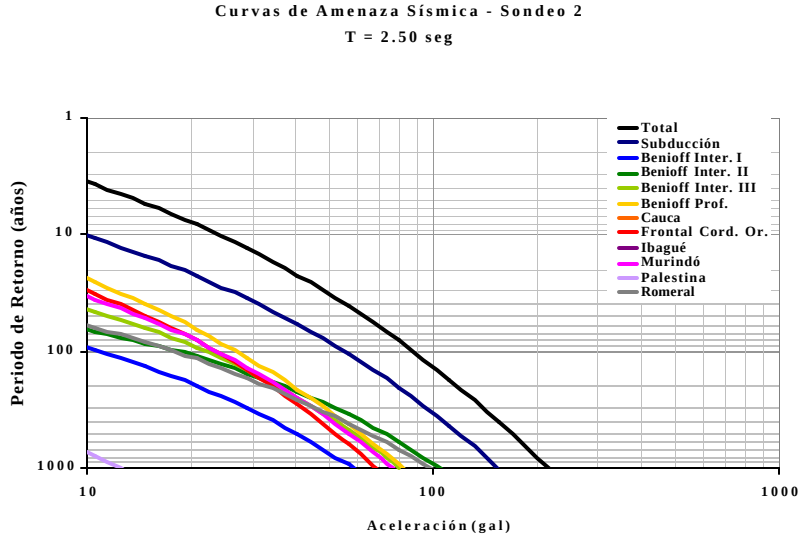
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

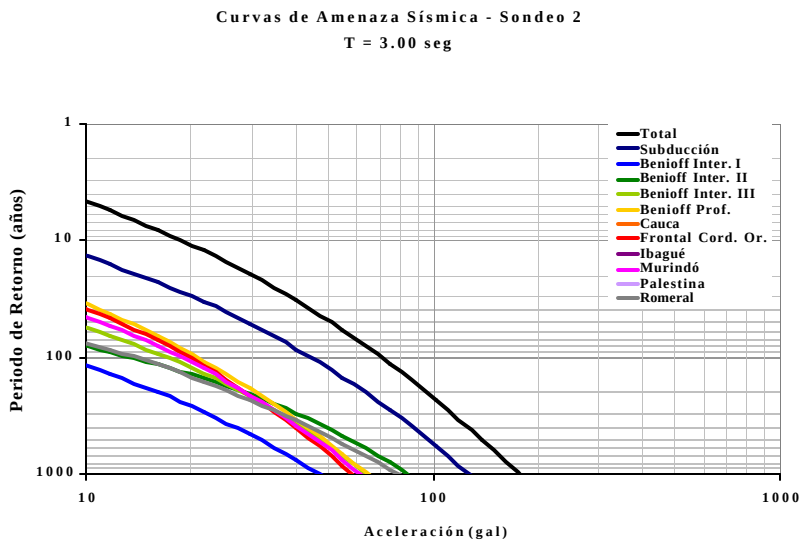
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

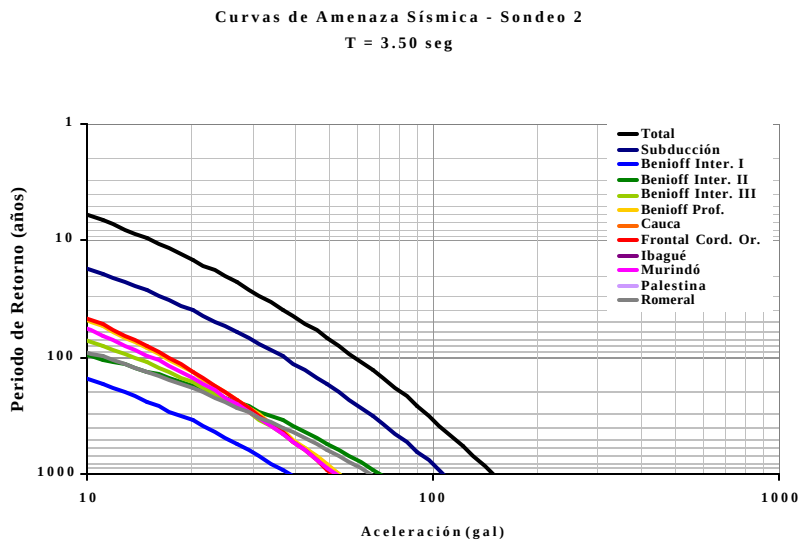
Tasas de excedencia para diferentes periodos estructurales Sondeo No 2

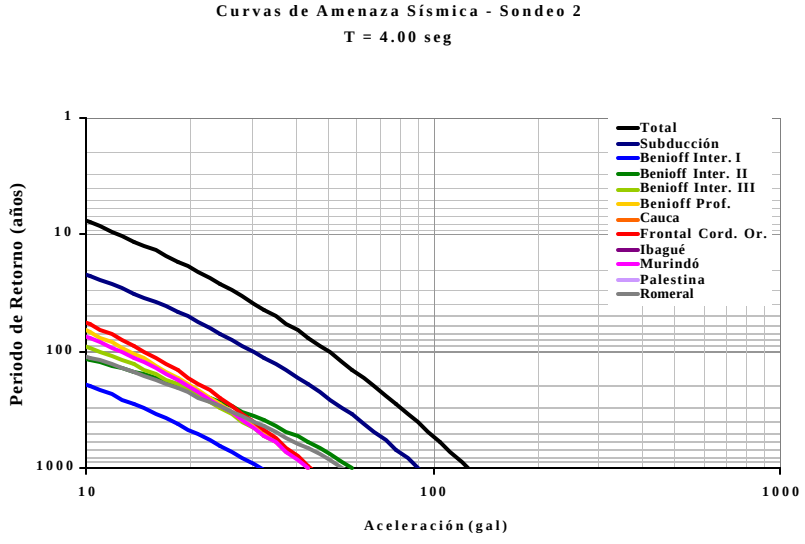
Figura: 6.25

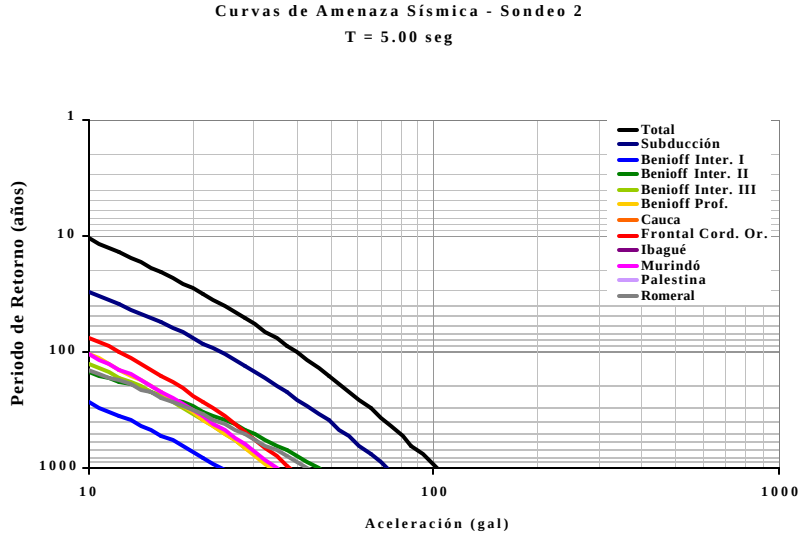
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

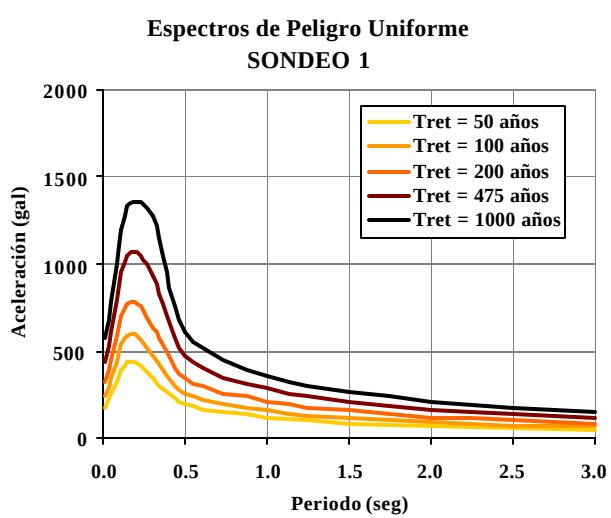
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

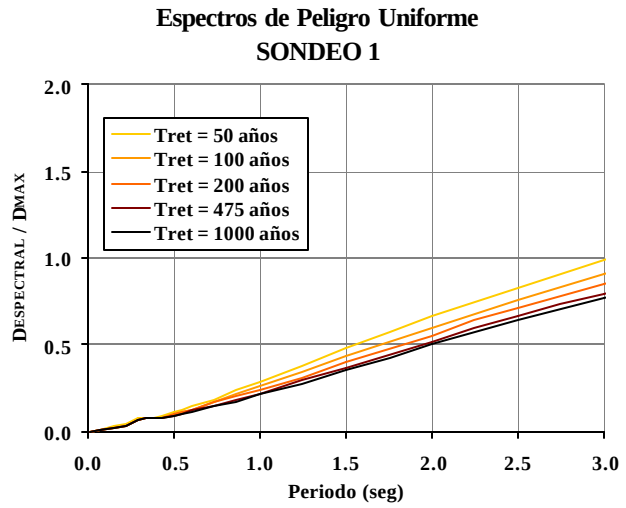
Tasas de excedencia para diferentes periodos estructurales Sondeo No 2

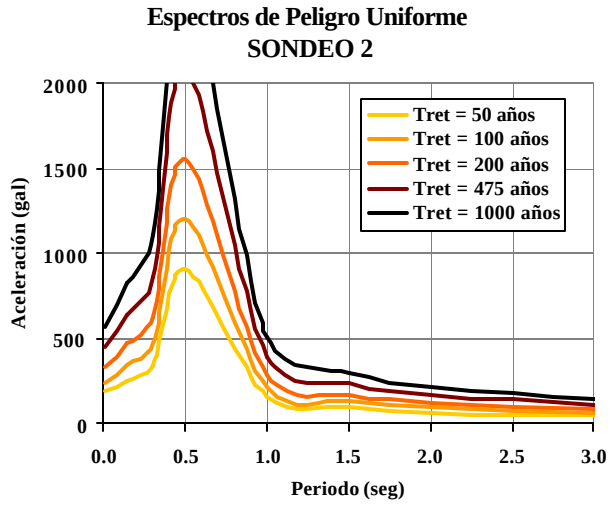
Figura: 6.25

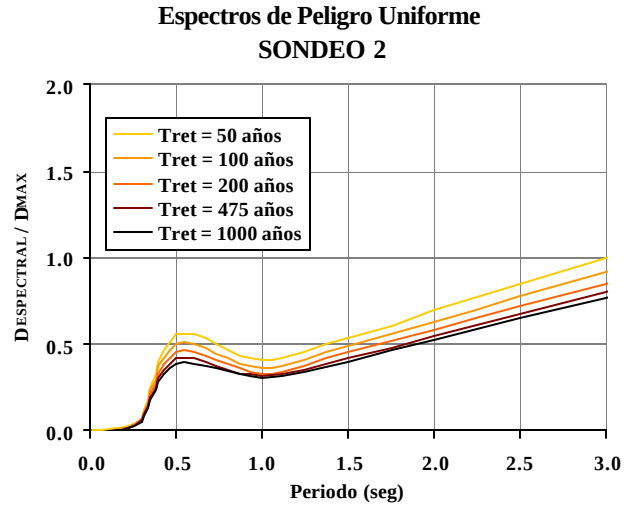
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

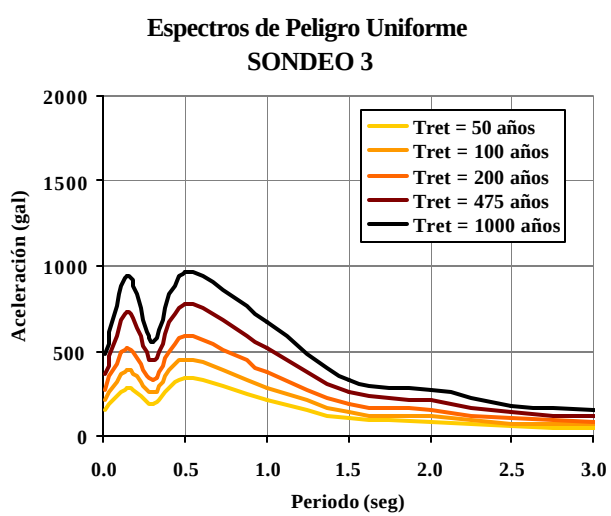
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

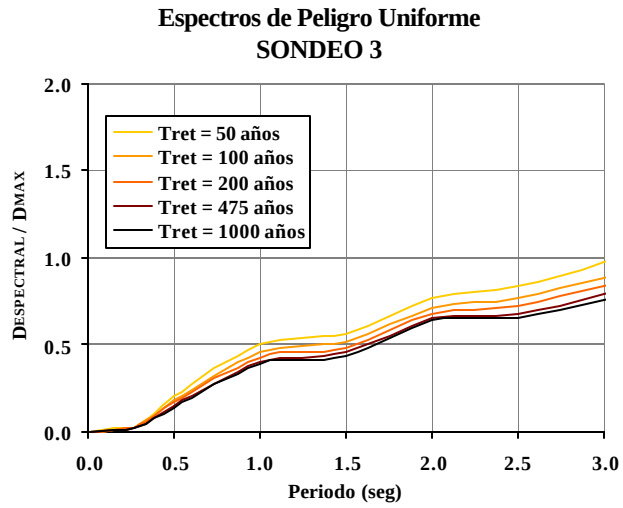
Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno

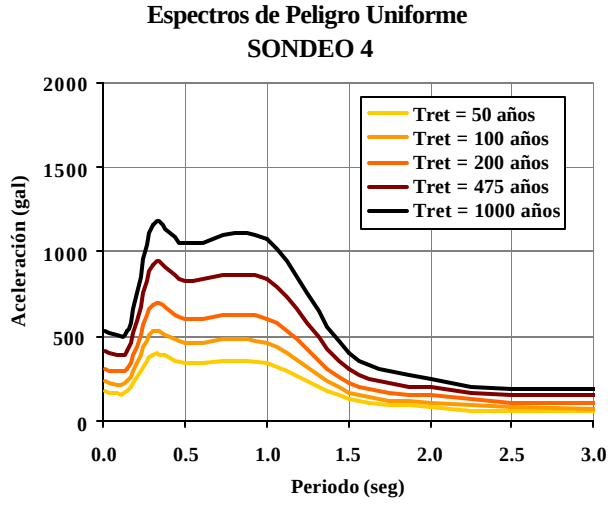
Figura: 6.26

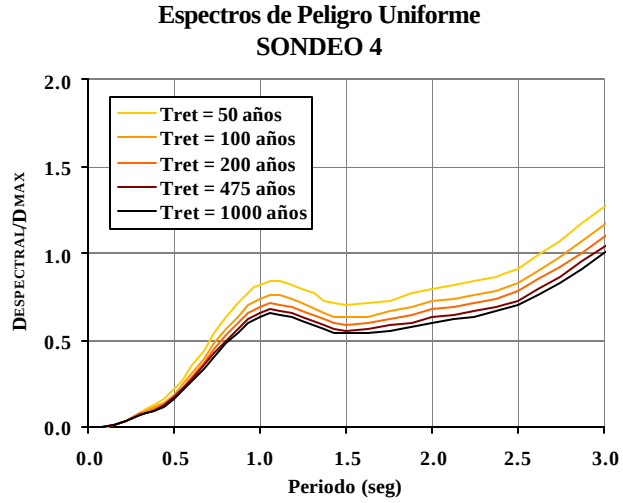
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

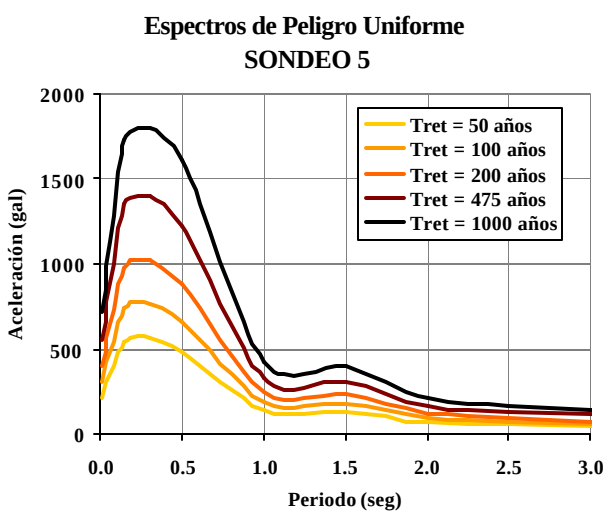
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

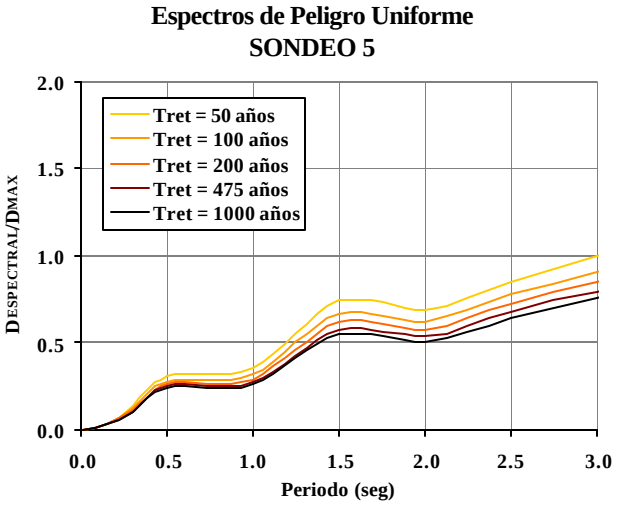
Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno

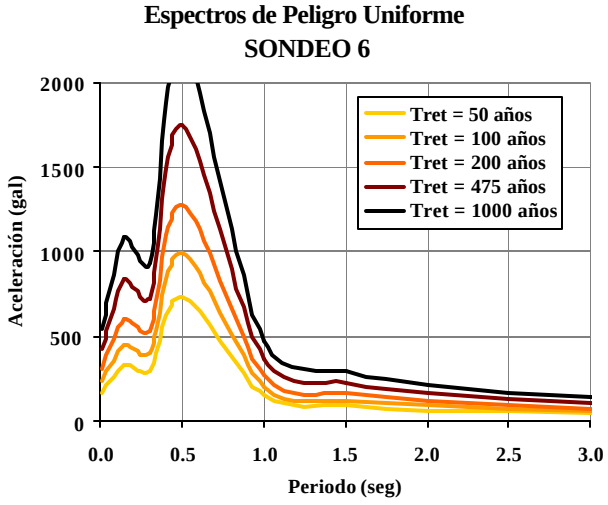
Figura: 6.26

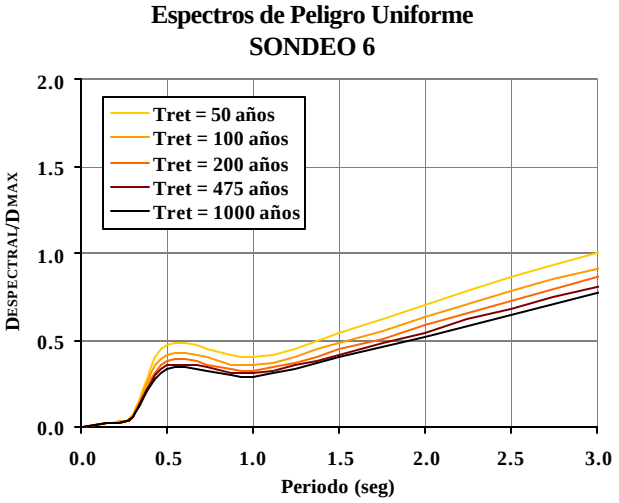
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

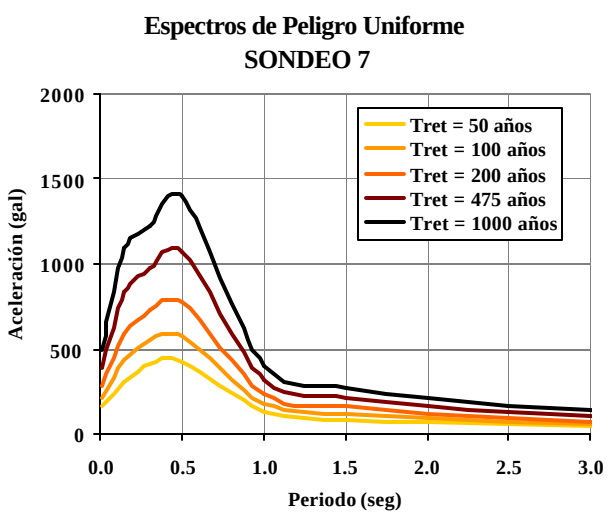
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

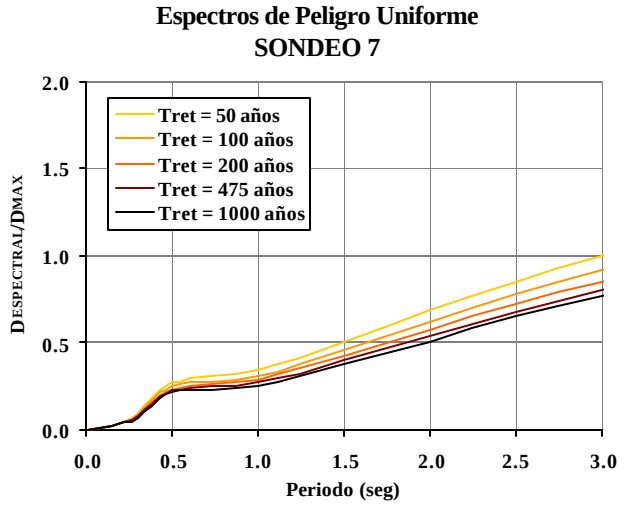
Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno

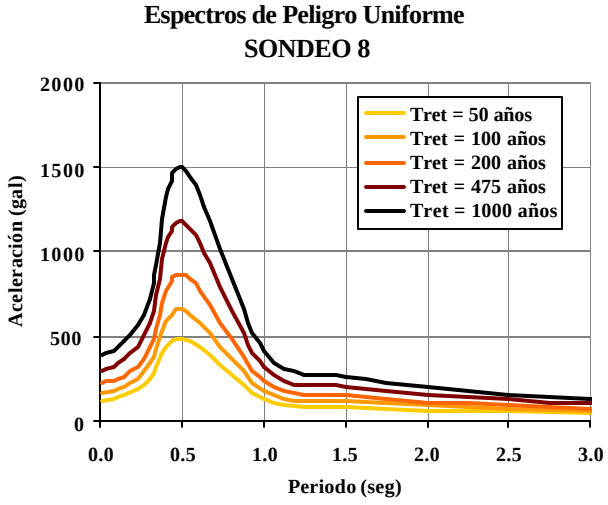
Figura: 6.26

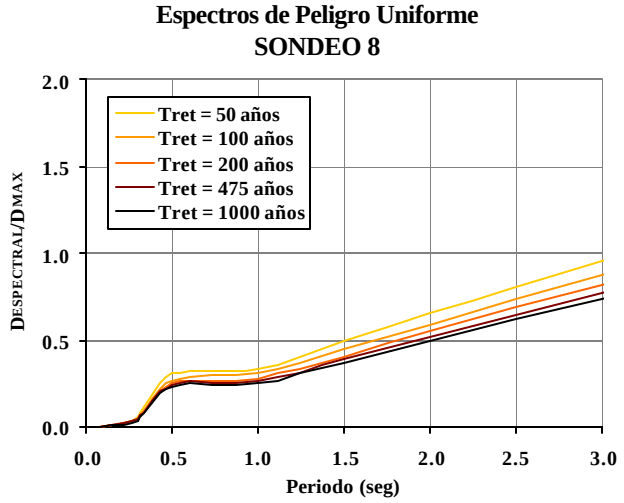
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

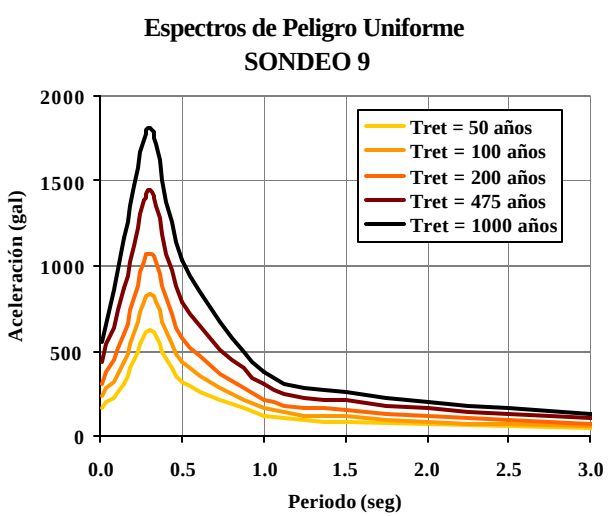
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

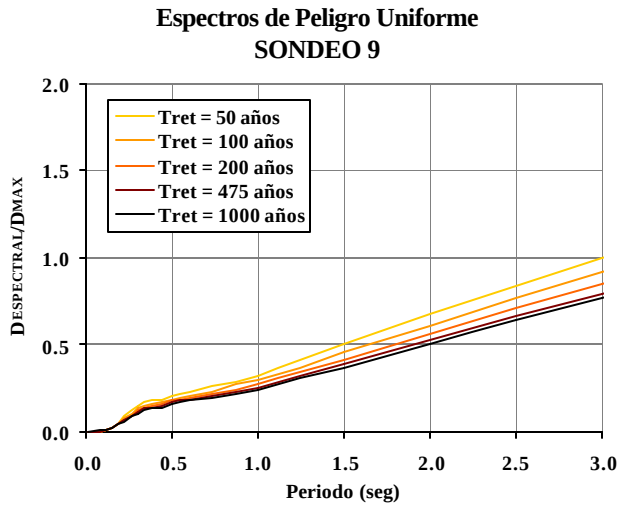
Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno

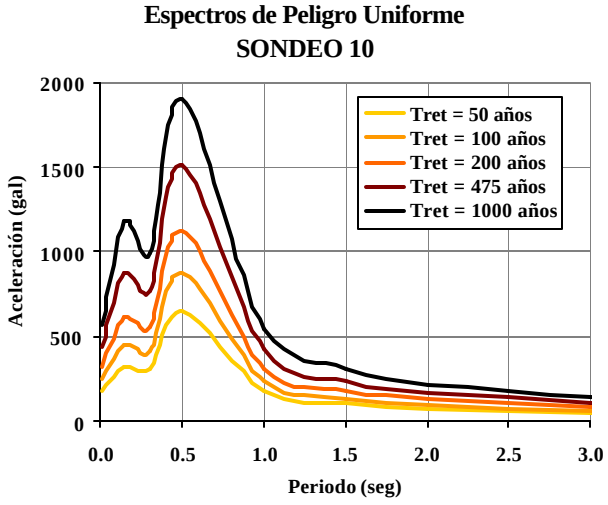
Figura: 6.26

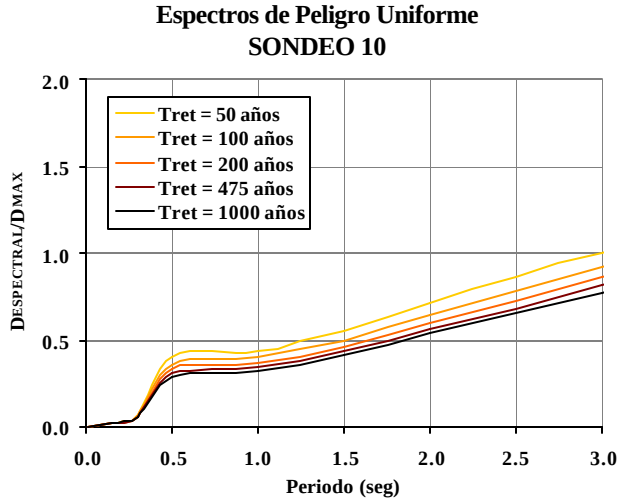
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

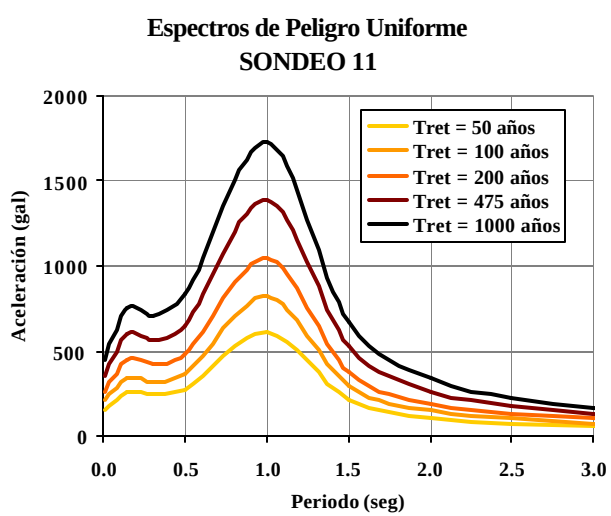
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

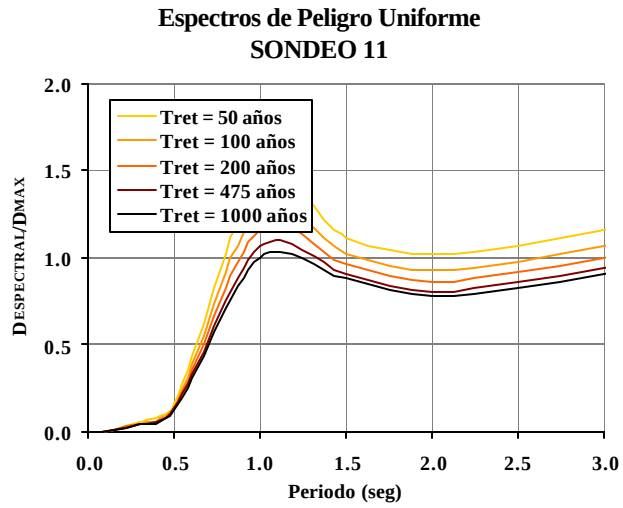
Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno

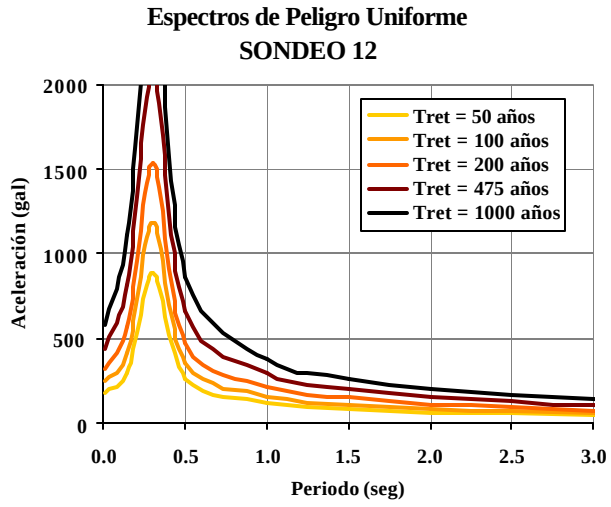
Figura: 6.26

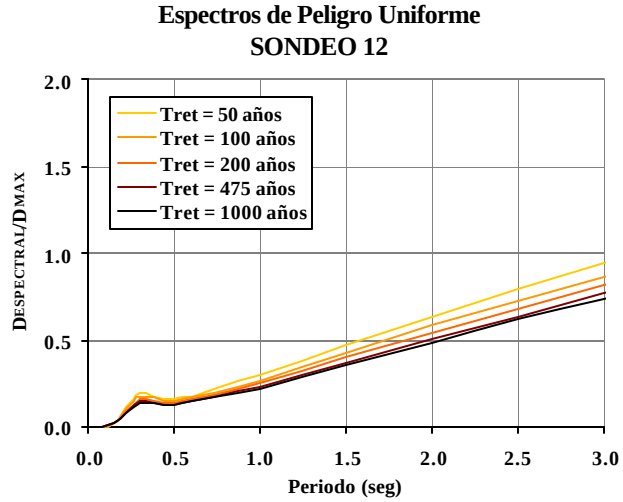
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

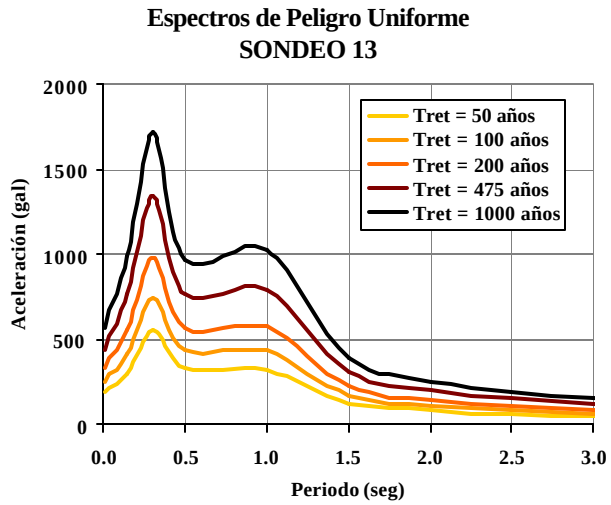
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

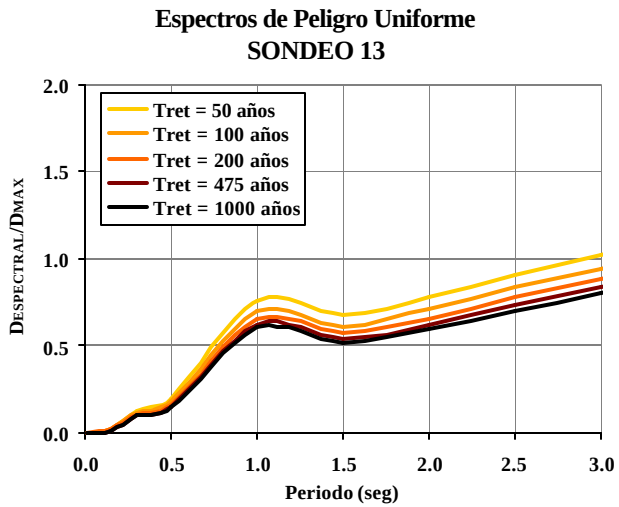
Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno

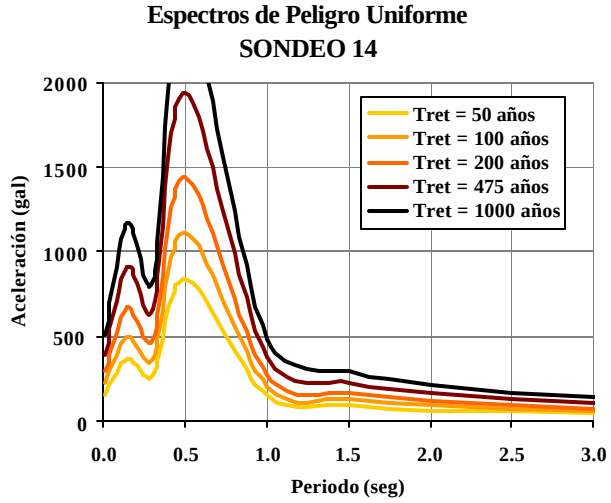
Figura: 6.26

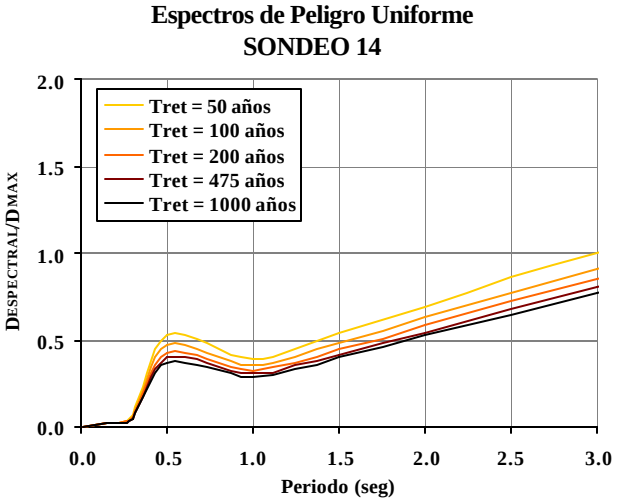
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

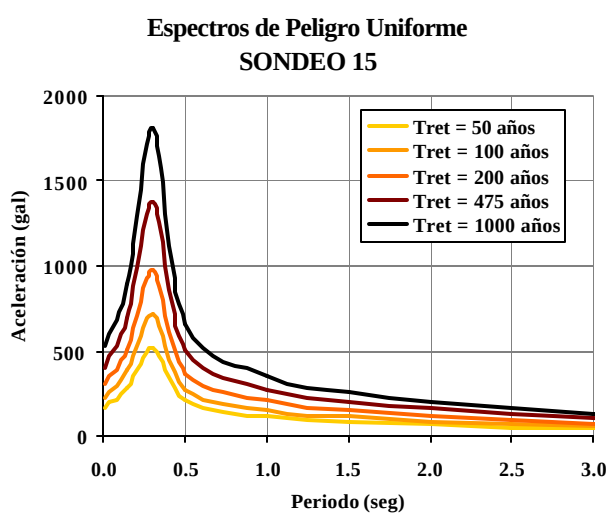
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

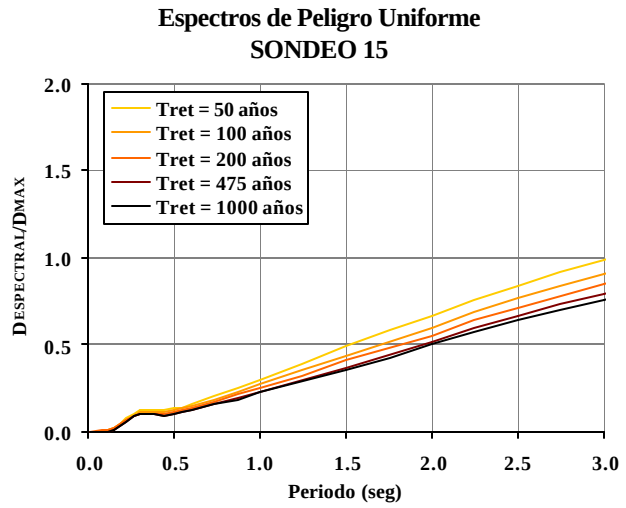
Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno

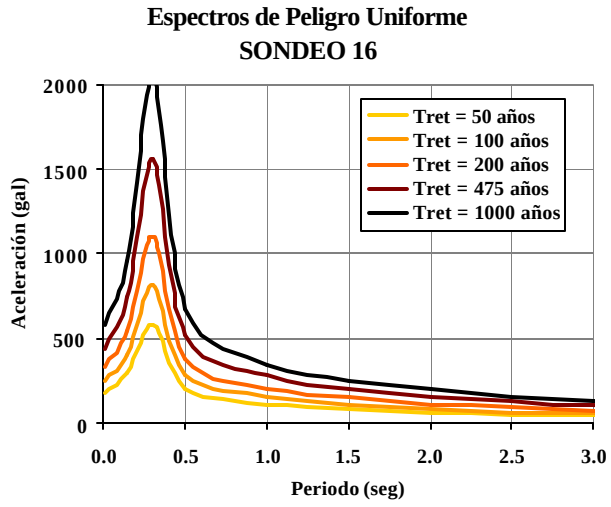
Figura: 6.26

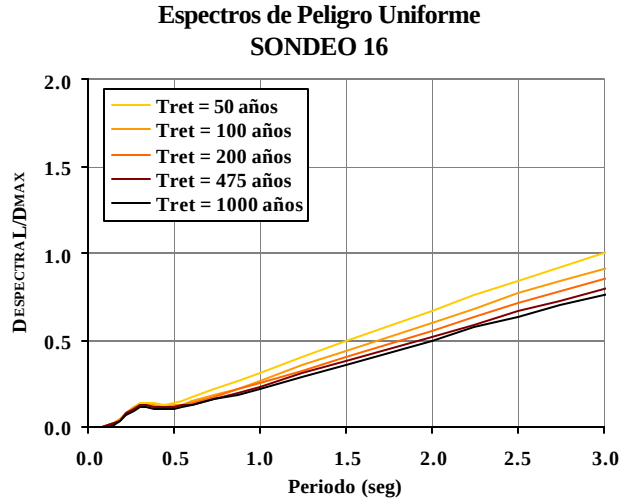
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

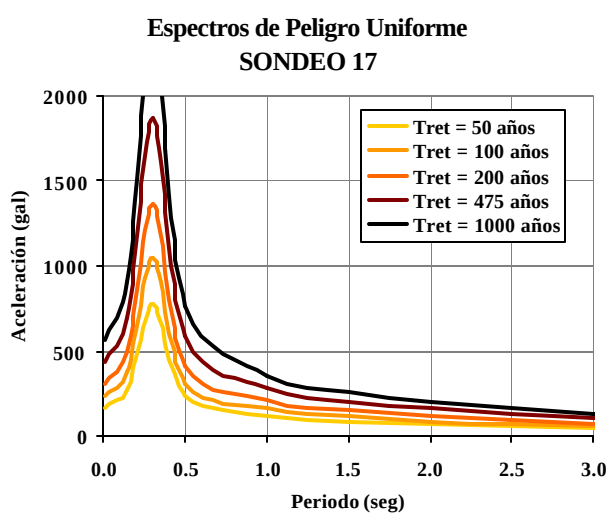
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

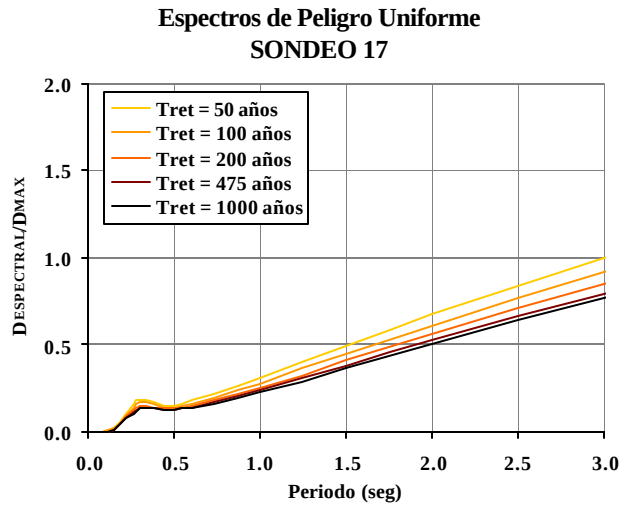
Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno

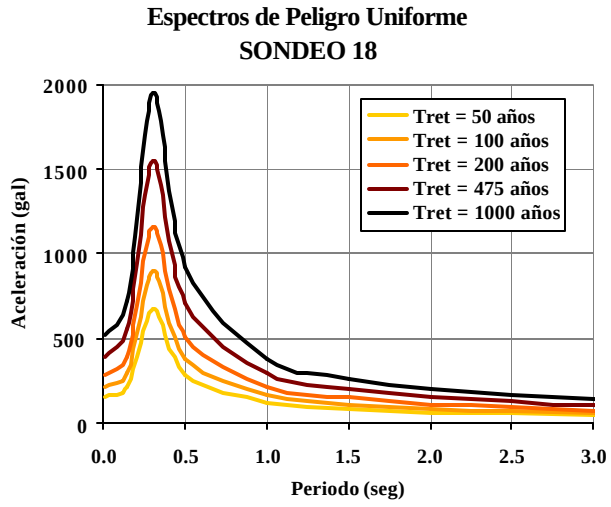
Figura: 6.26

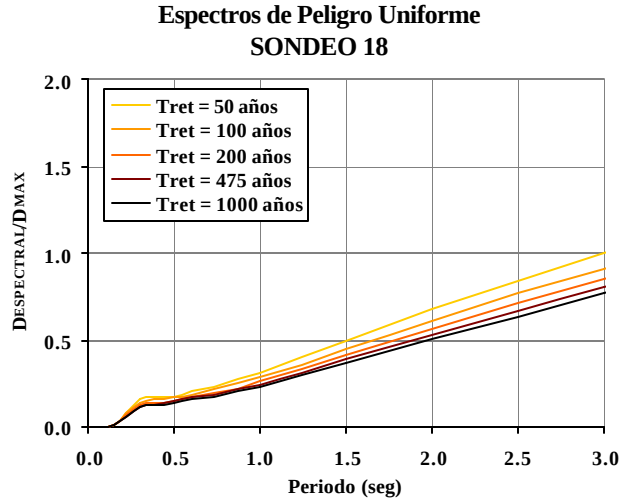
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

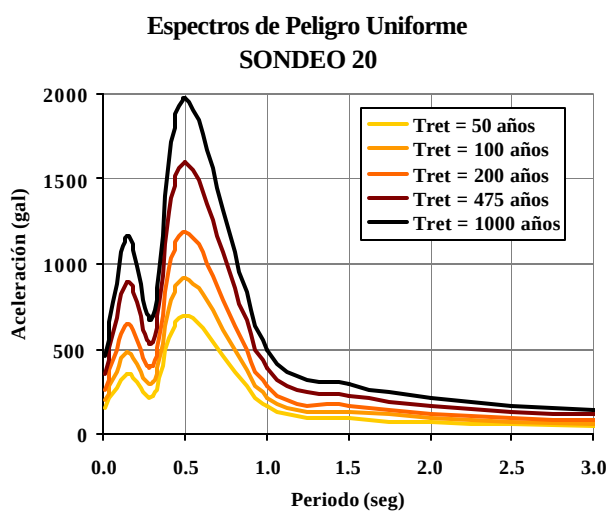
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

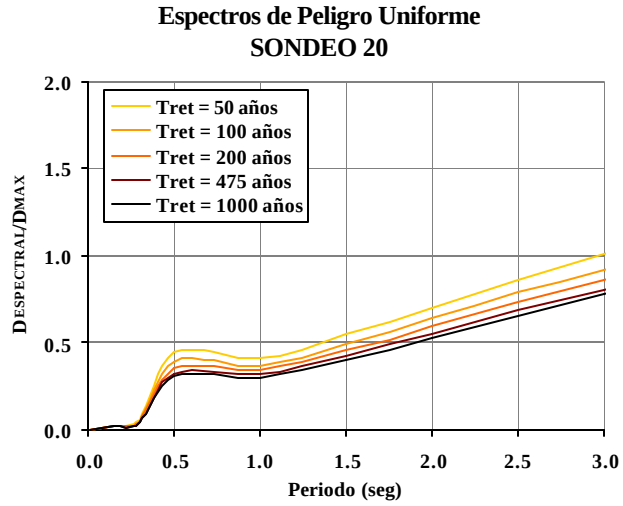
Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno

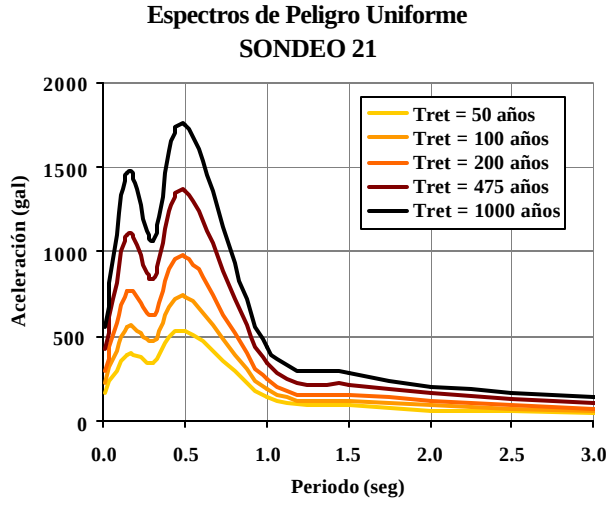
Figura: 6.26

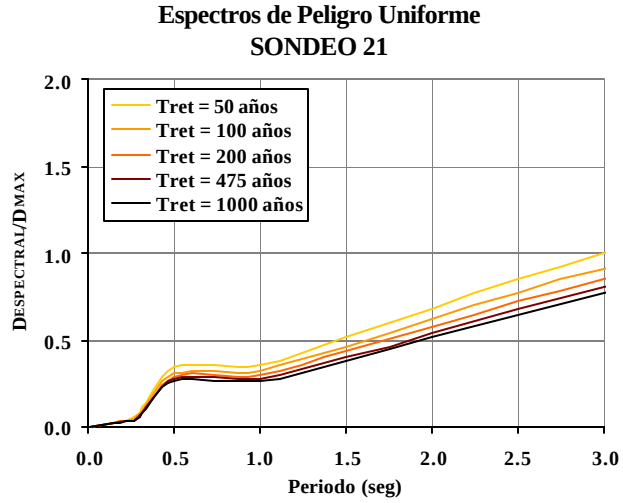
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

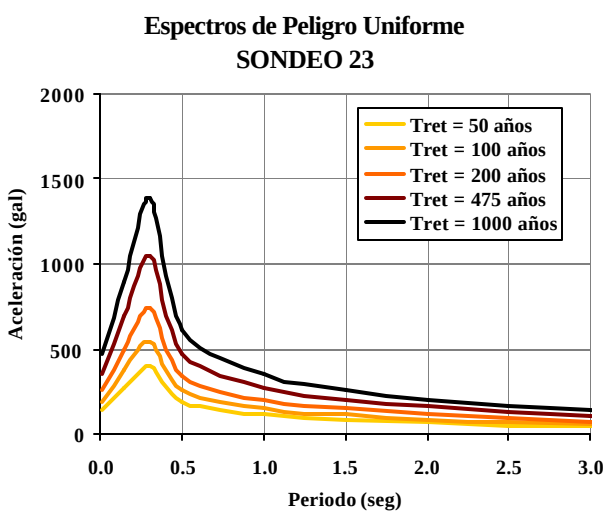
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

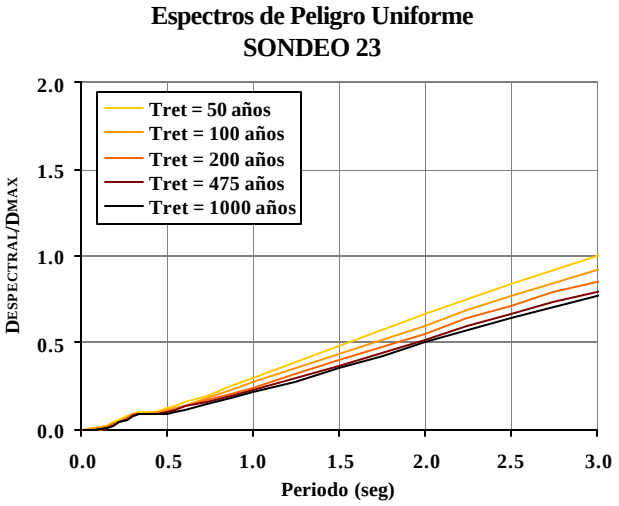
Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno

Figura: 6.26

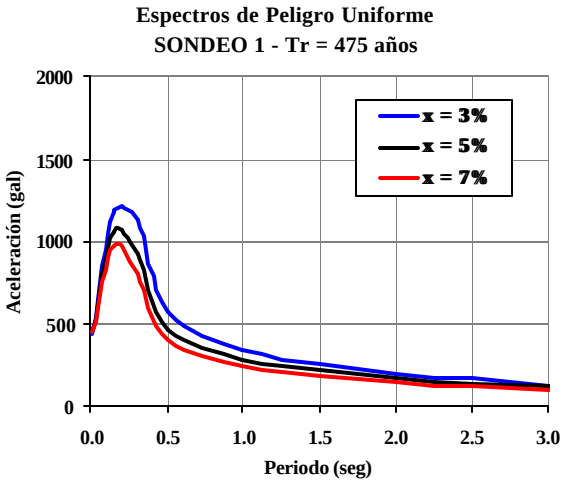
Fecha: Agosto de 2002

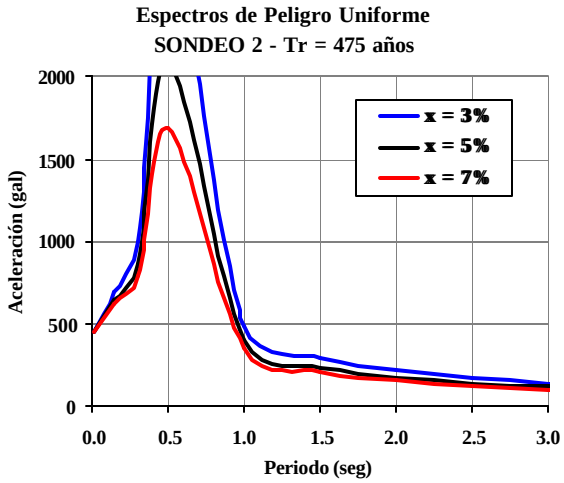
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

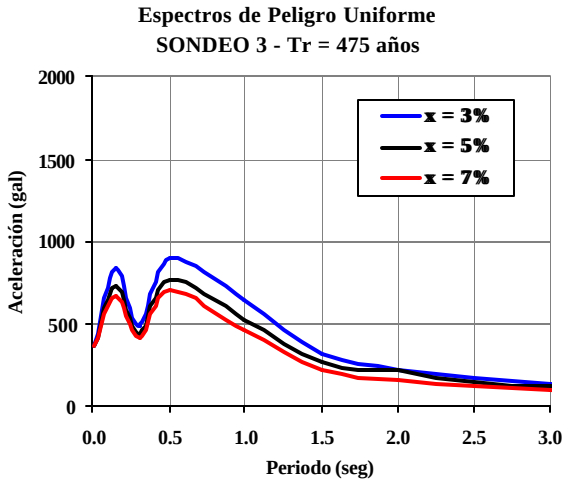


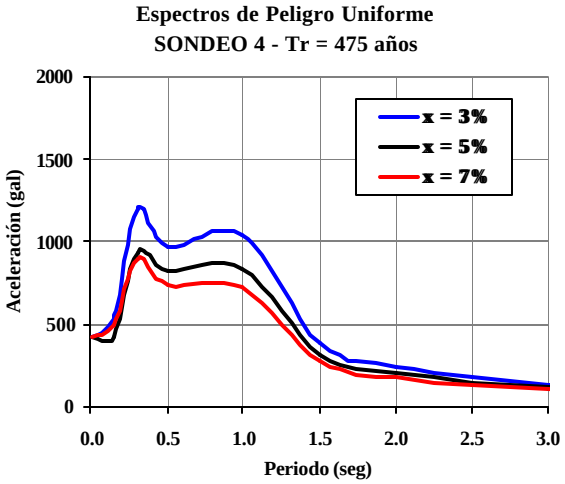


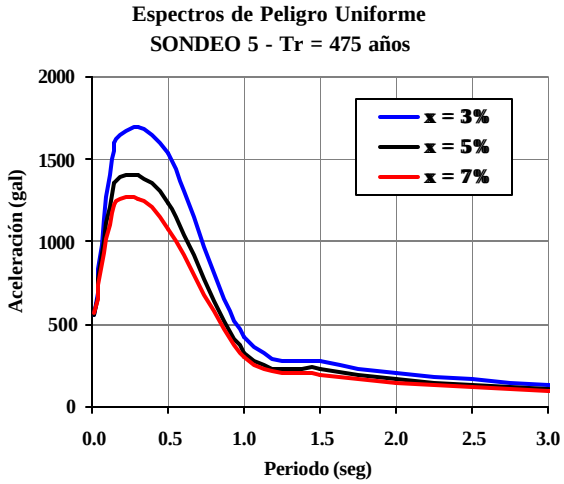
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de Aceleración y Desplazamiento en superficie para varios periodos de retorno	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.26	**Fecha:** Agosto de 2002

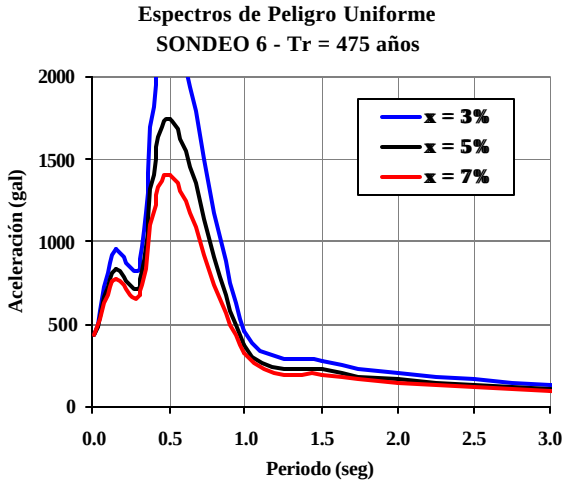












CIMOC

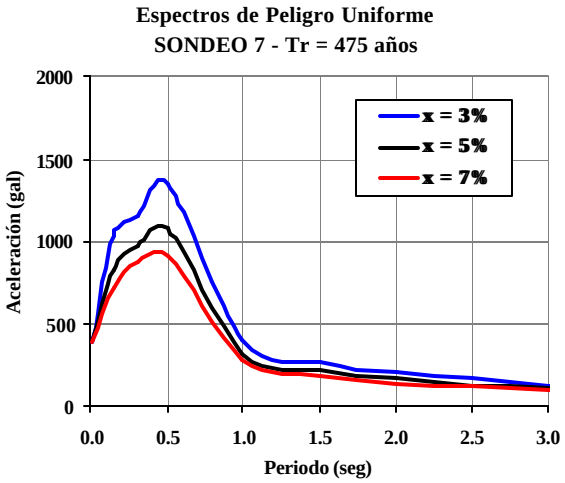
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

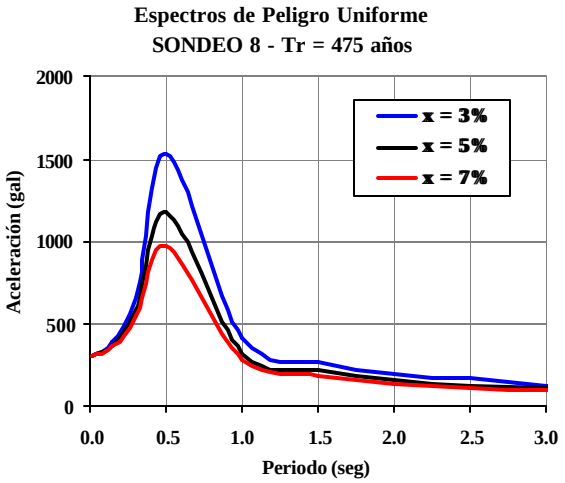
Espectros de Peligro Uniforme (Tret = 475 años) com amortiguamientos del 3%, 5% y el 7%

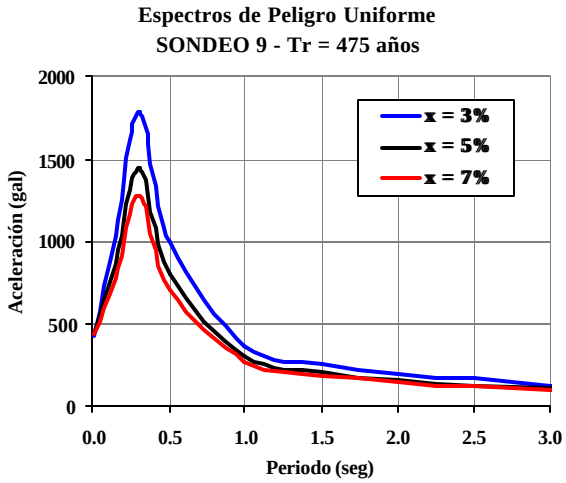
Figura: 6.27

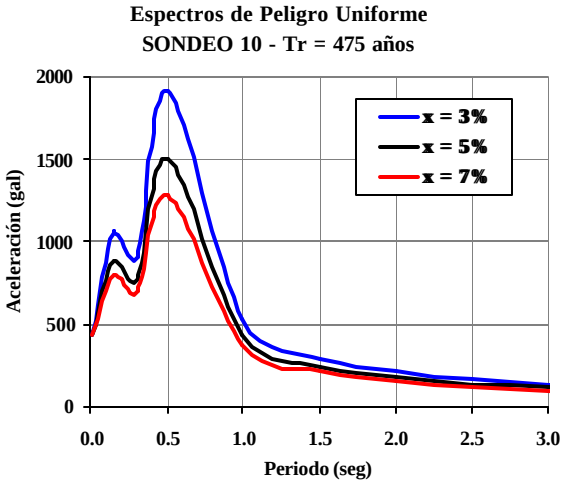
Fecha: Agosto de 2002

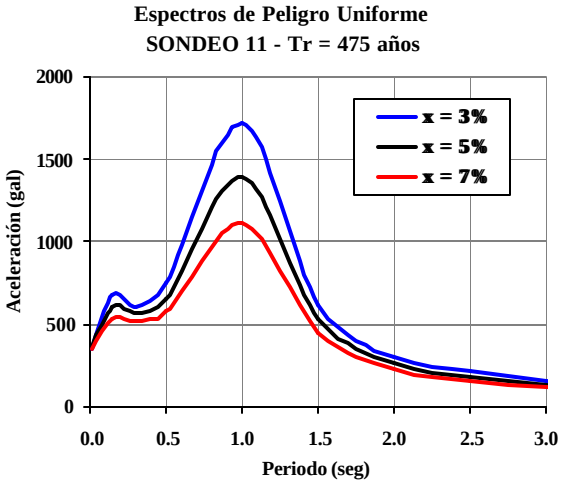
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

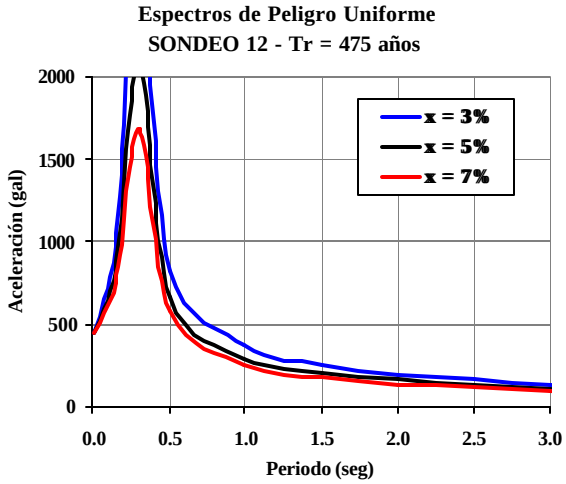












CIMOC

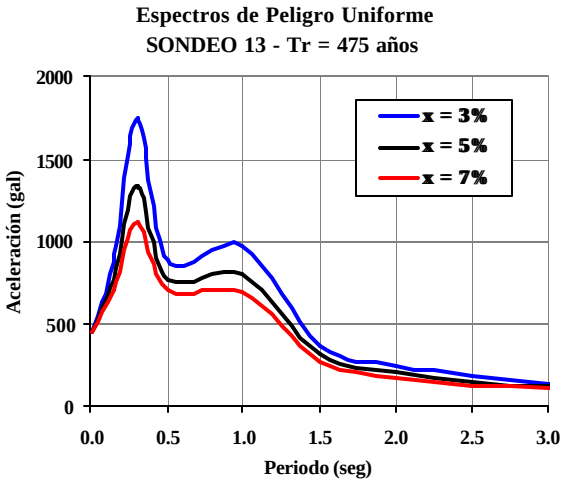
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

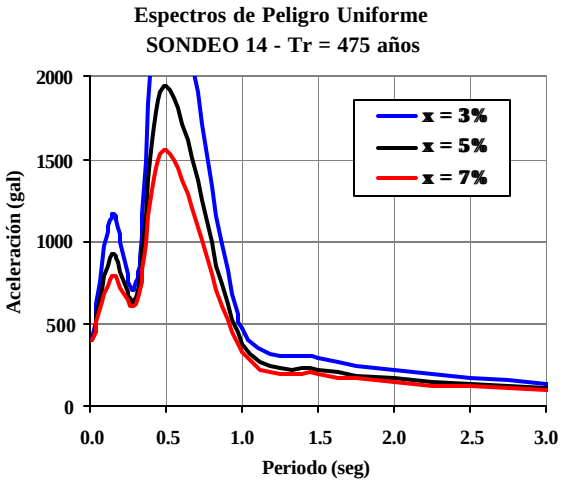
Espectros de Peligro Uniforme (Tret = 475 años) com amortiguamientos del 3%, 5% y el 7%

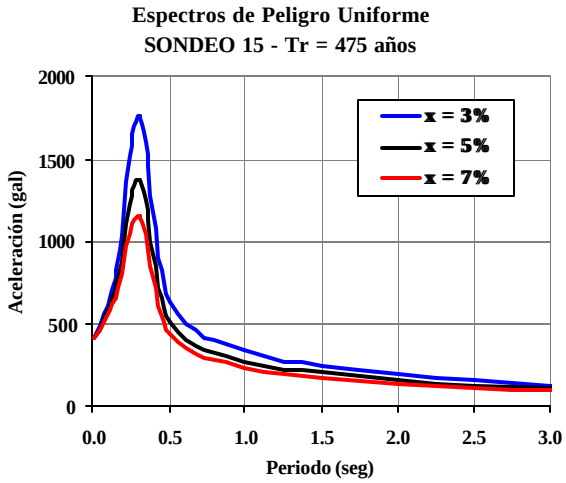
Figura: 6.27

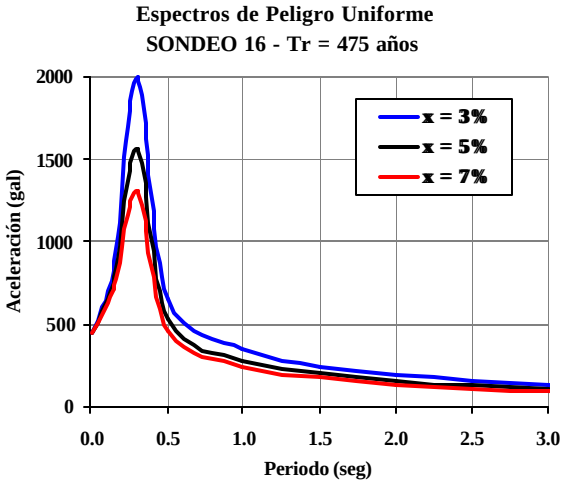
Fecha: Agosto de 2002

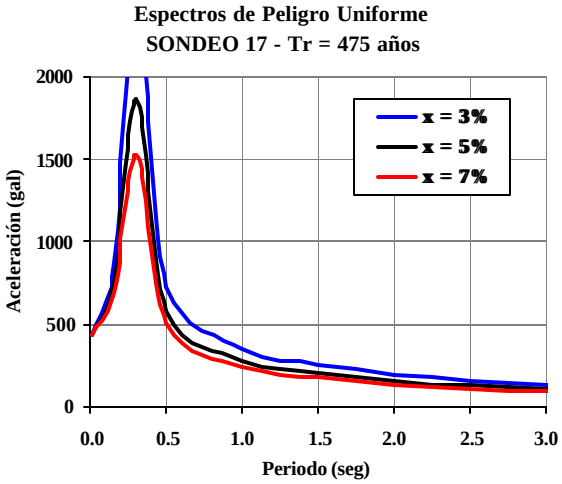
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

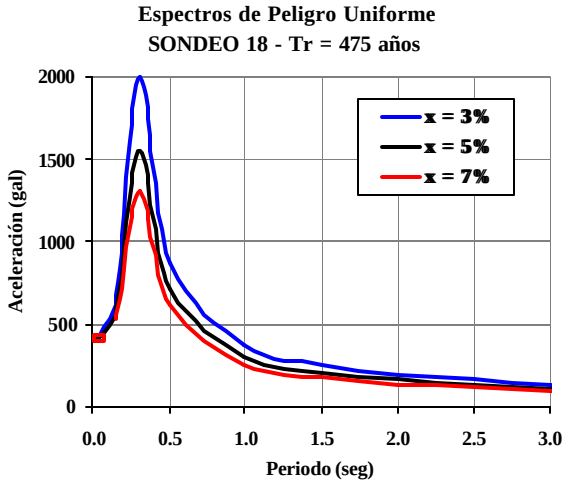












CIMOC

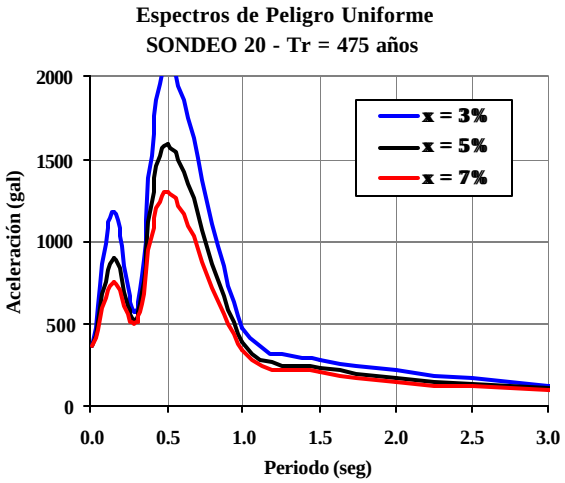
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

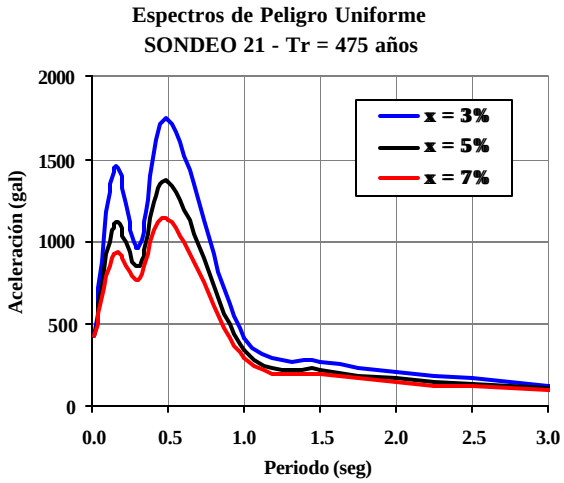
Espectros de Peligro Uniforme (Tret = 475 años) com amortiguamientos del 3%, 5% y el 7%

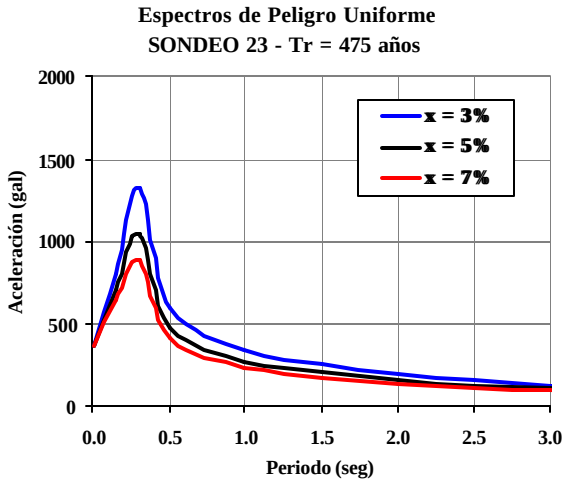
Figura: 6.27

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres







CIMOC

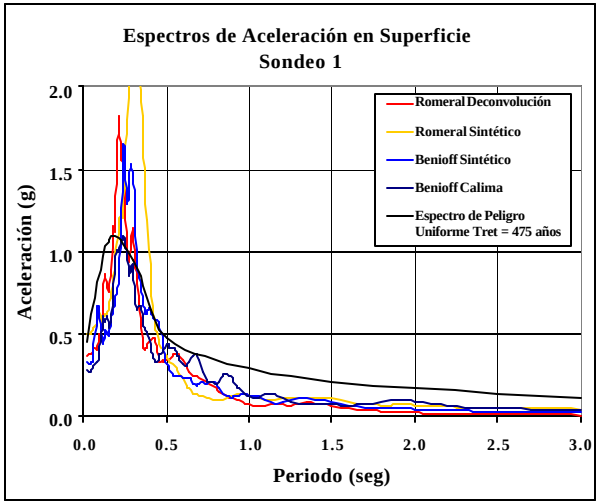
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

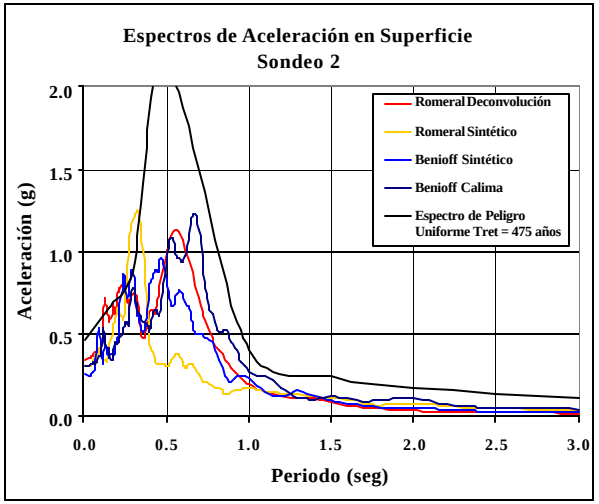
Espectros de Peligro Uniforme (Tret = 475 años) com amortiguamientos del 3%, 5% y el 7%

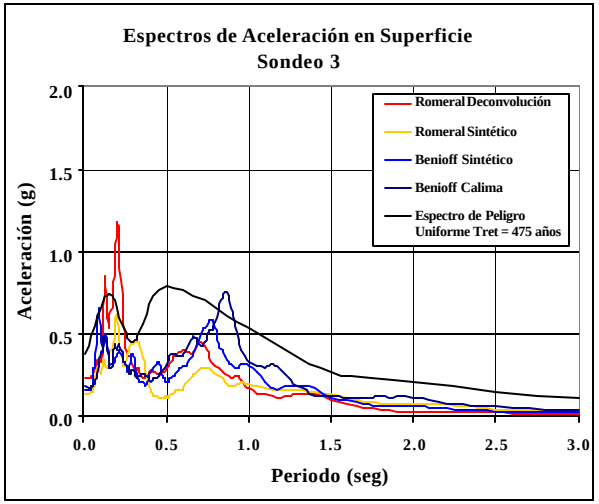
Figura: 6.27

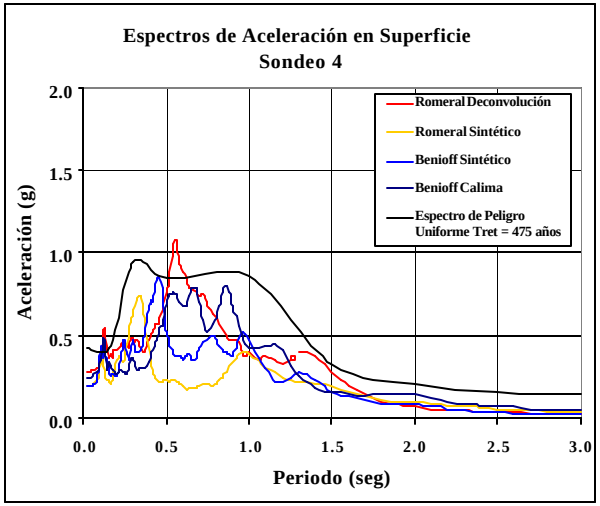
Fecha: Agosto de 2002

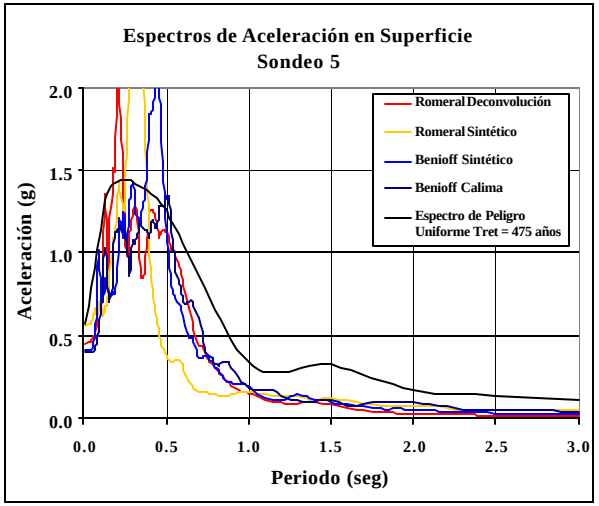
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

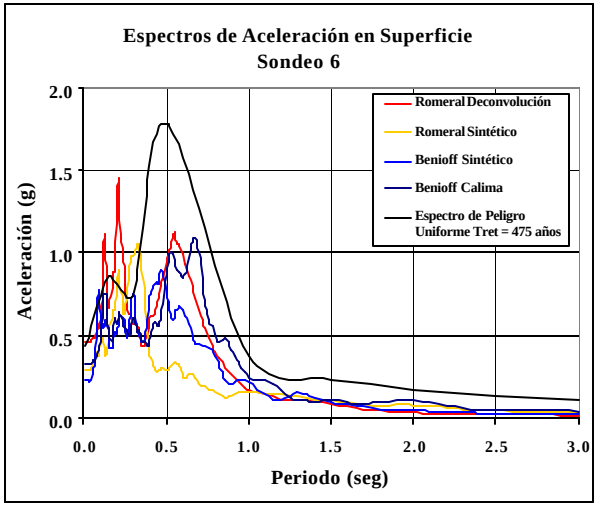












CIMOC

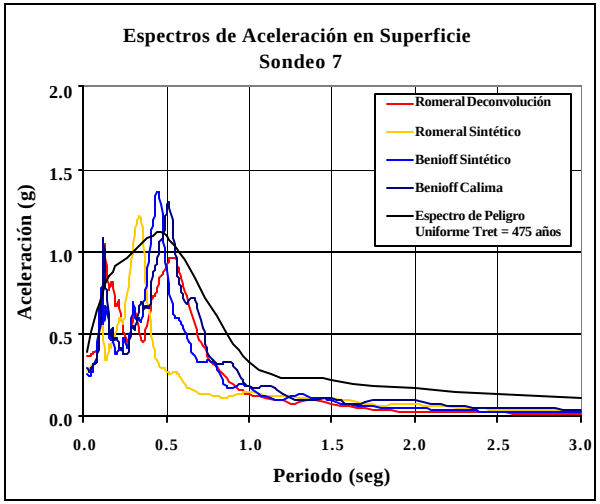
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

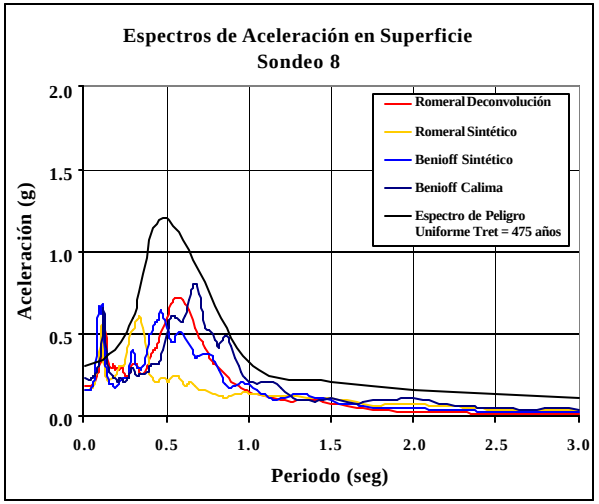
Comparación de Metodologías

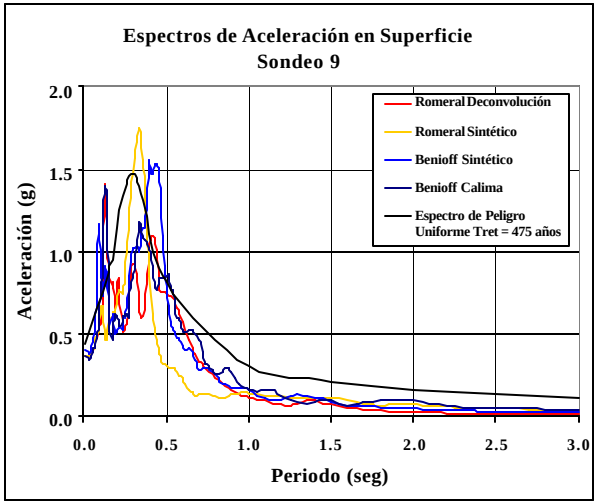
Figura: 6.28

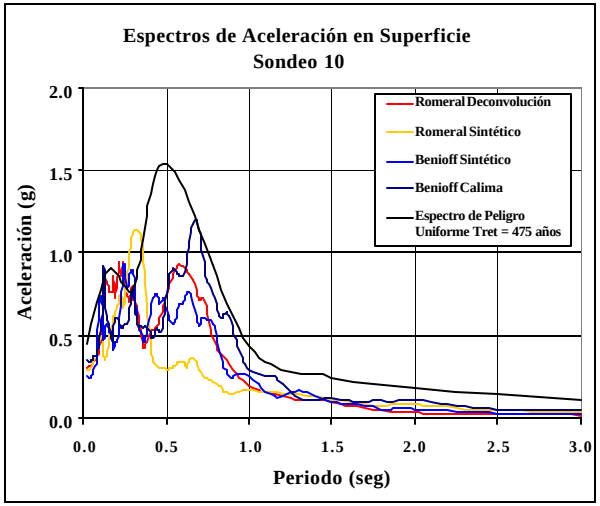
Fecha: Agosto de 2002

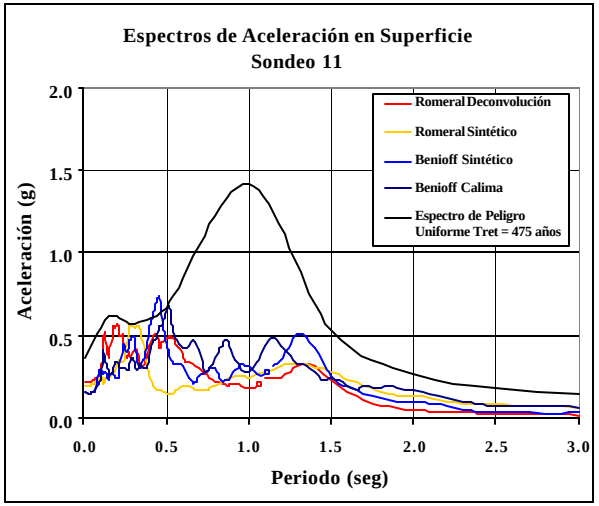
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

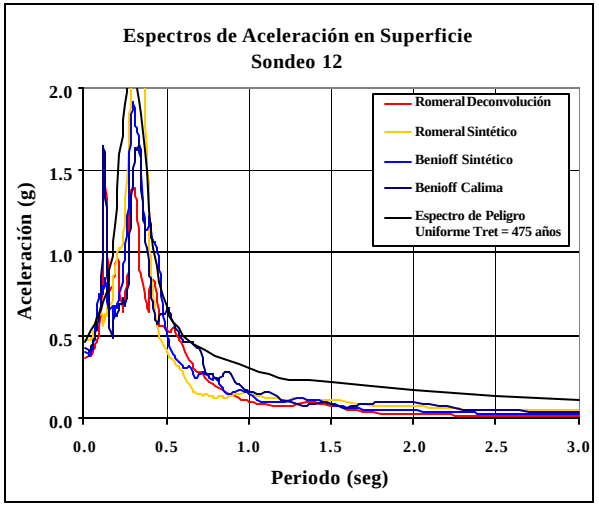












CIMOC

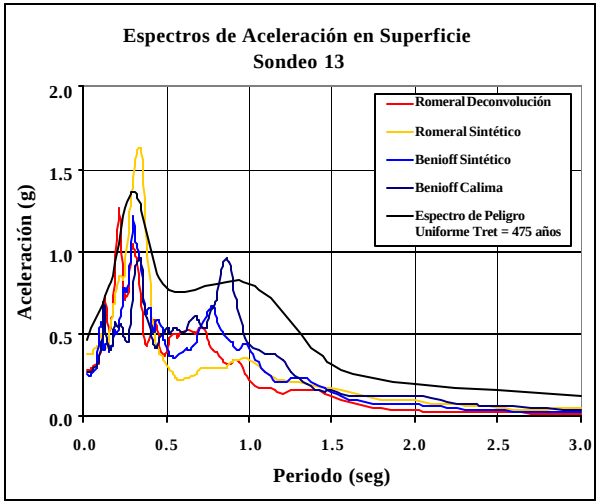
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

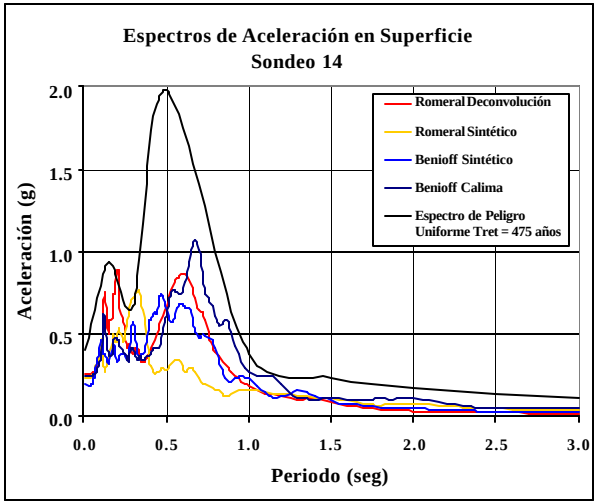
Comparación de Metodologías

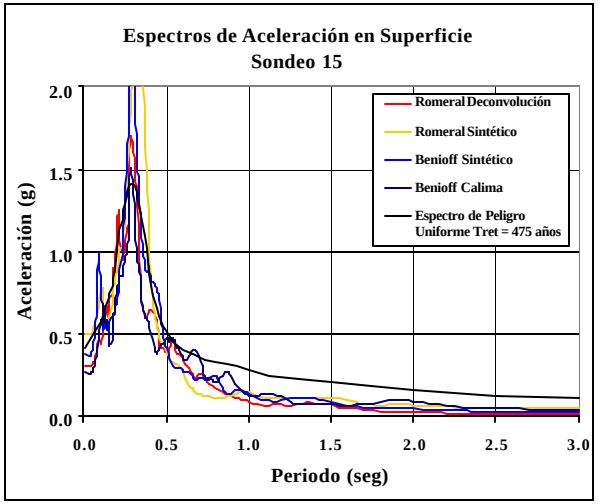
Figura: 6.28

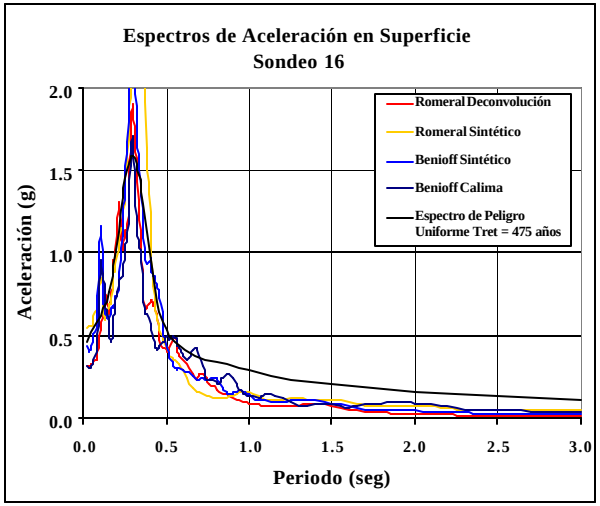
Fecha: Agosto de 2002

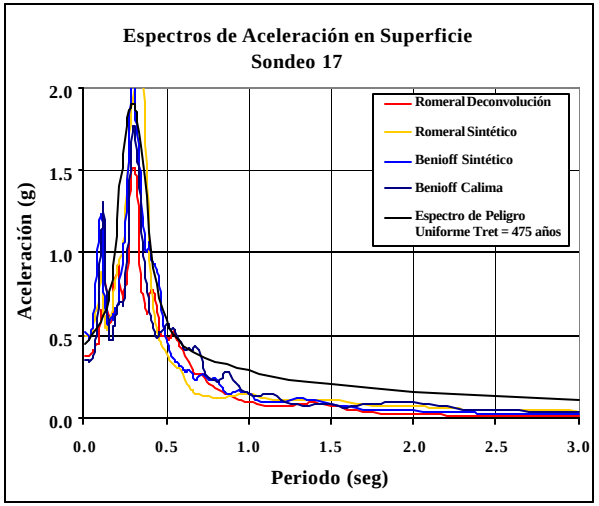
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

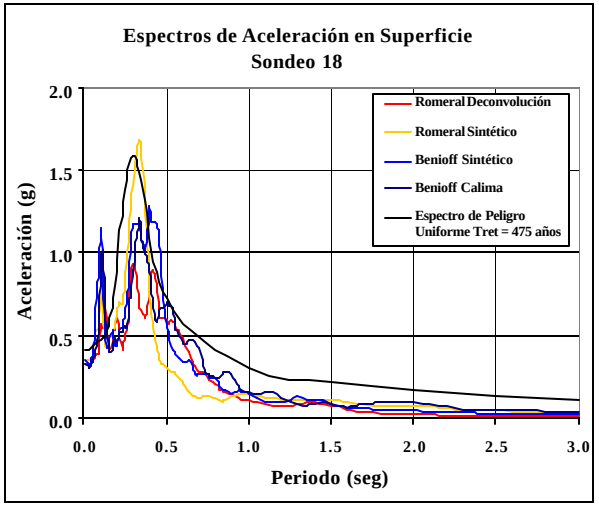












CIMOC

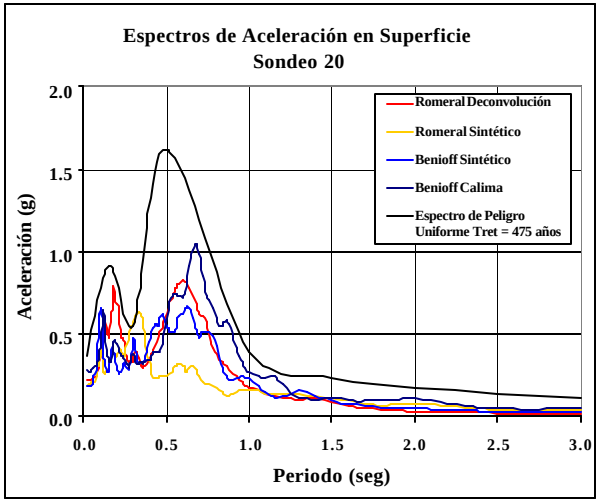
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

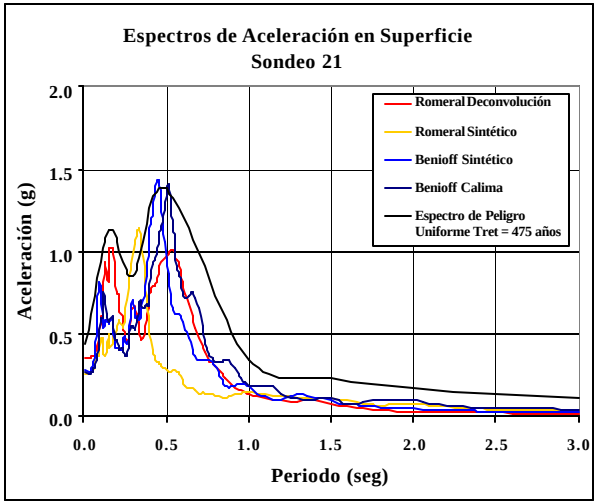
Comparación de Metodologías

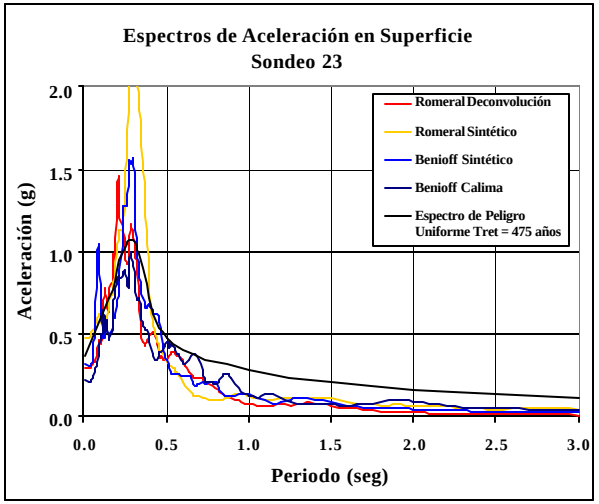
Figura: 6.28

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres







CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Comparación de Metodologías

Figura: 6.28

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

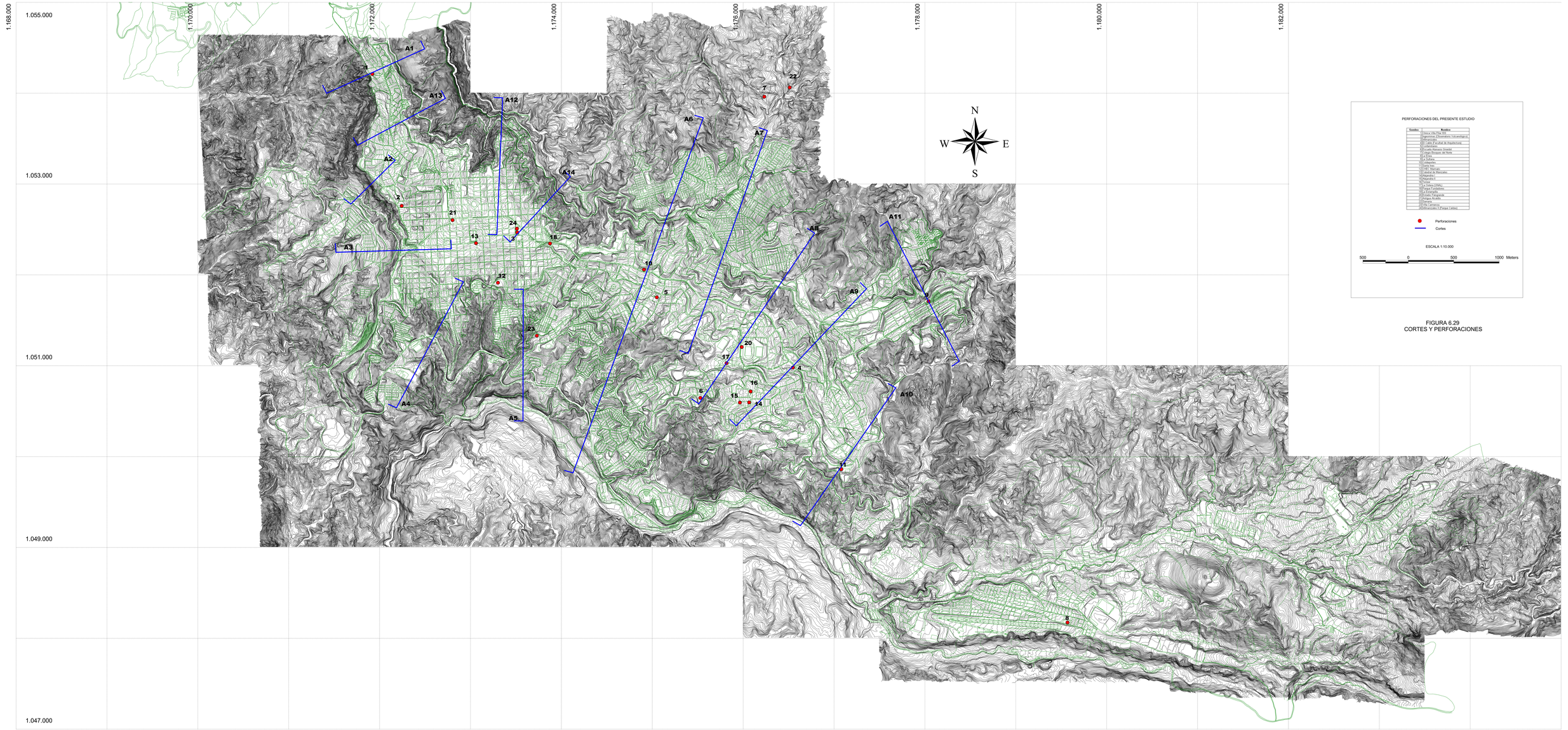
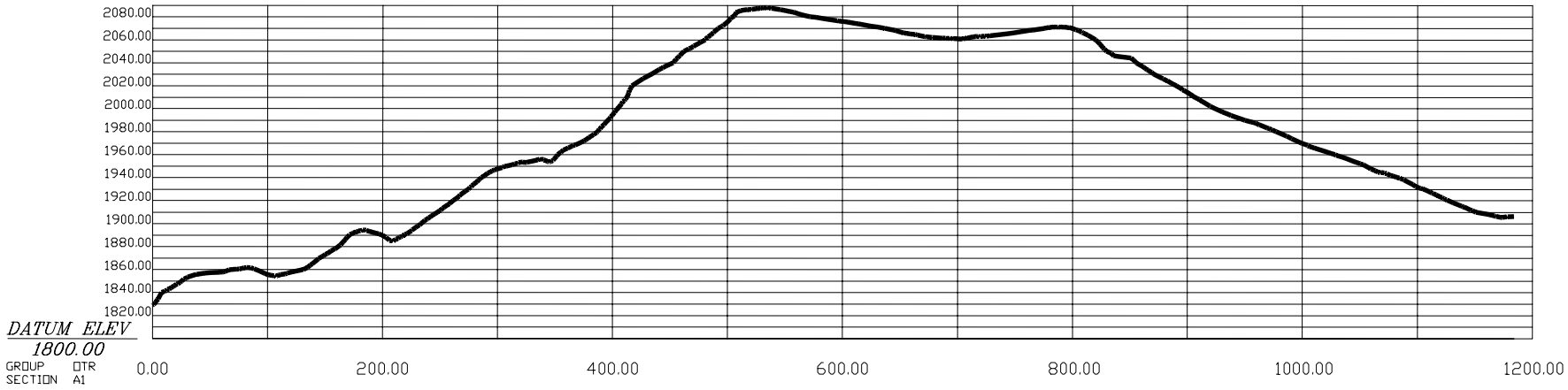
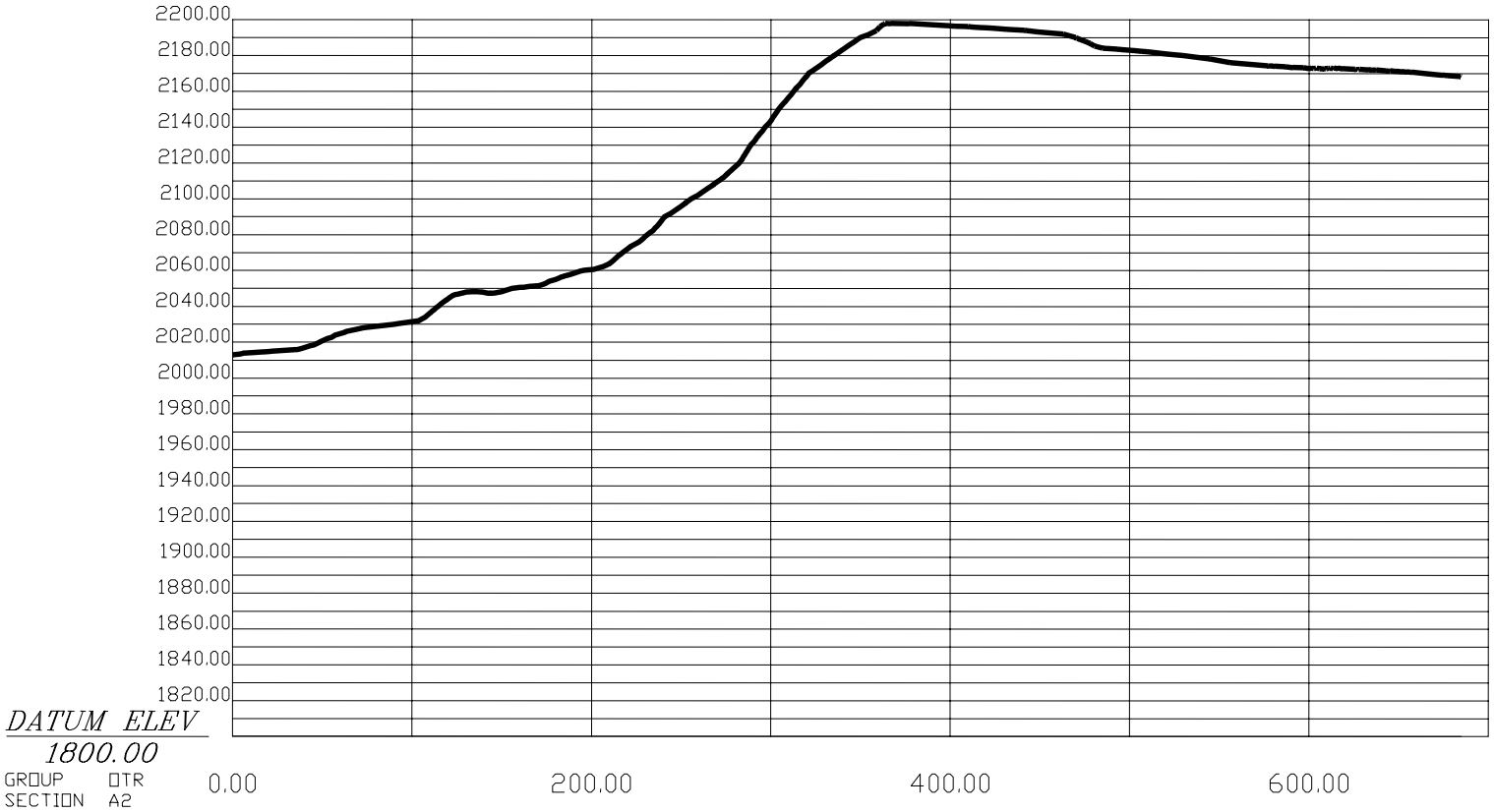


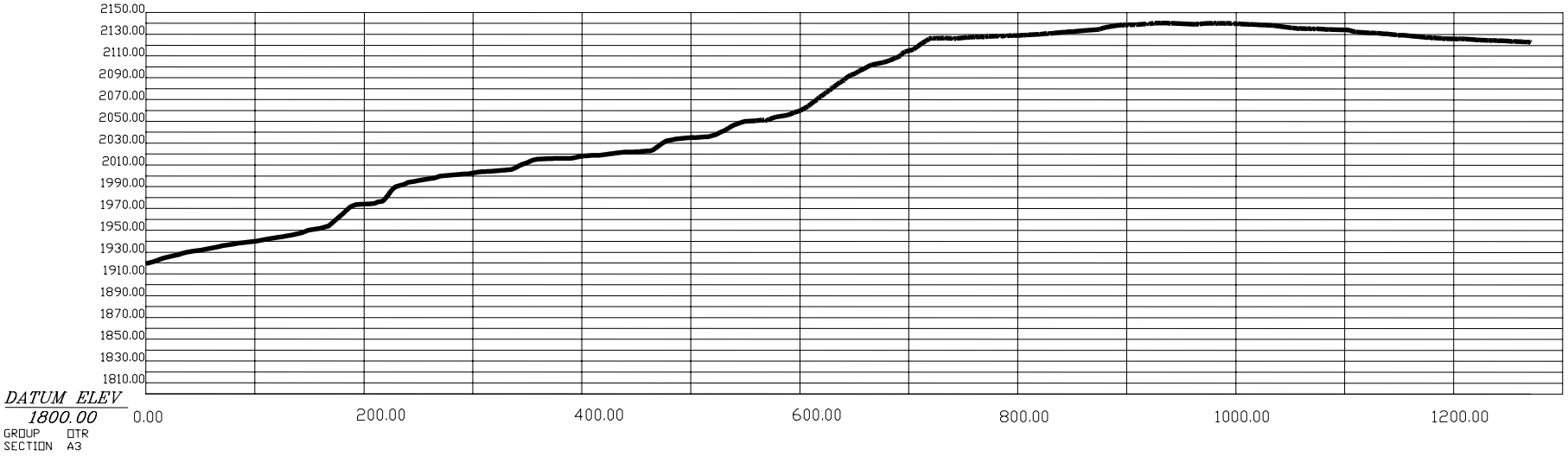
FIGURA 6.29
CORTES Y PERFORACIONES



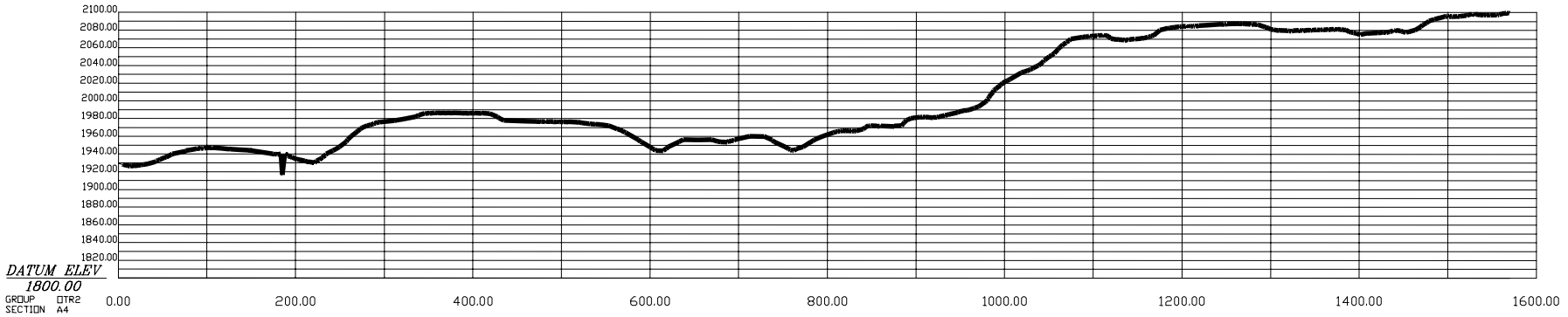
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Corte A1	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura:6.30	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Corte A2	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura:6.30	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Corte A3	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura:6.30	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC

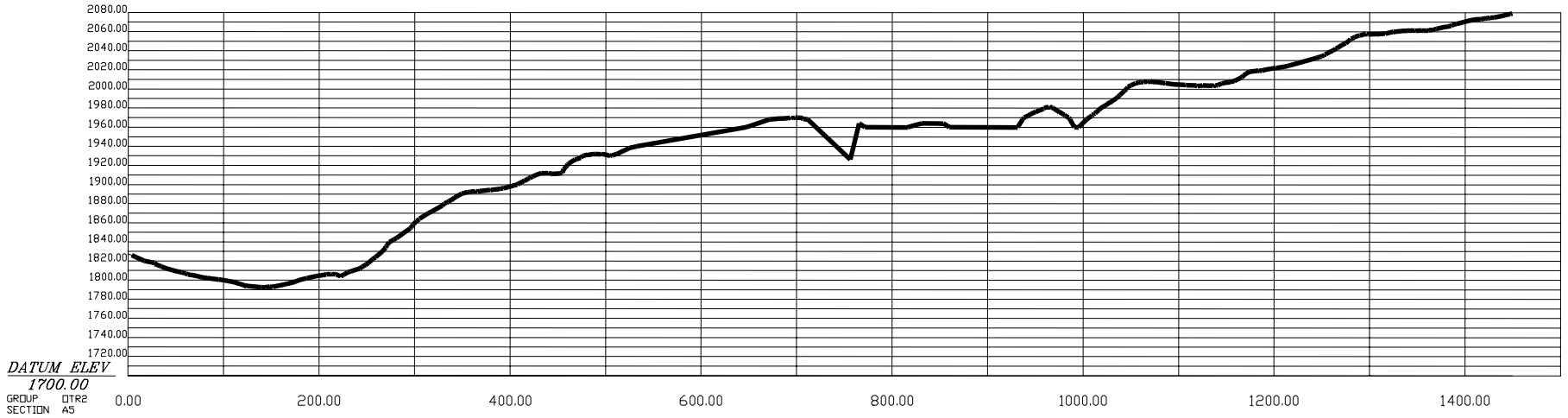
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Corte A4

Figura:6.30

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

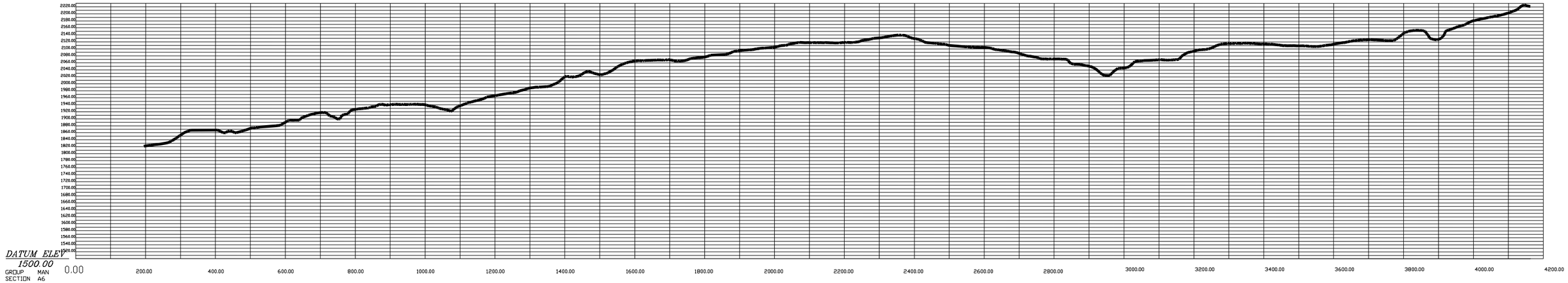
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Corte A5

Figura:6.30

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

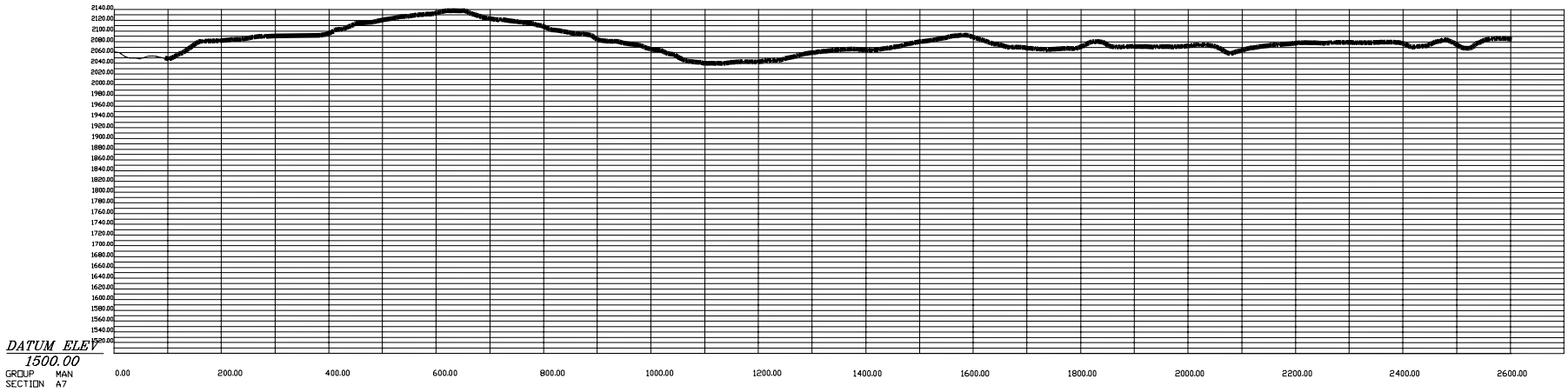
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Corte A6

Figura: 6.30

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

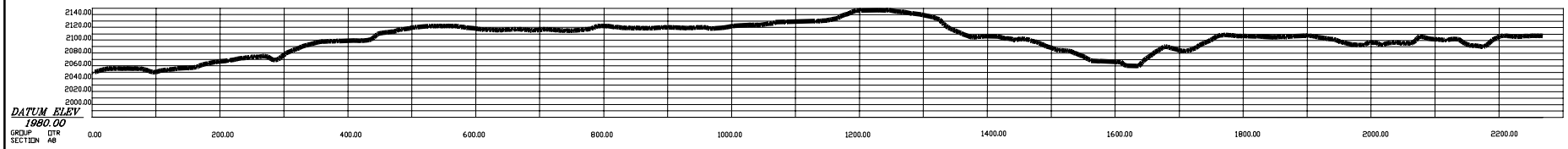
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Corte A7

Figura:6.30

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

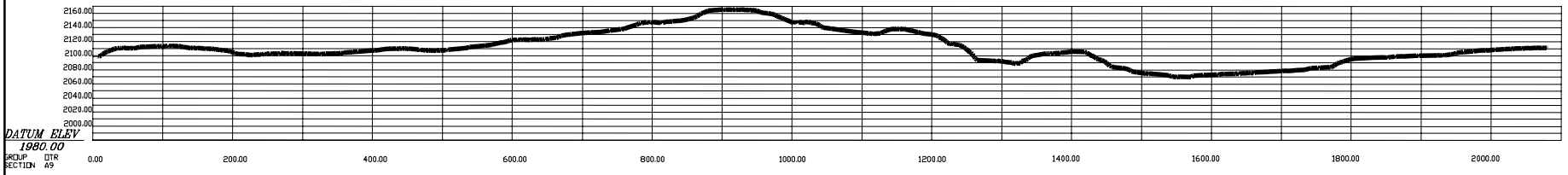
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Corte A8

Figura:6.30

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

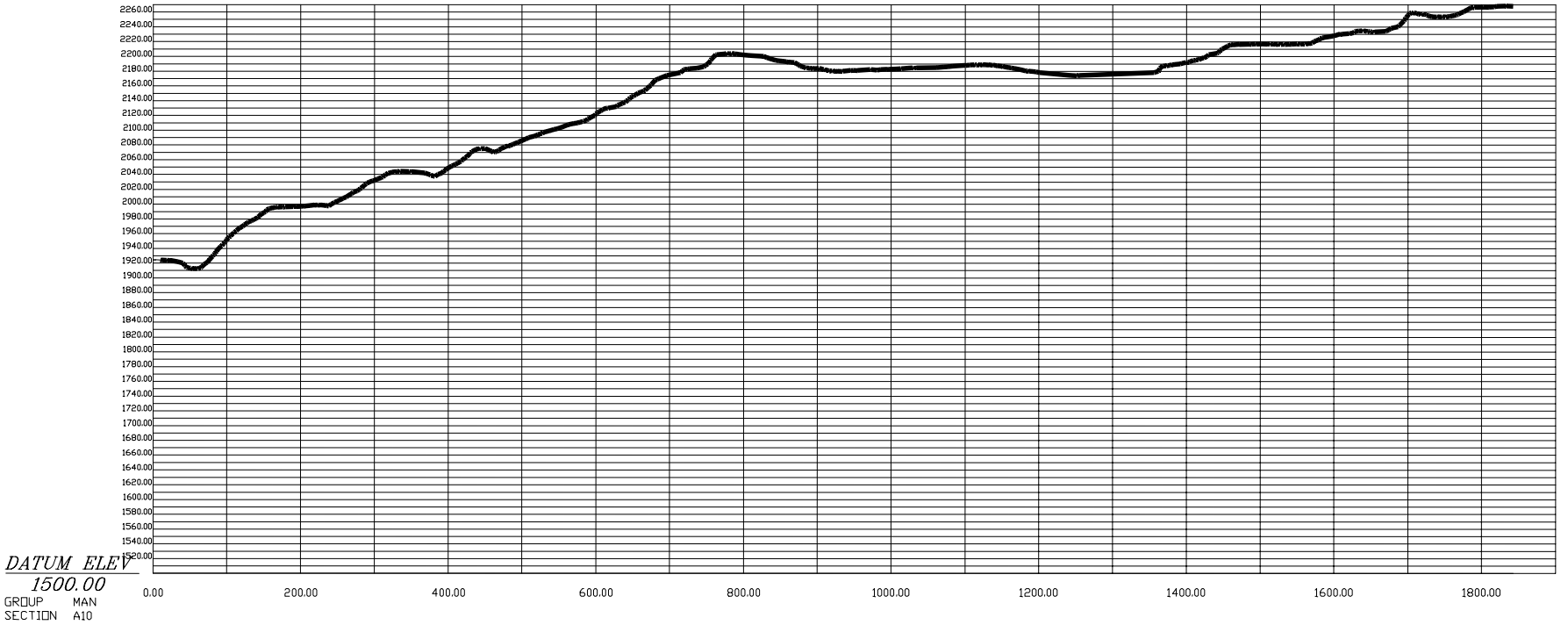
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Corte A9

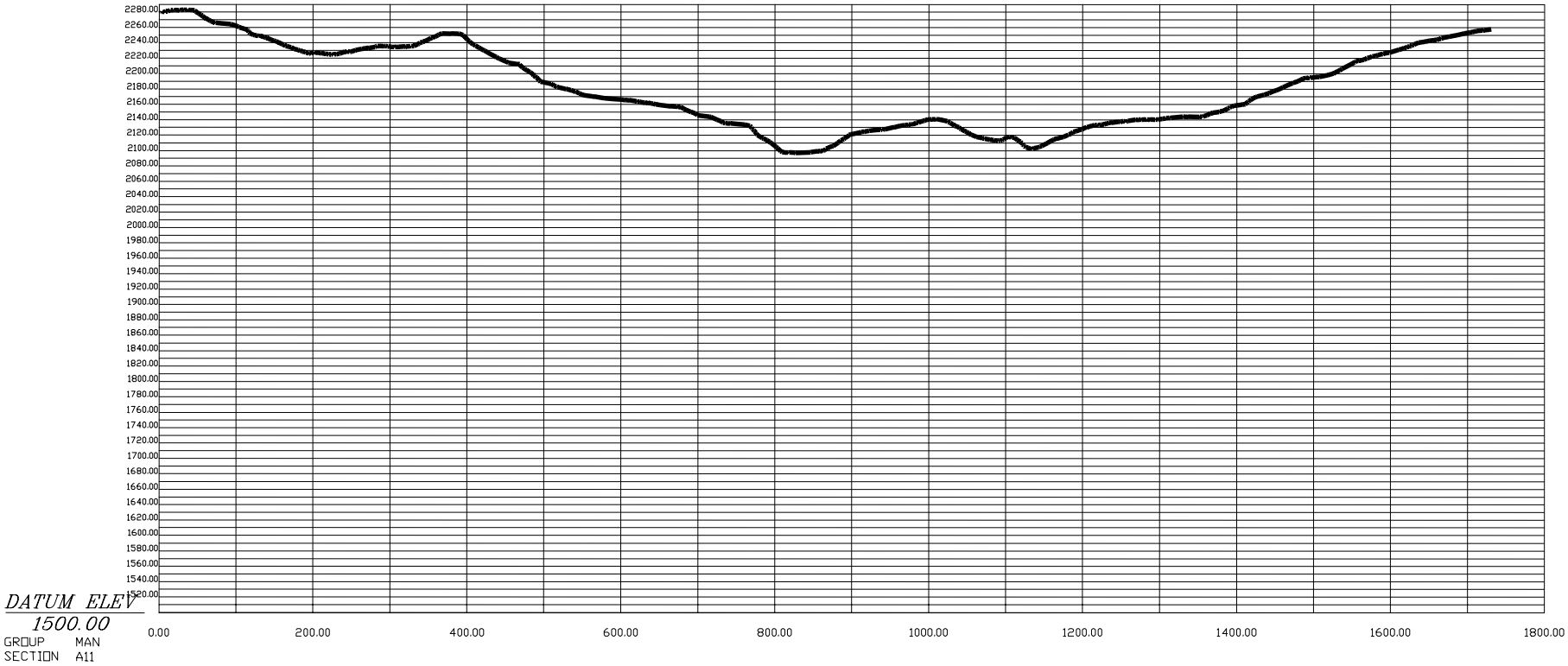
Figura:6.30

Fecha: Agosto de 2002

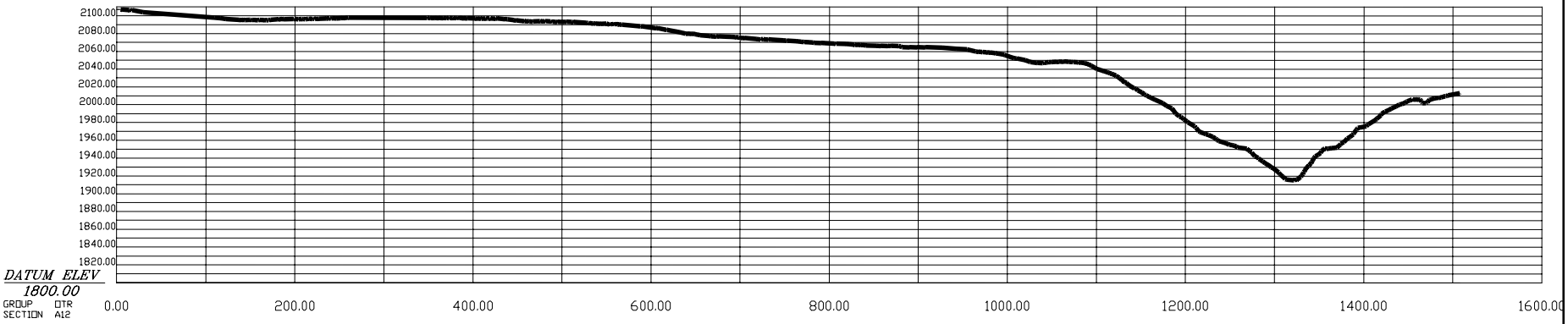
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Corte A10	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura:6.30	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Corte A11	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura:6.30	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC

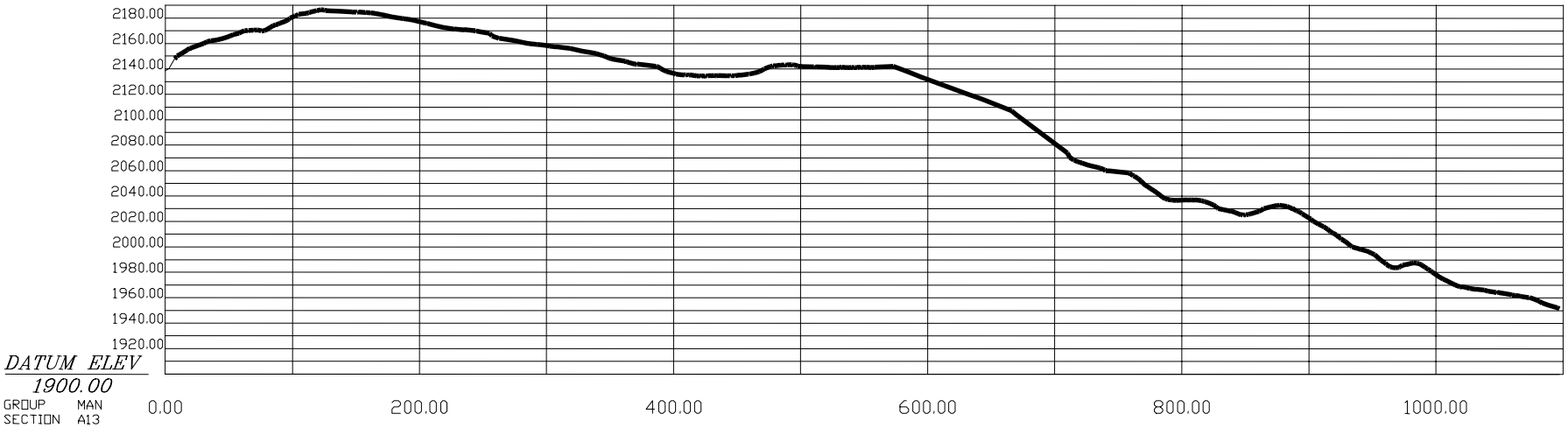
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Corte A12

Figura:6.30

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

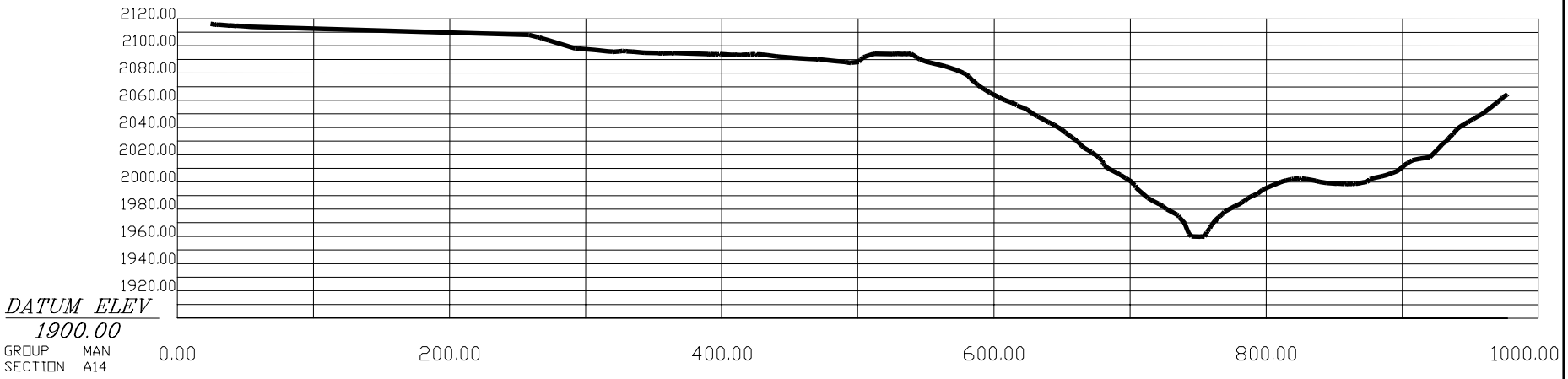
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Corte A13

Figura:6.30

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

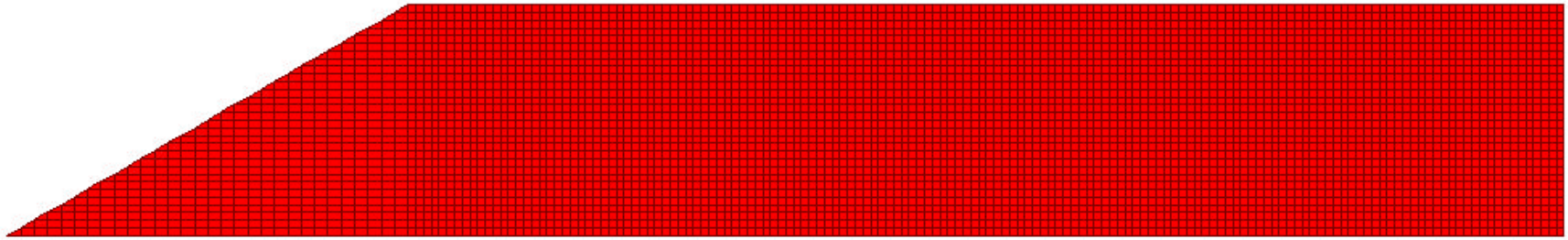
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Corte A14

Figura:6.30

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



CIMOC

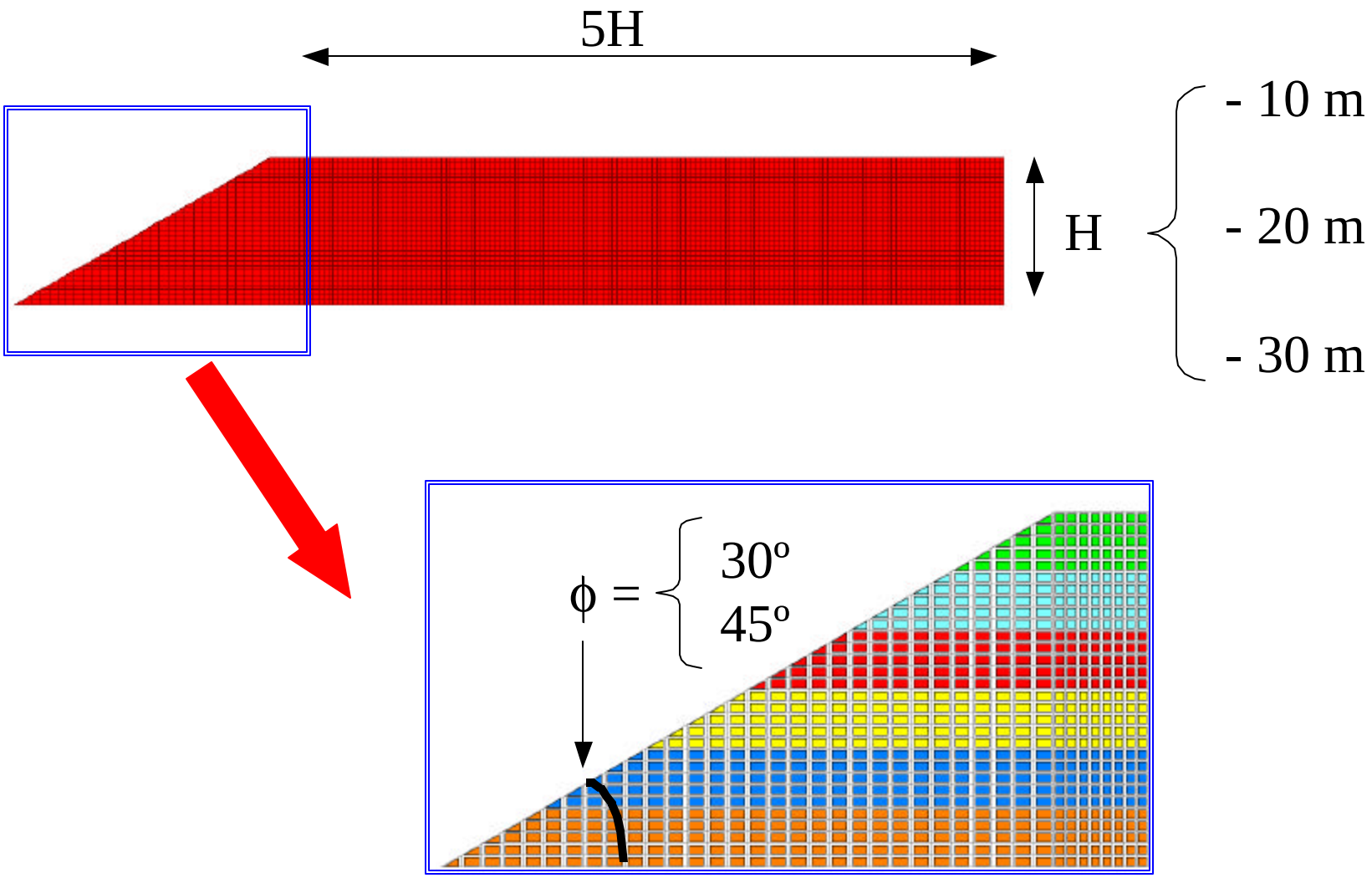
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Malla de elementos finitos para adelantar análisis bidimensional

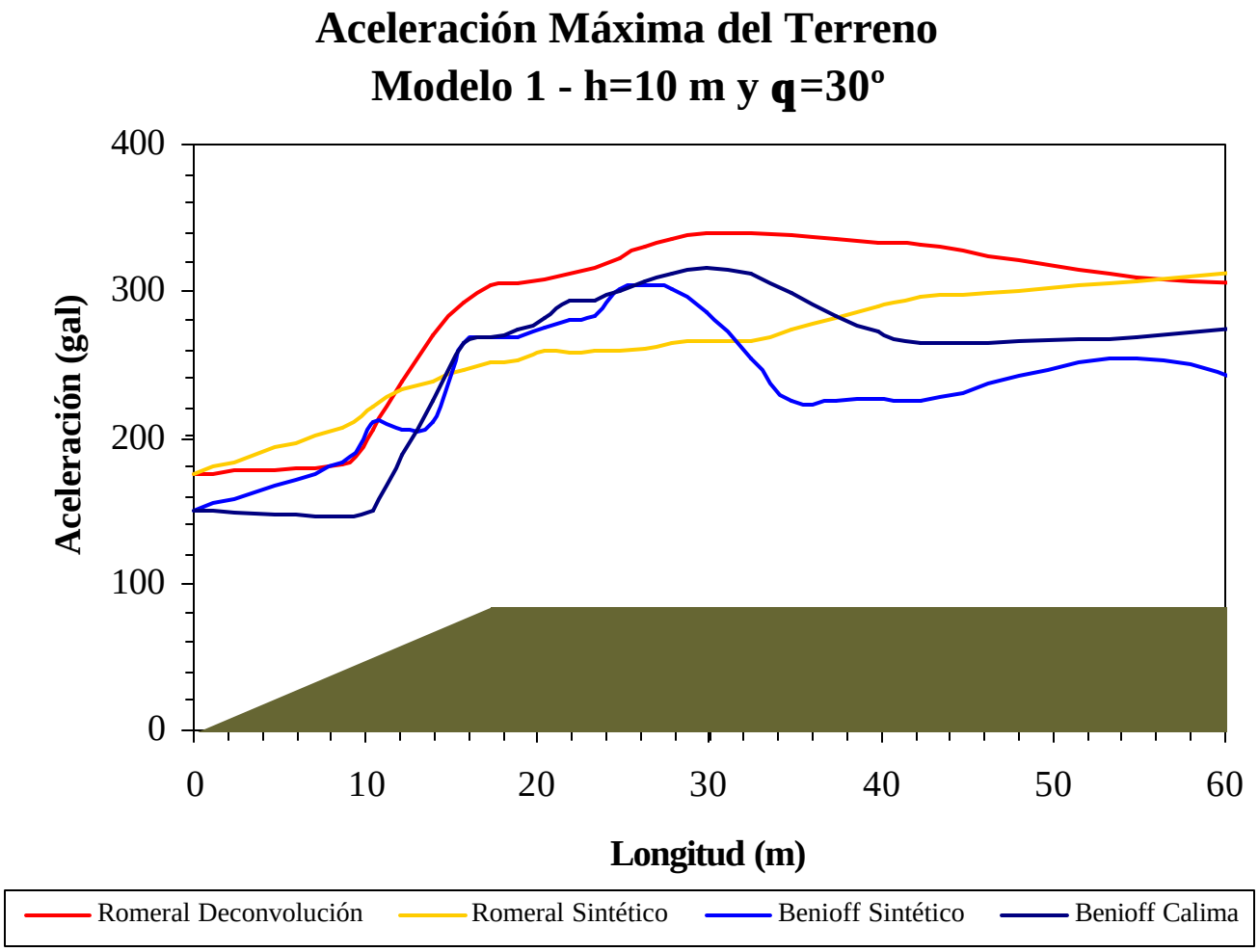
Figura: 6.31

Fecha: Agosto de 2002

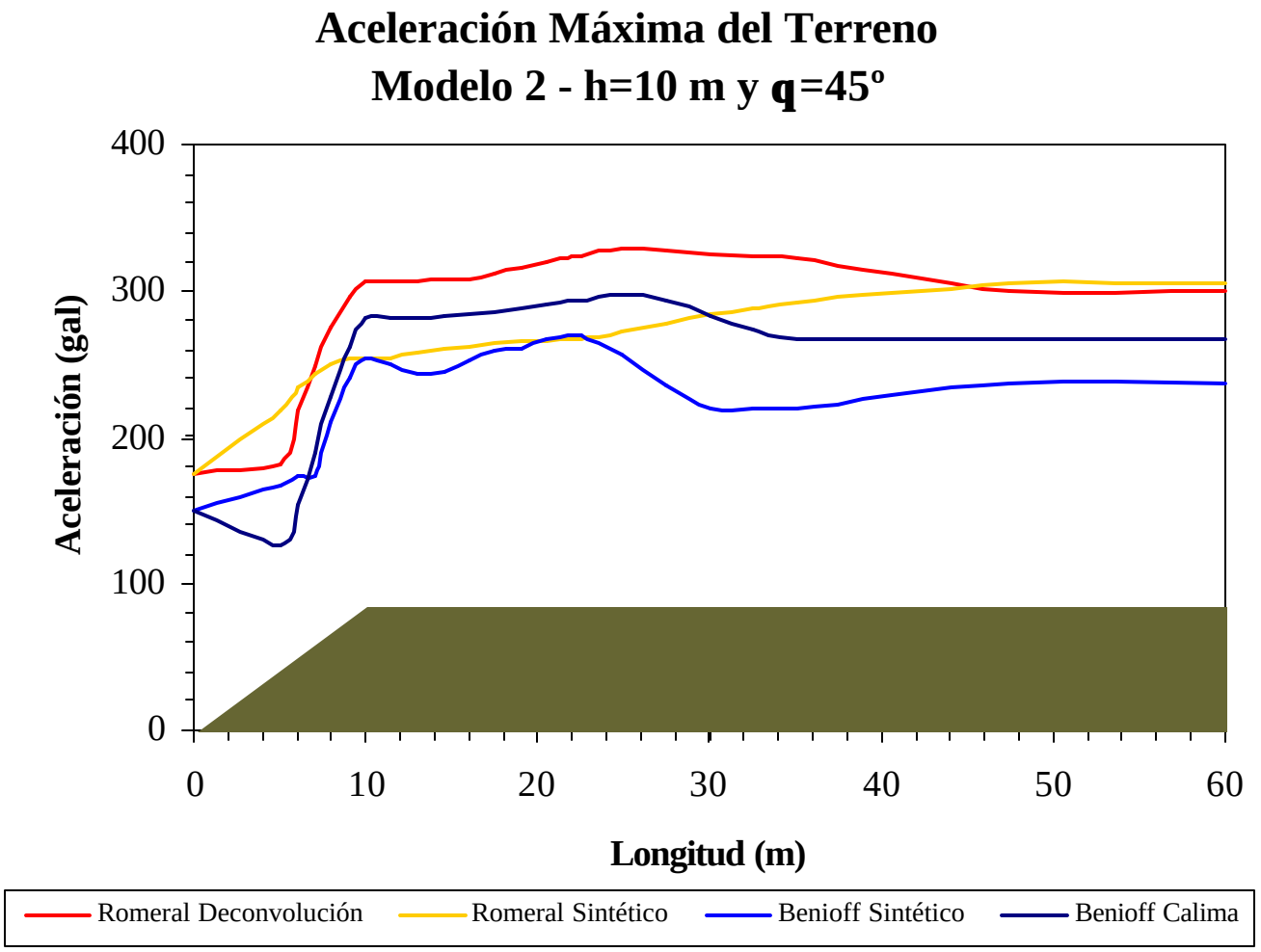
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



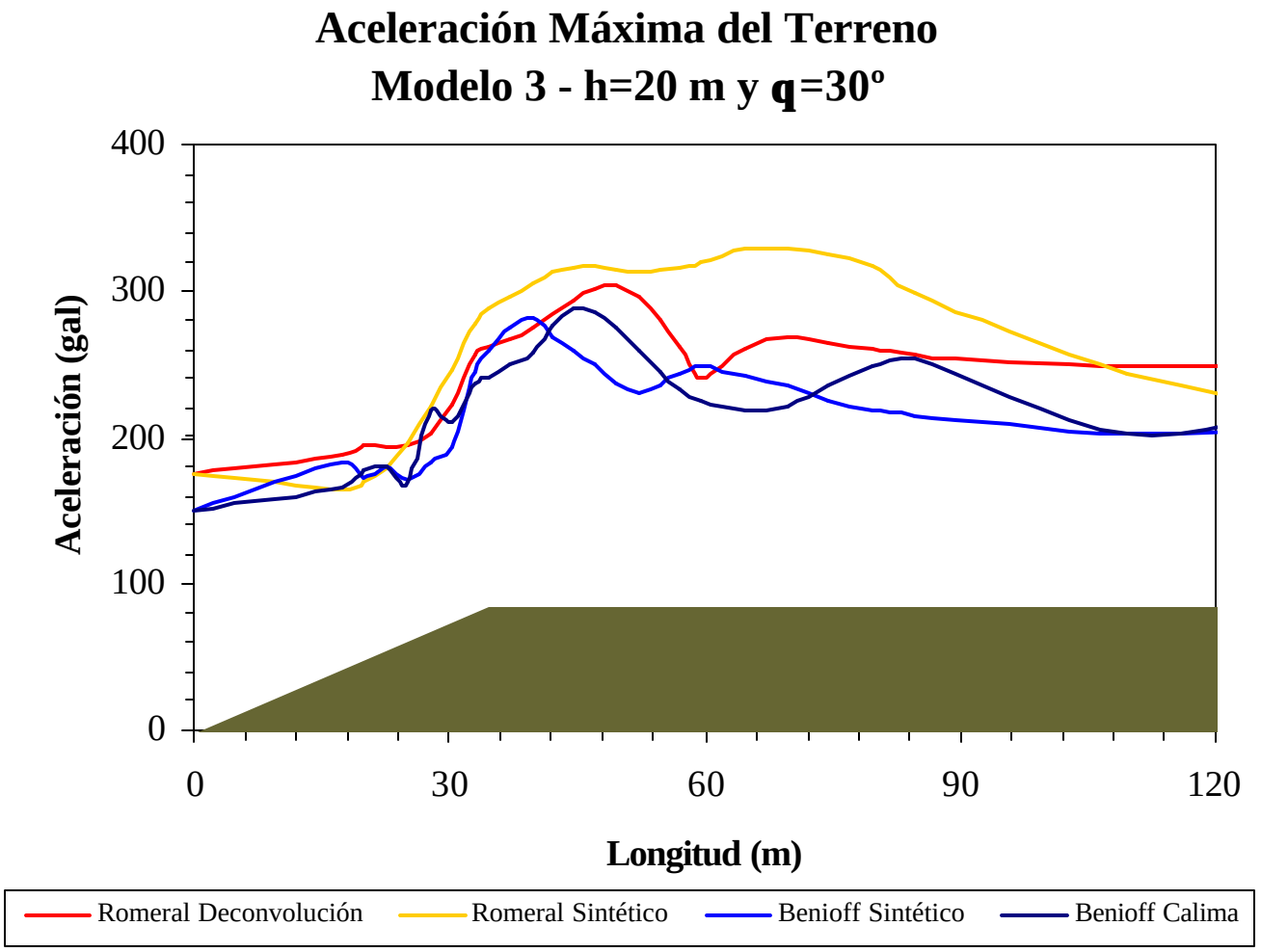
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Esquema de los modelos realizados	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.32	**Fecha:** Agosto de 2002



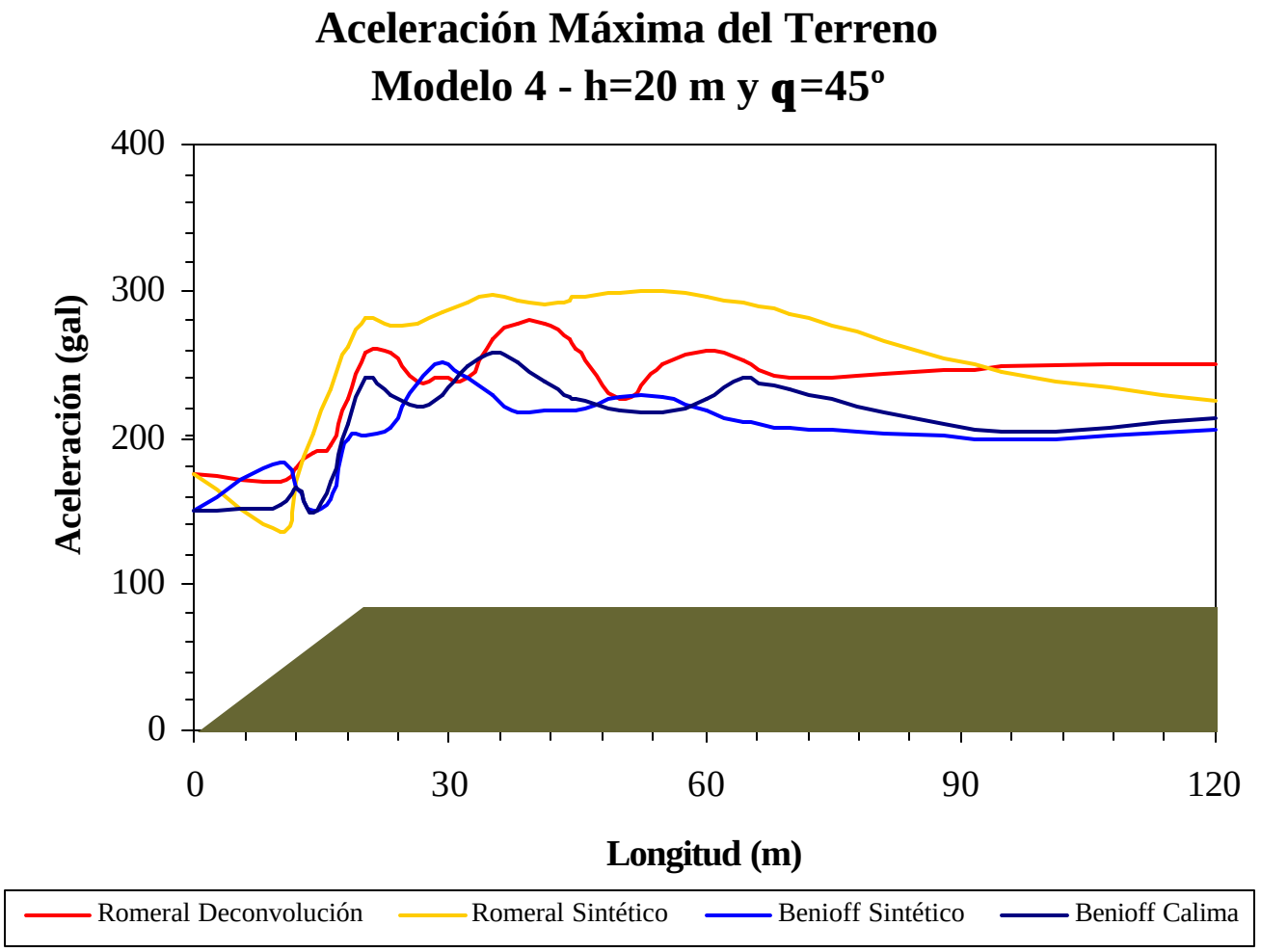
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Variación de la aceleración máxima en los modelo bidimensionales	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.33	**Fecha:** Agosto de 2002



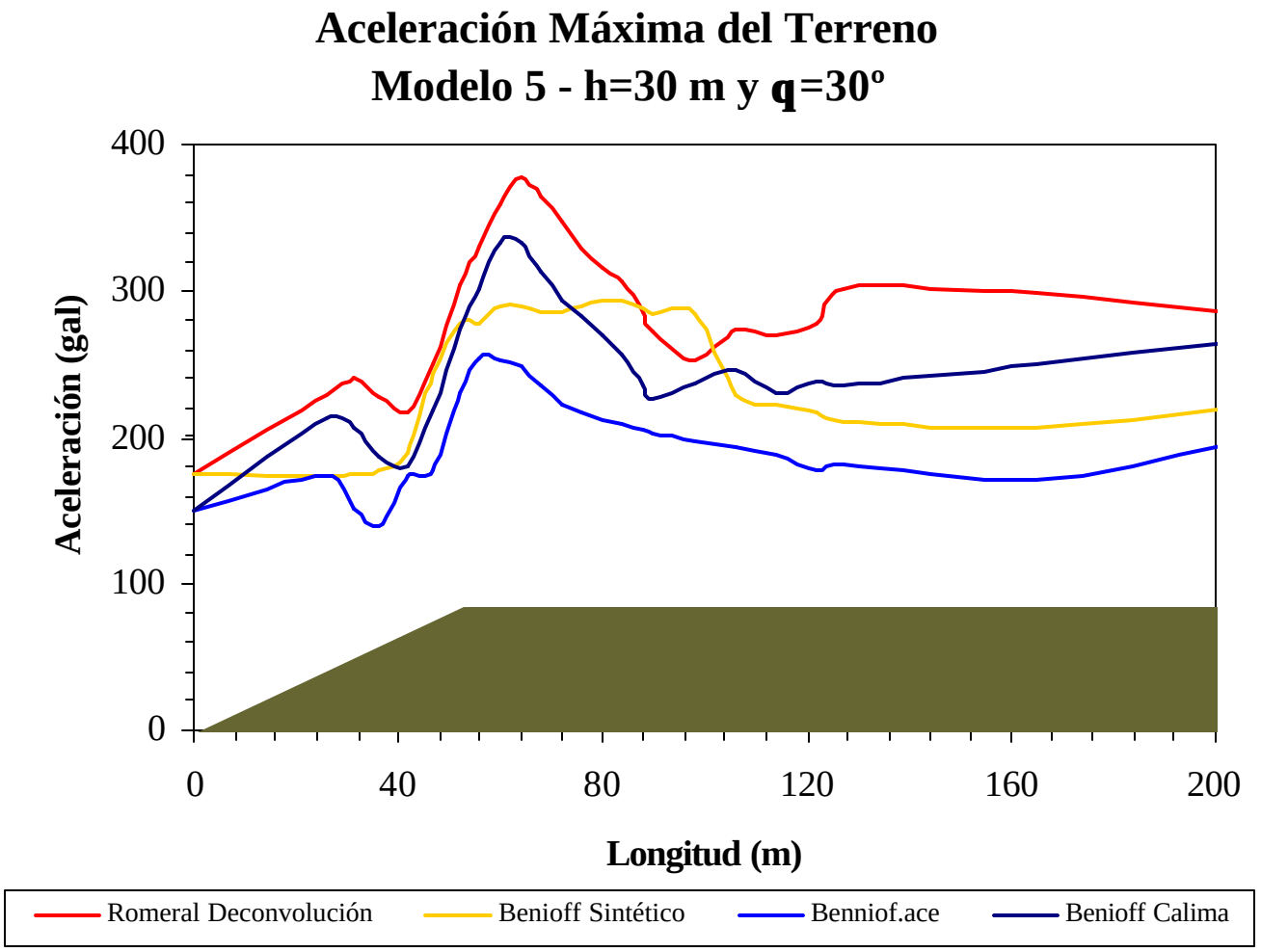
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Variación de la aceleración máxima en los modelo bidimensionales	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.33	**Fecha:** Agosto de 2002



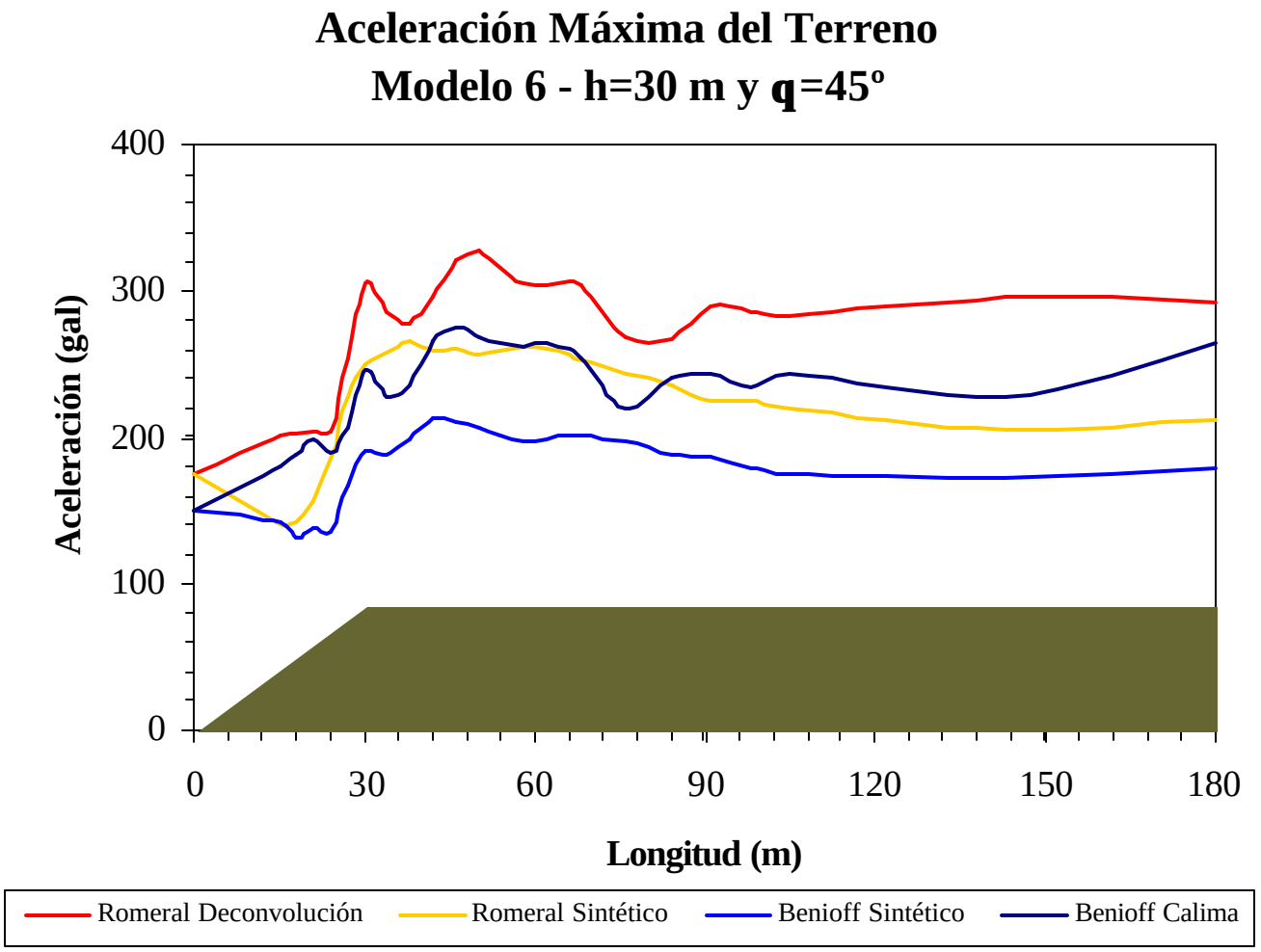
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Variación de la aceleración máxima en los modelo bidimensionales	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.33	**Fecha:** Agosto de 2002



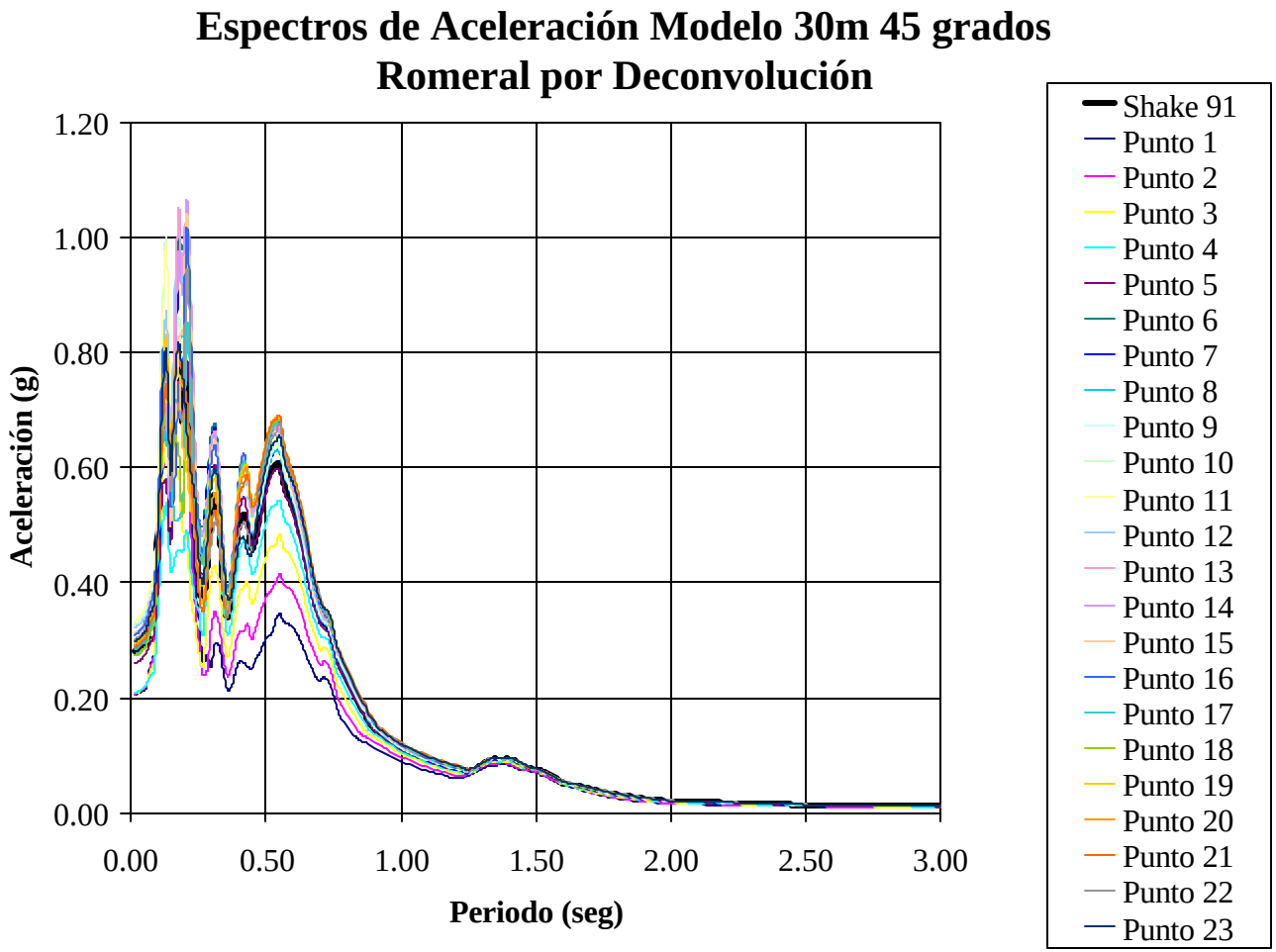
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Variación de la aceleración máxima en los modelo bidimensionales	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.33	**Fecha:** Agosto de 2002



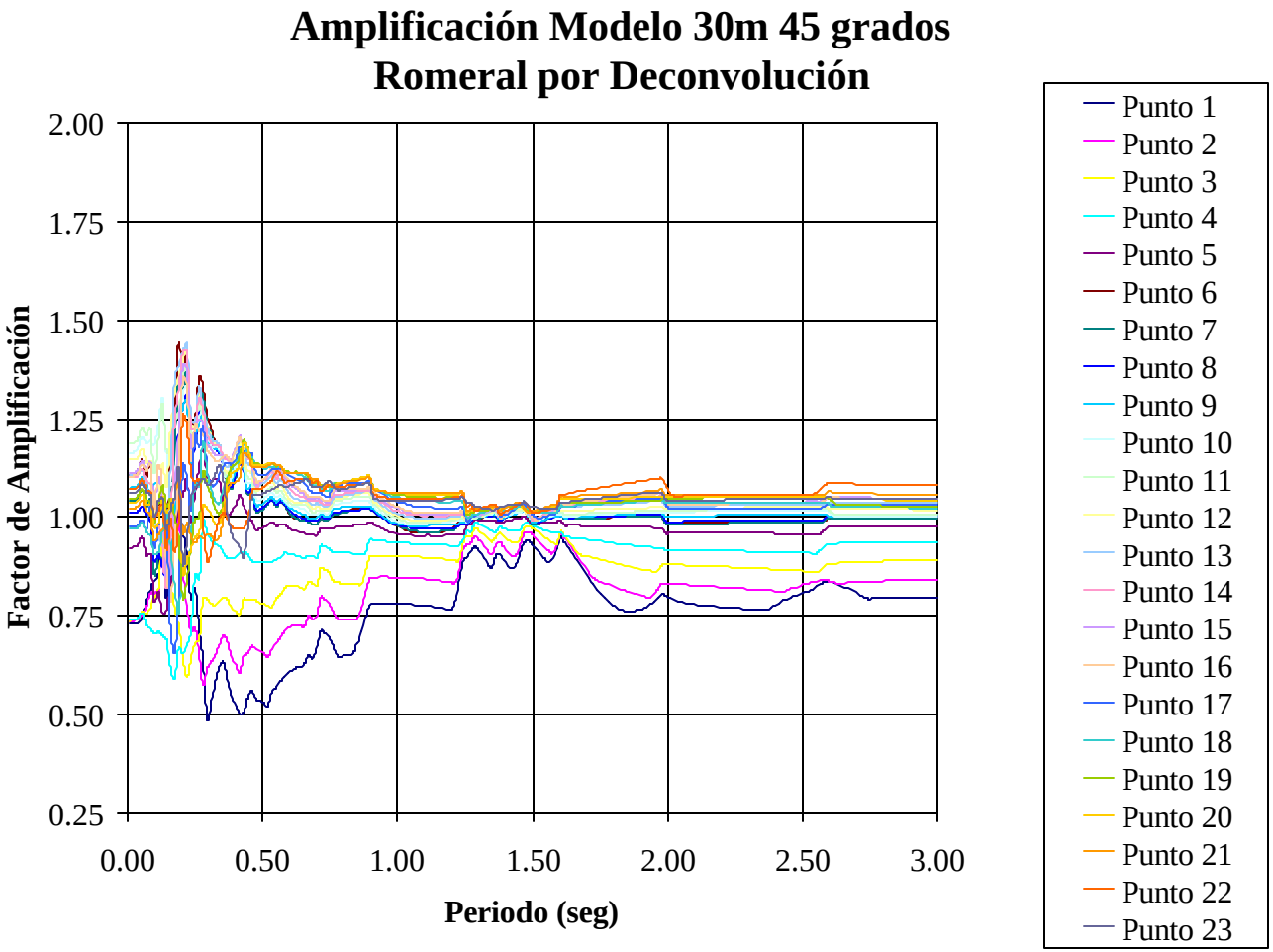
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Variación de la aceleración máxima en los modelo bidimensionales	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.33	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Variación de la aceleración máxima en los modelo bidimensionales	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.33	**Fecha:** Agosto de 2002

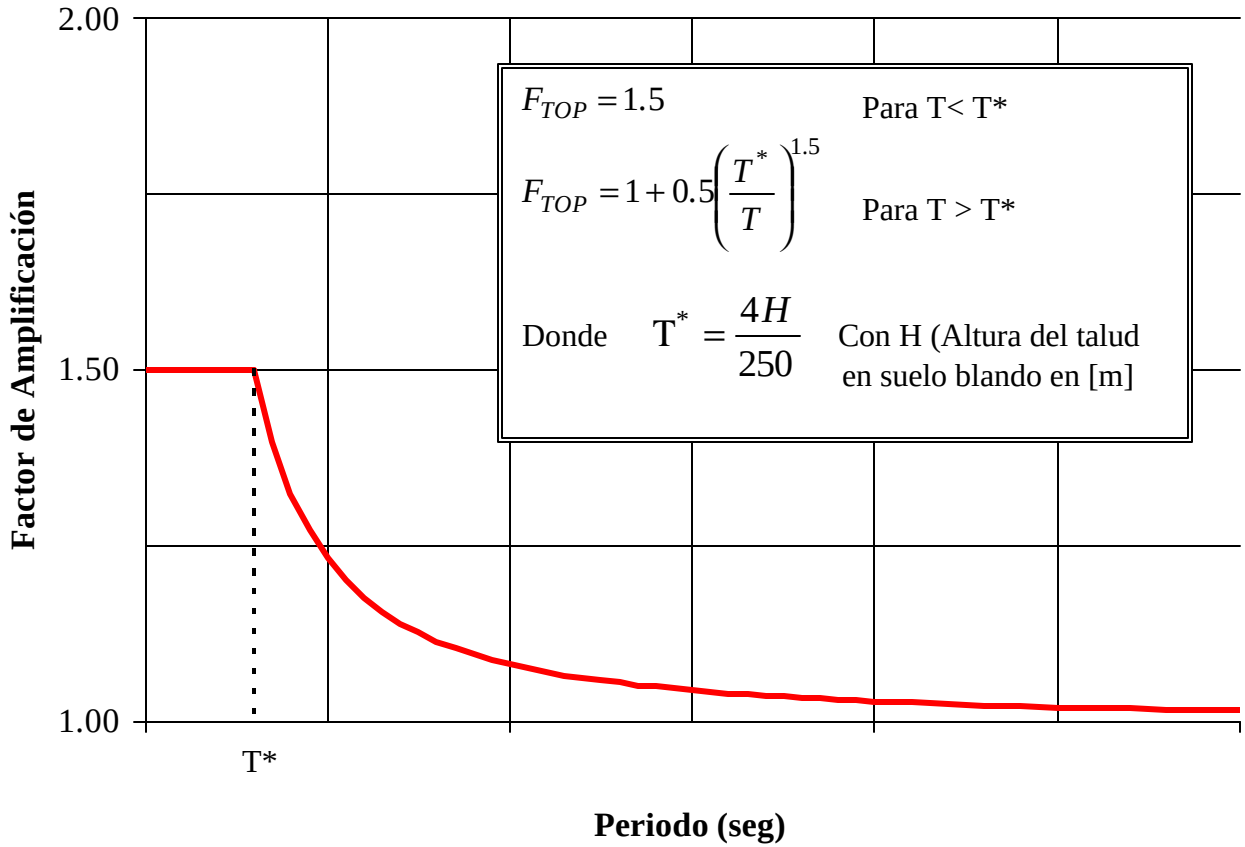


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de Aceleración para el modelo de H= 30 m y ϕ = 45º	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.34	**Fecha:** Agosto de 2002

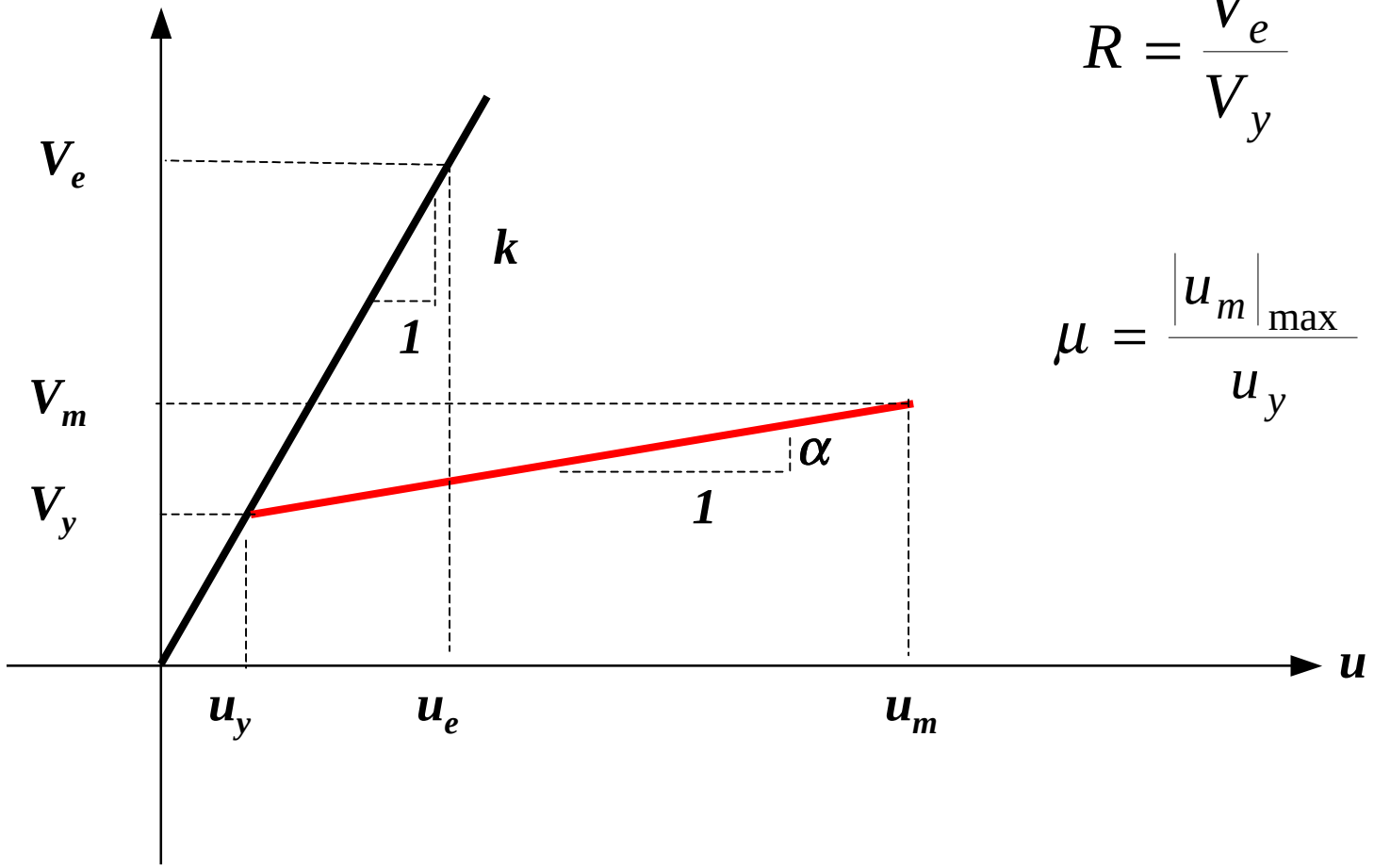


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Factor de Amplificación para el modelo de H= 30 m y ϕ = 45º	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.35	**Fecha:** Agosto de 2002

Factor de Amplificación Espectral por efectos topográficos



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Factor de Amplificación Espectral por efectos topográficos		Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 6.36	**Fecha:** Agosto de 2002	

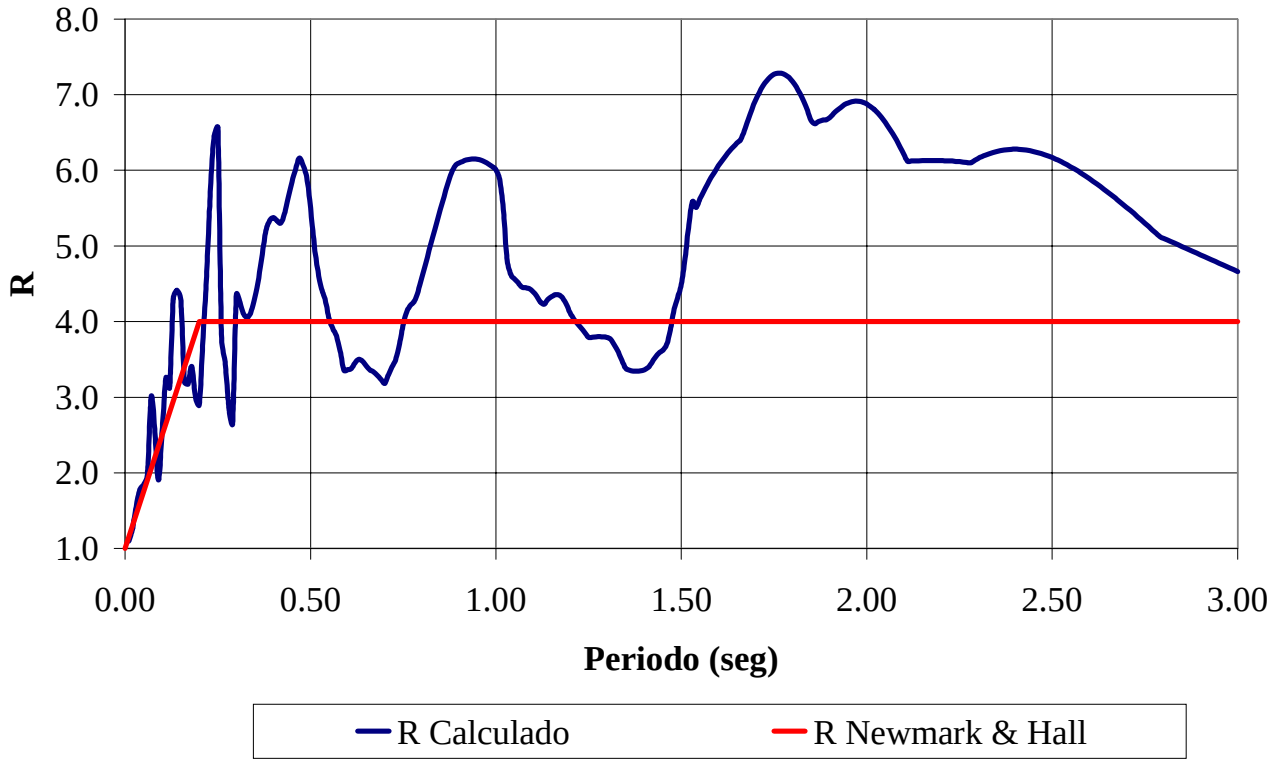


$$R = \frac{V_e}{V_y}$$

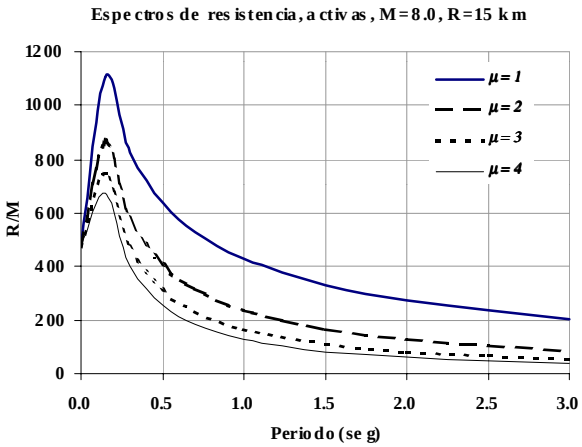
$$\mu = \frac{|u_m|_{\max}}{u_y}$$

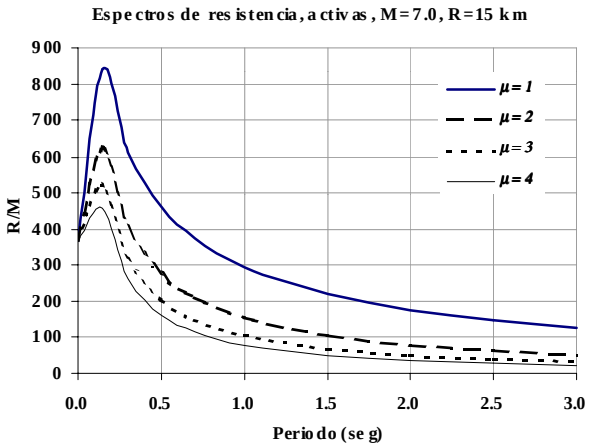
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Modelo de Comportamiento Bilineal		Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 7.1	**Fecha:** Agosto de 2002	

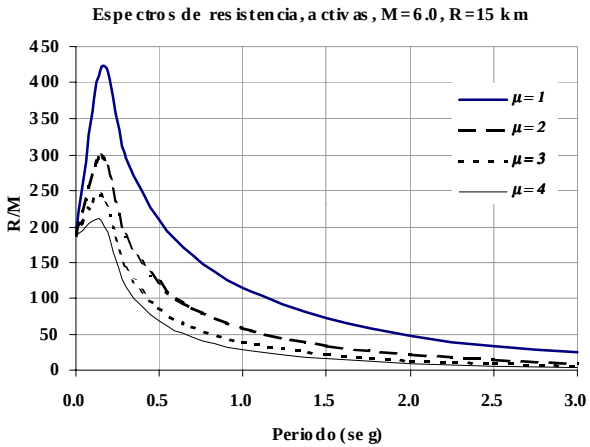
Comparación del valor de R en función del Periodo para el registro del Sismo de Armenia (1999) UNIQUINDIO

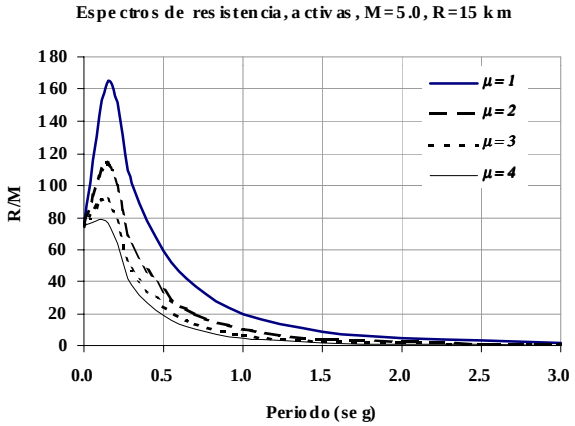


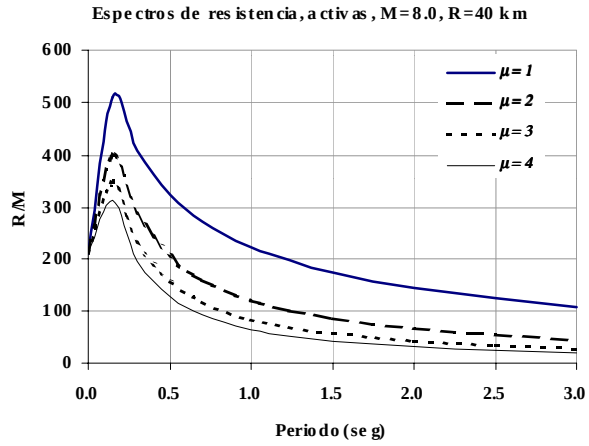
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Comparación de Factores de reducción en sismos	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 7.2	**Fecha:** Agosto de 2002

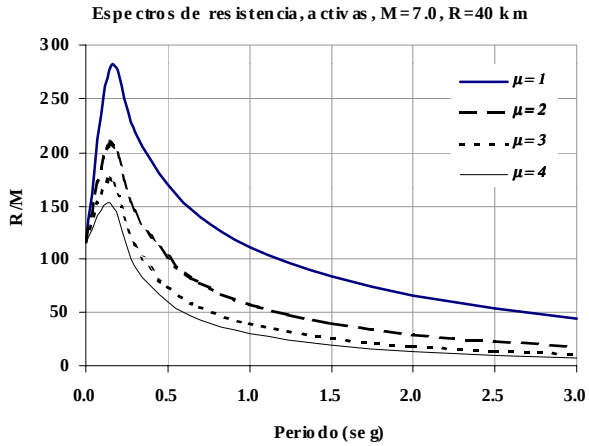












CIMOC

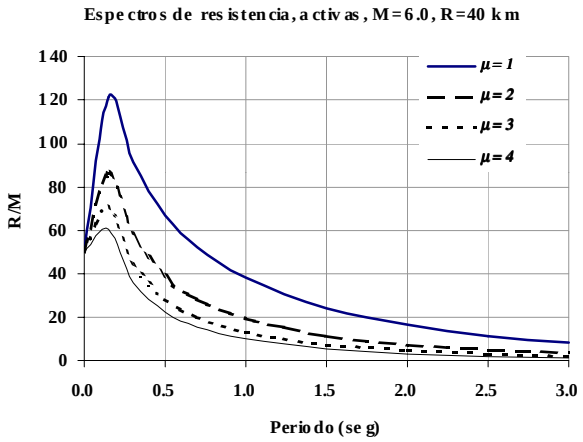
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

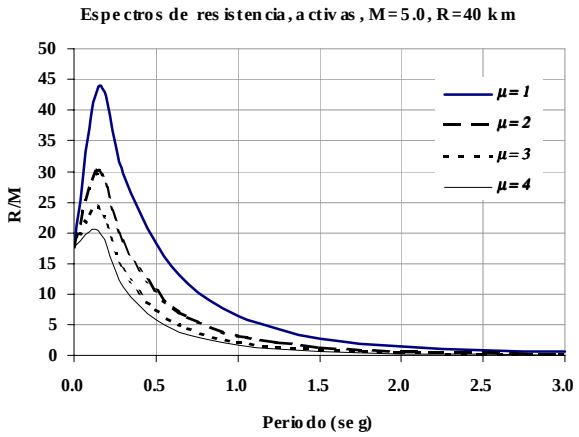
Espectros de Demanda Sísmica

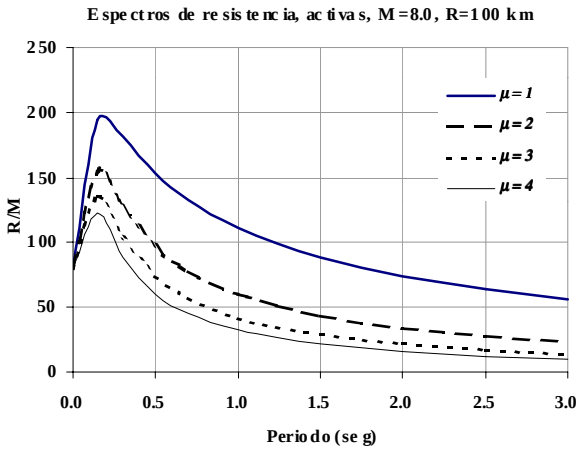
Figura: 7.3

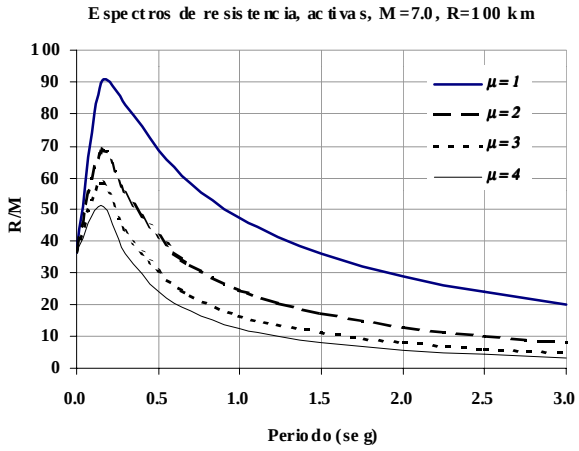
Fecha: Agosto de 2002

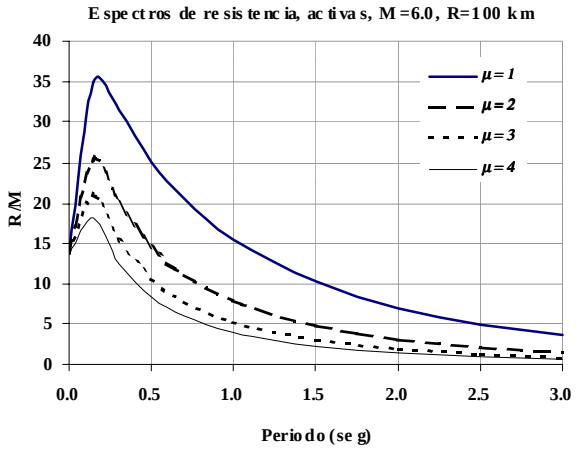
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

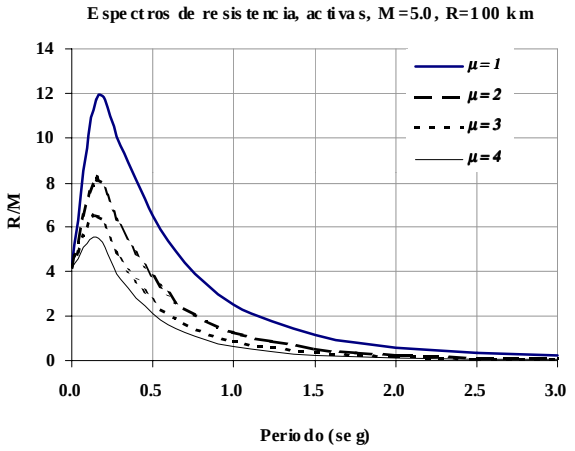












CIMOC

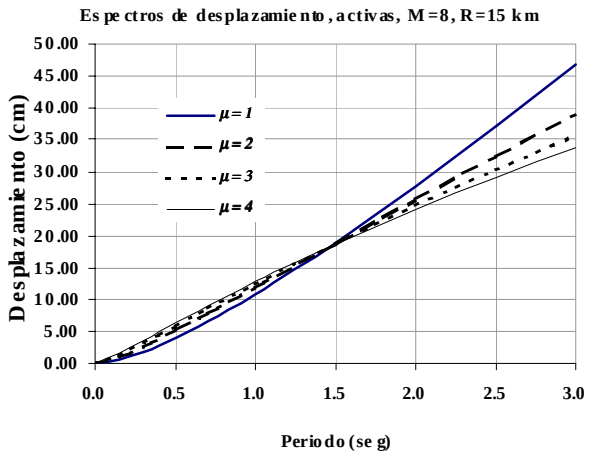
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

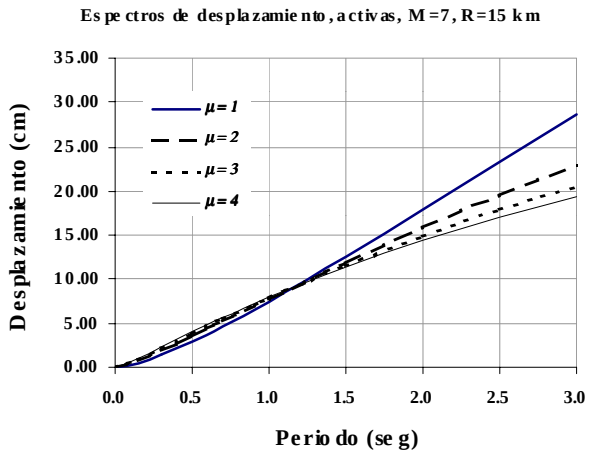
Espectros de resistencia por unidad de masa

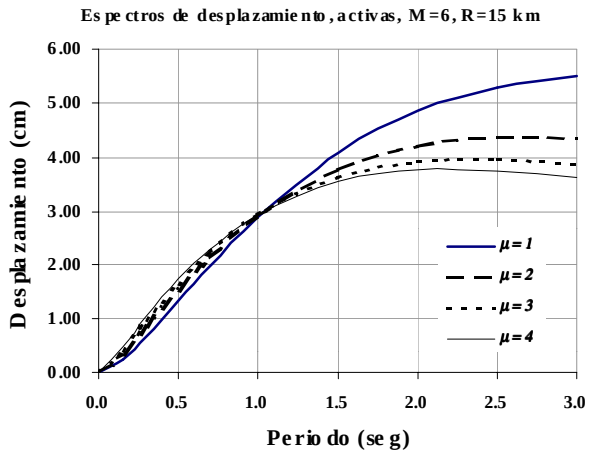
Figura: 7.3

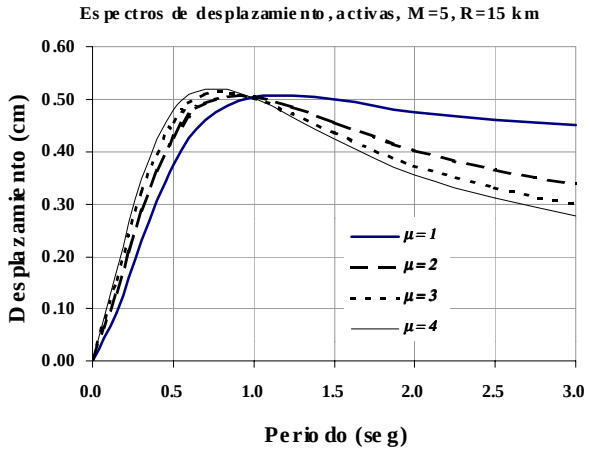
Fecha: Agosto de 2002

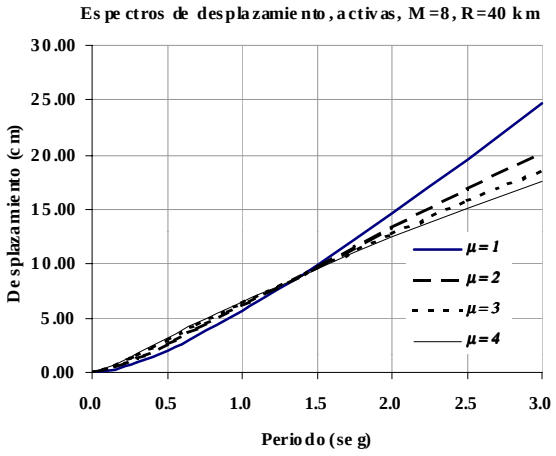
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

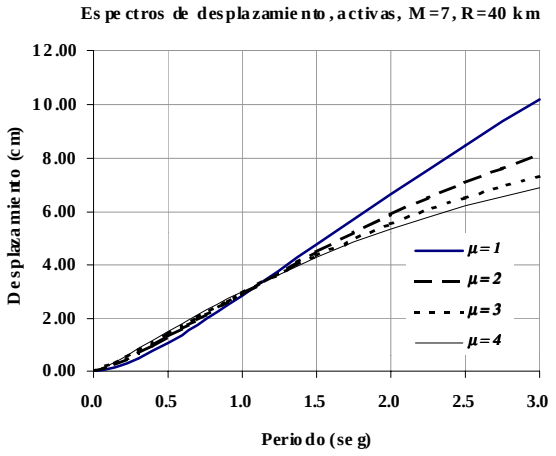




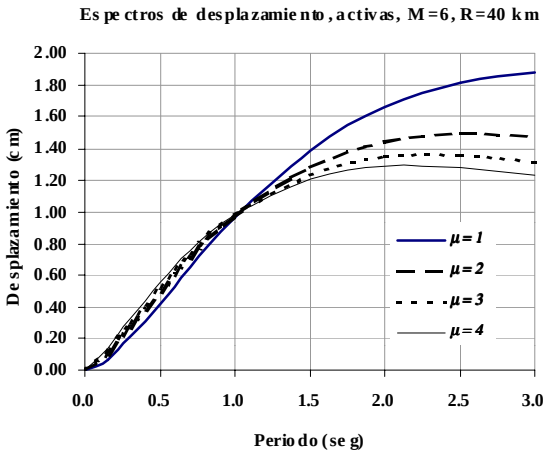


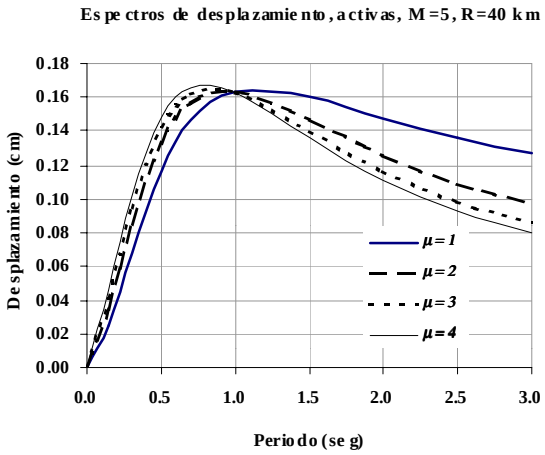


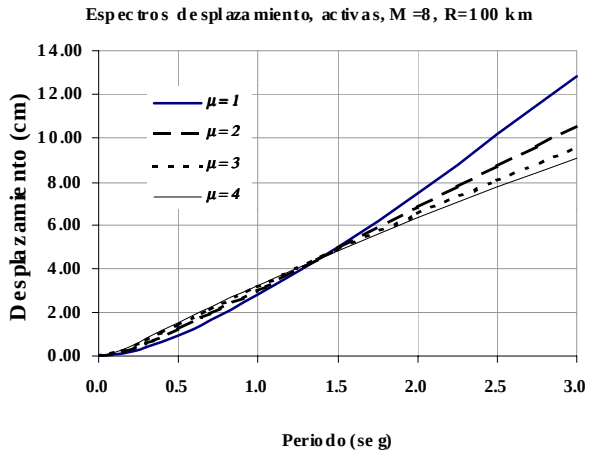


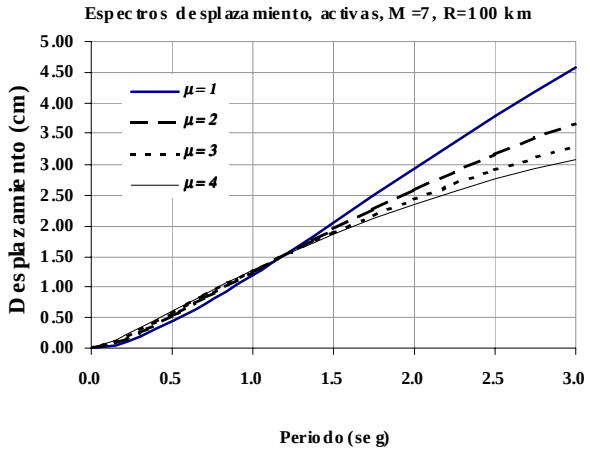


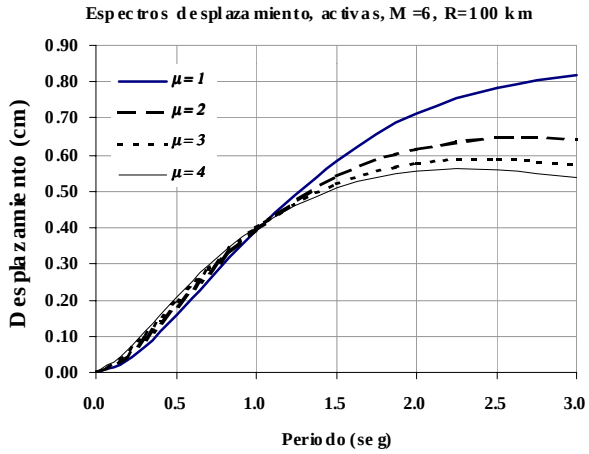
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de desplazamiento inelástico	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 7.4	**Fecha:** Agosto de 2002

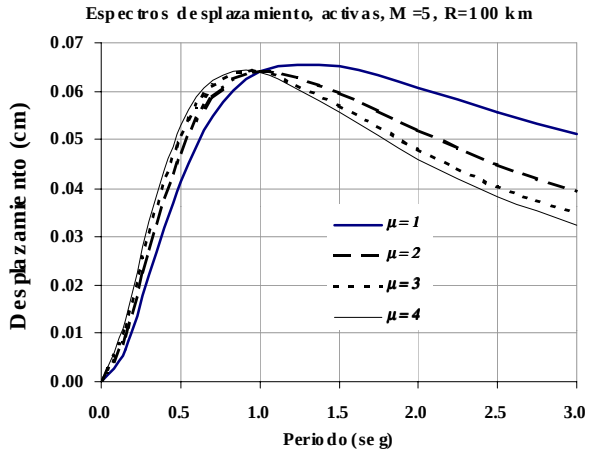












CIMOC

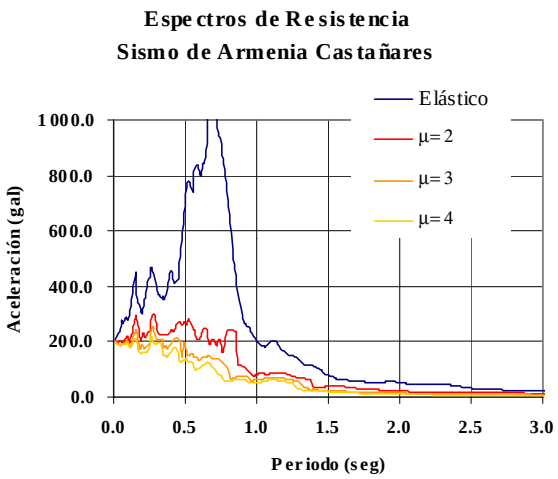
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

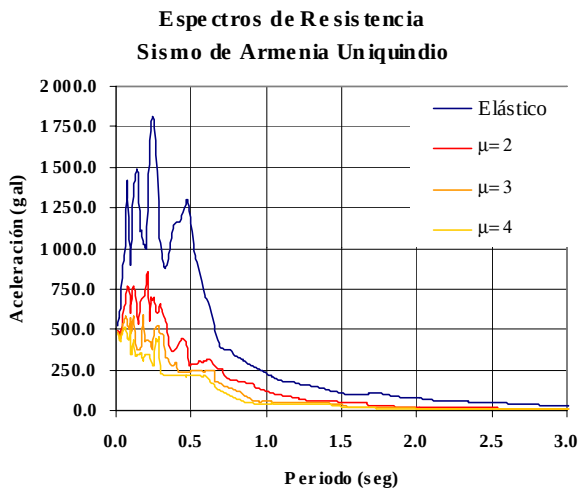
Espectros de desplazamiento inelástico

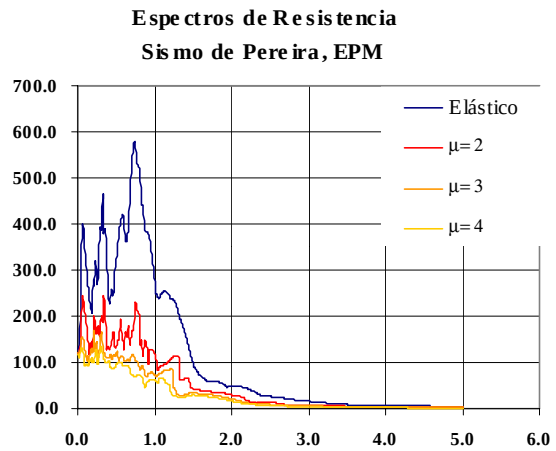
Figura: 7.4

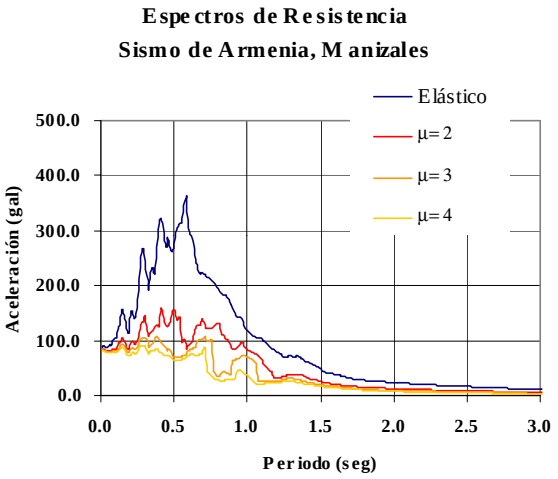
Fecha: Agosto de 2002

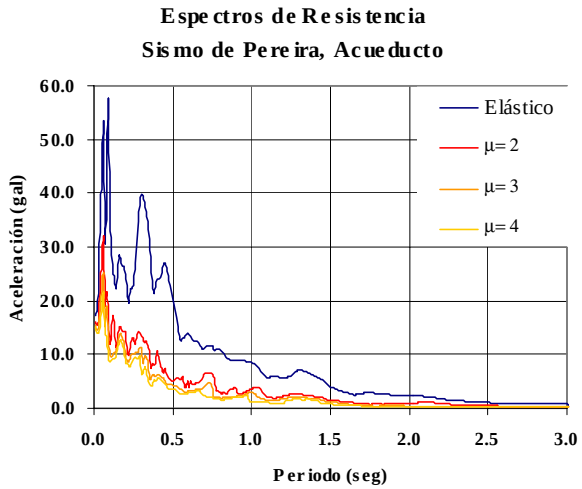
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

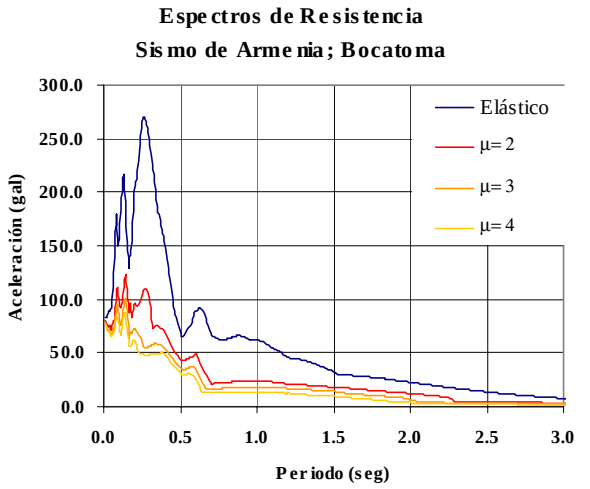












CIMOC

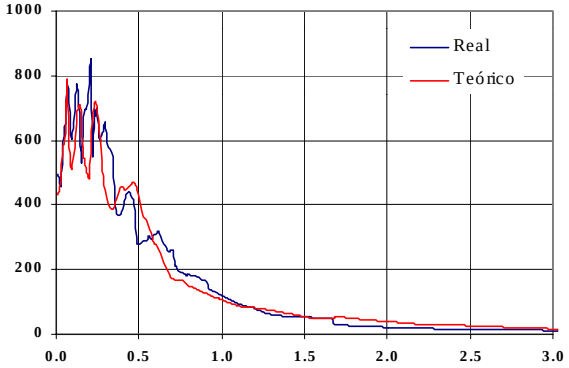
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

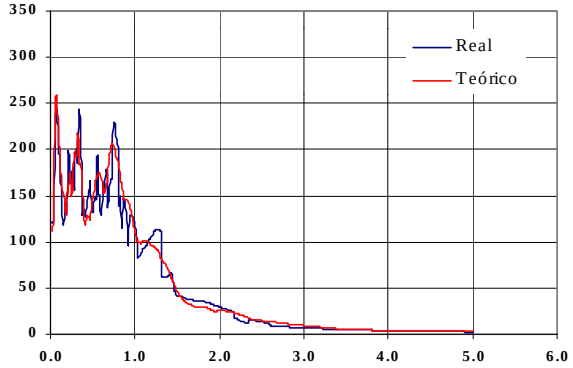
Espectros de demanda

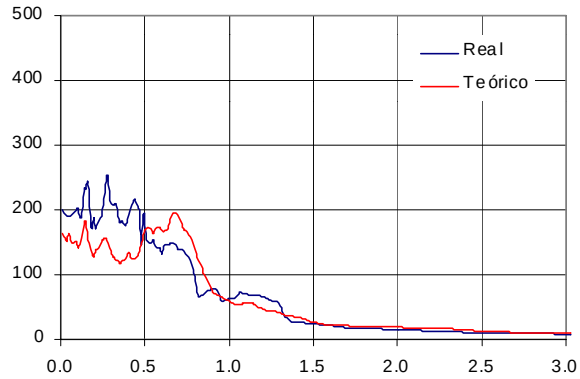
Figura: 7.5

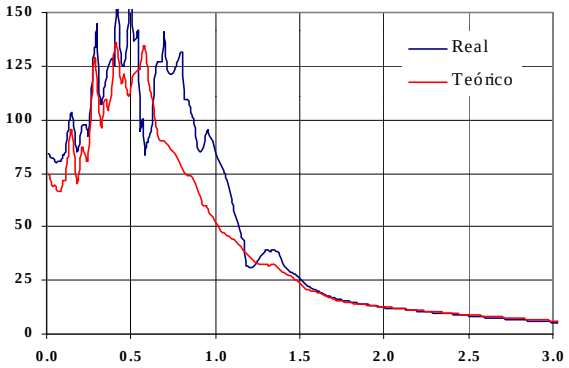
Fecha: Agosto de 2002

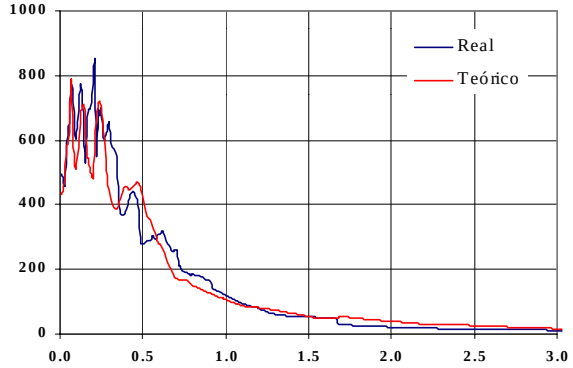
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

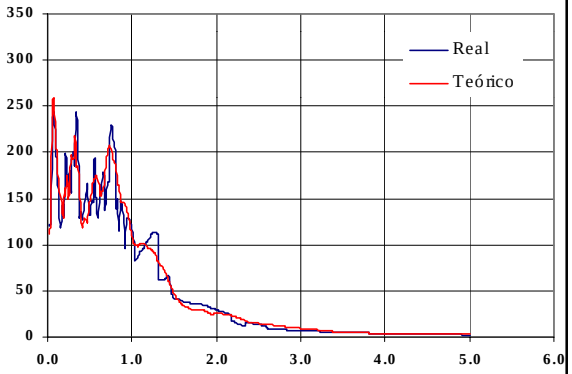












CIMOC

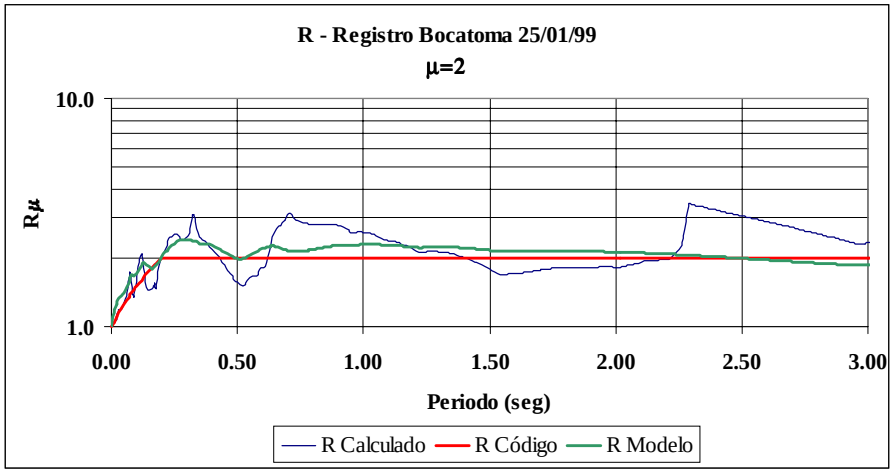
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

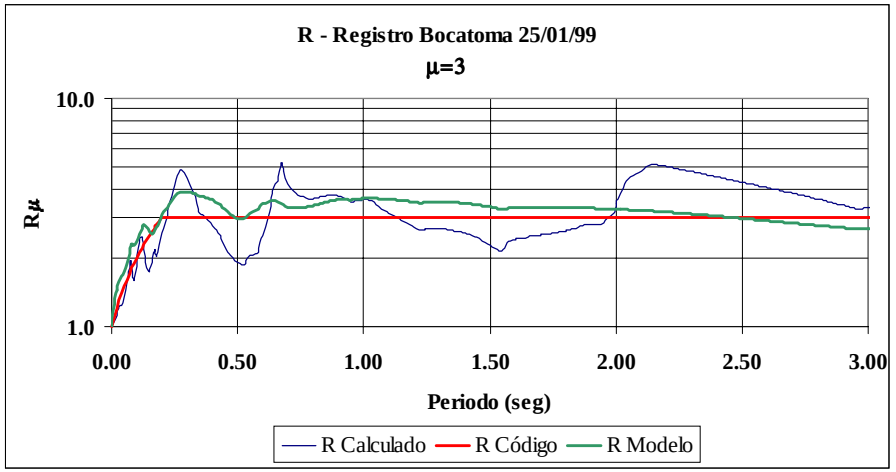
Espectros de demanda

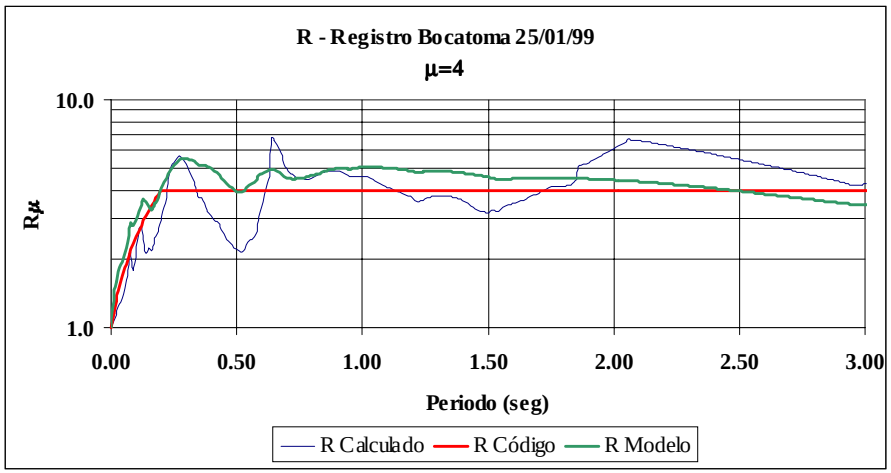
Figura: 7.6

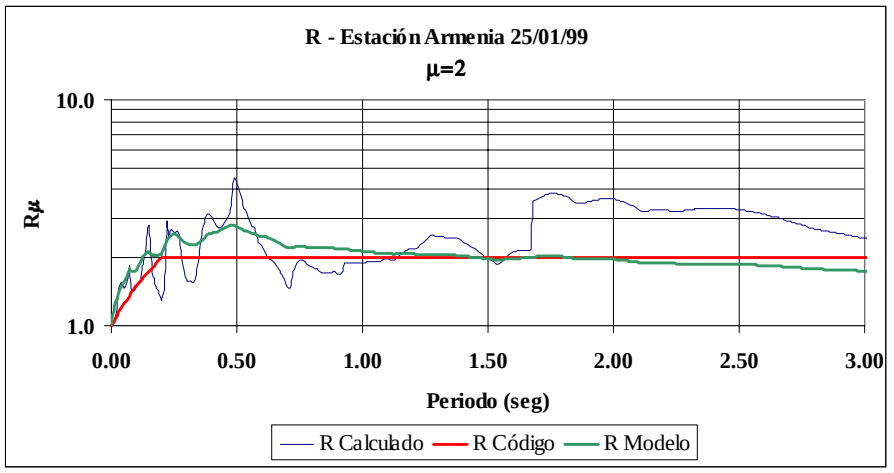
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

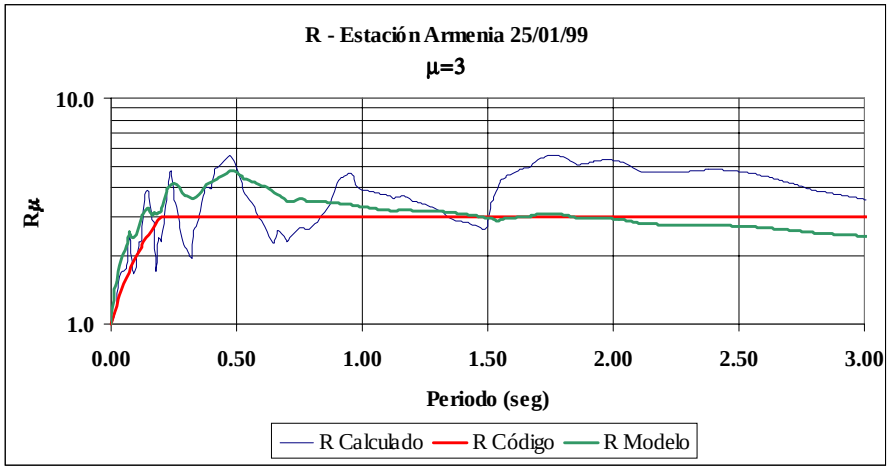
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

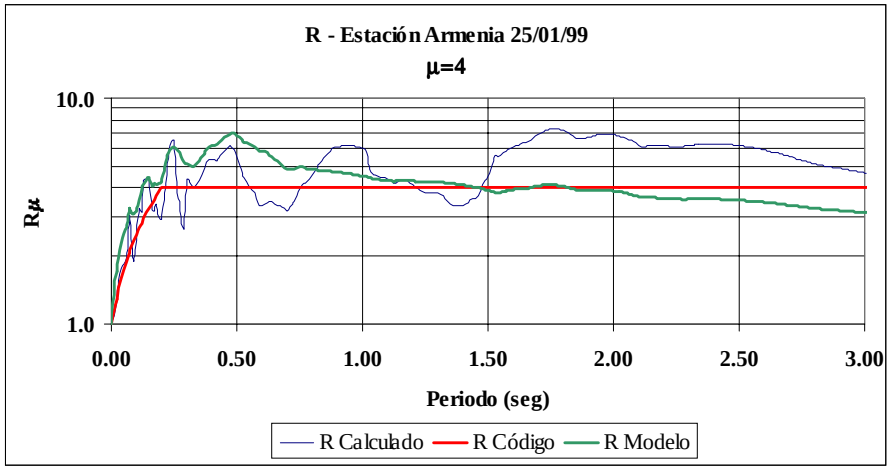
Espectros de resistencia

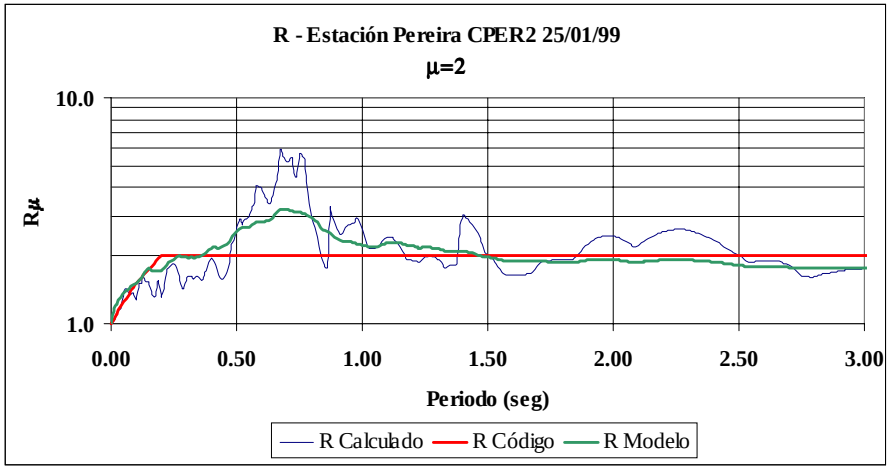
Figura: 7.7

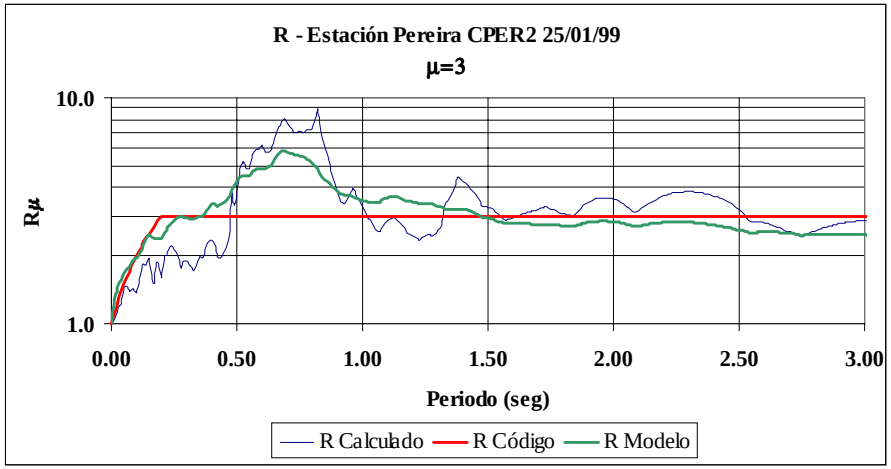
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

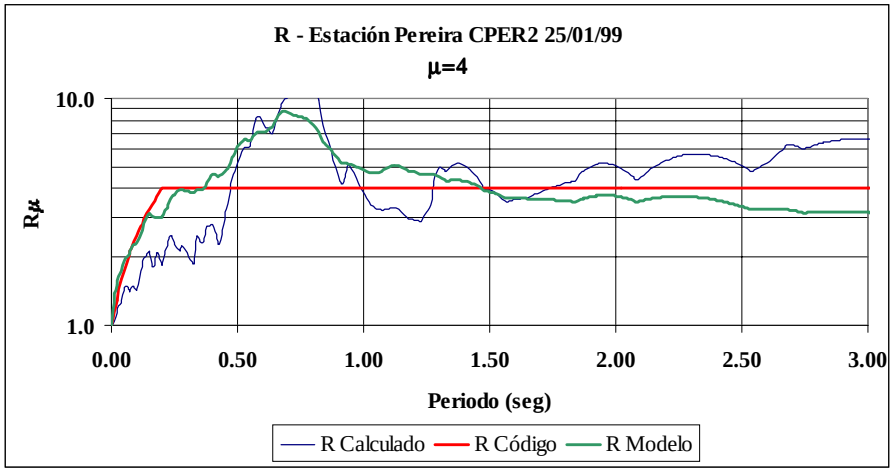
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

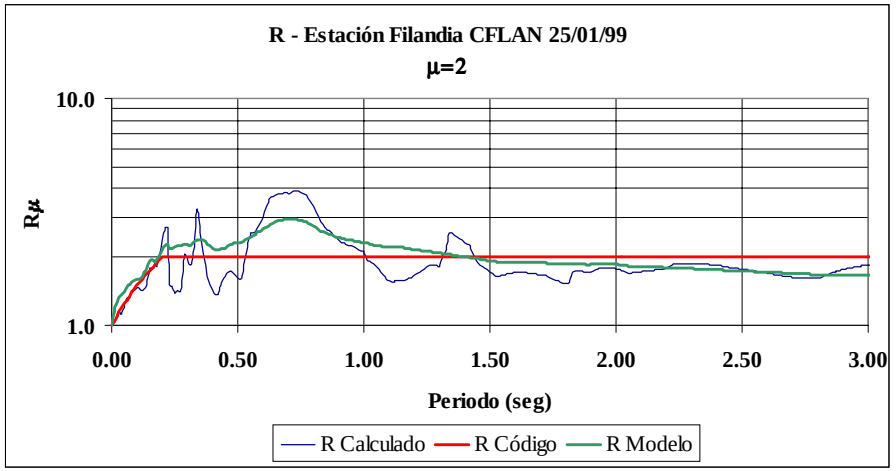
Espectros de resistencia

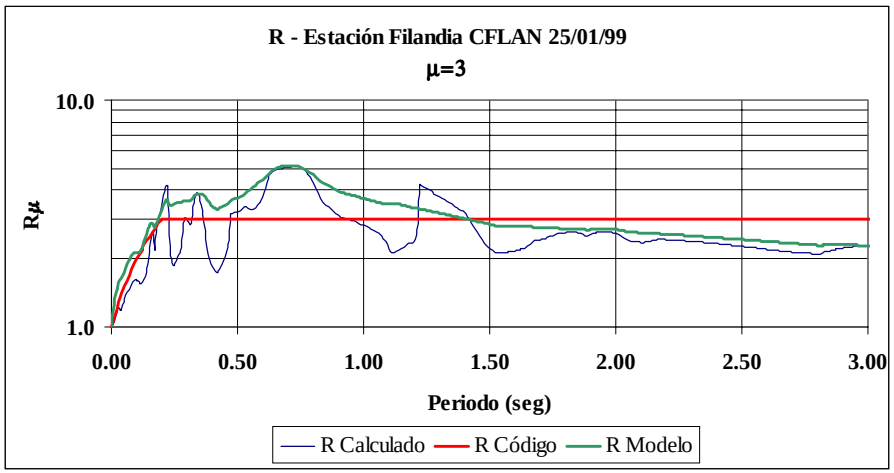
Figura: 7.7

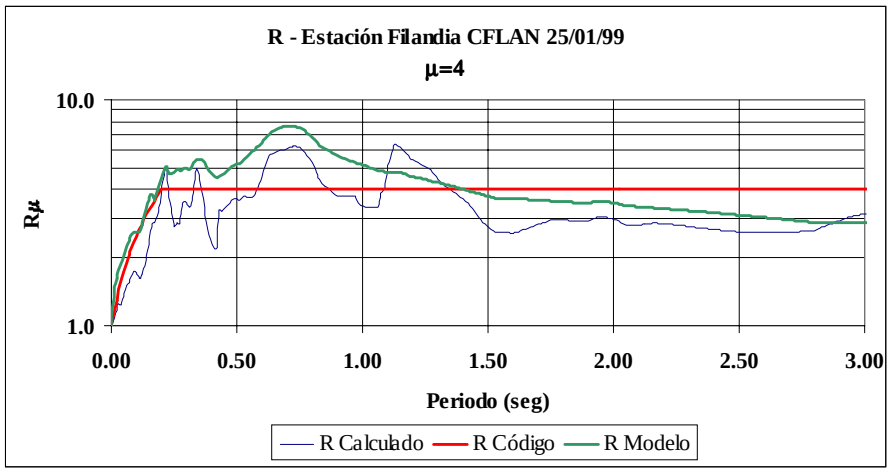
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

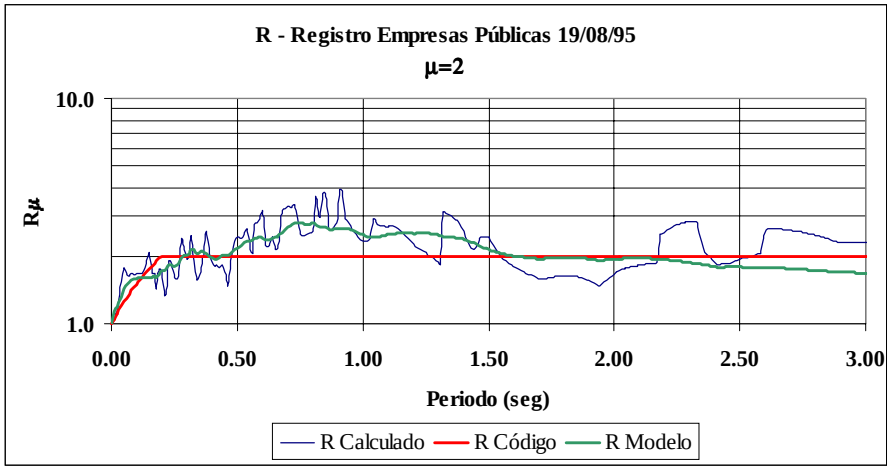
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

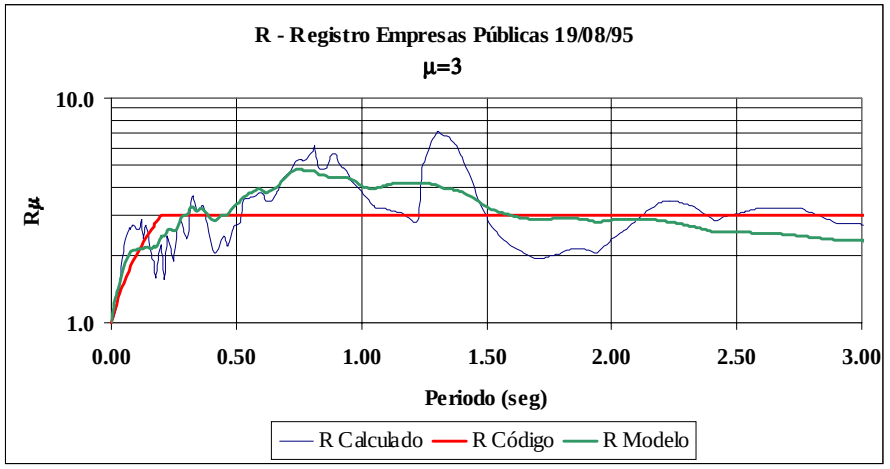
Espectros de resistencia

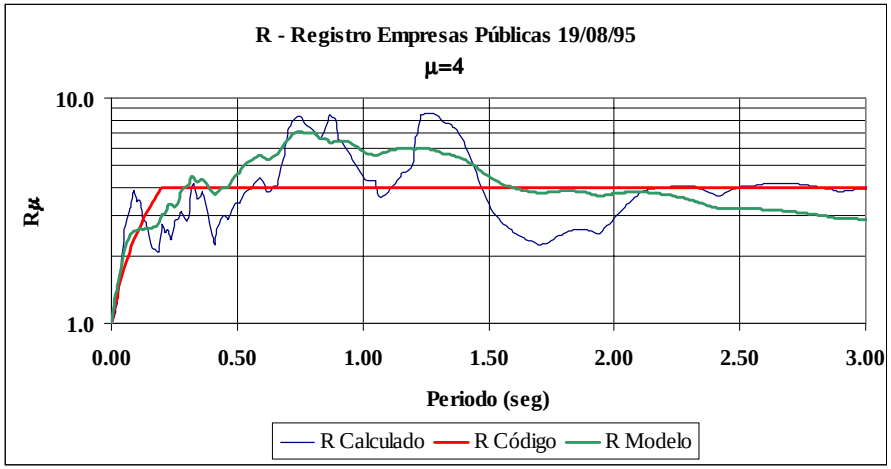
Figura: 7.7

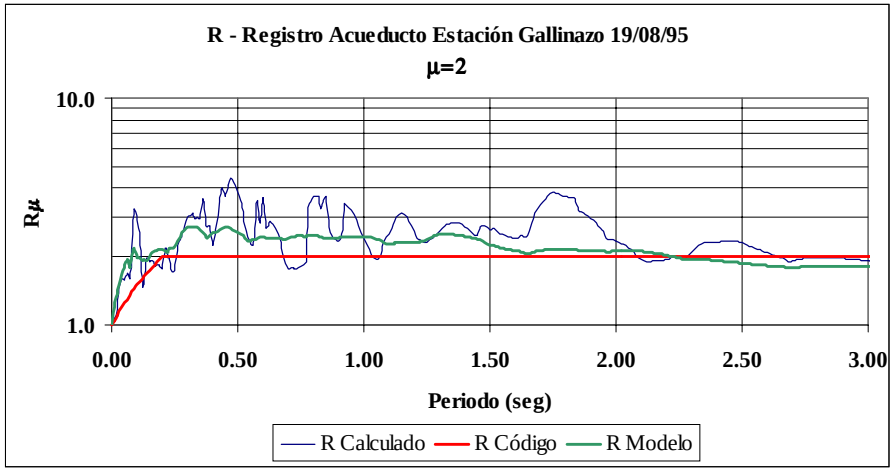
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

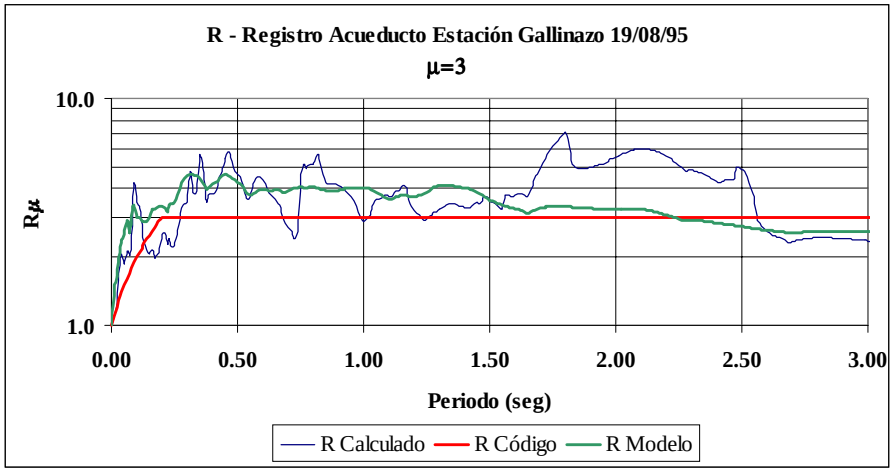
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

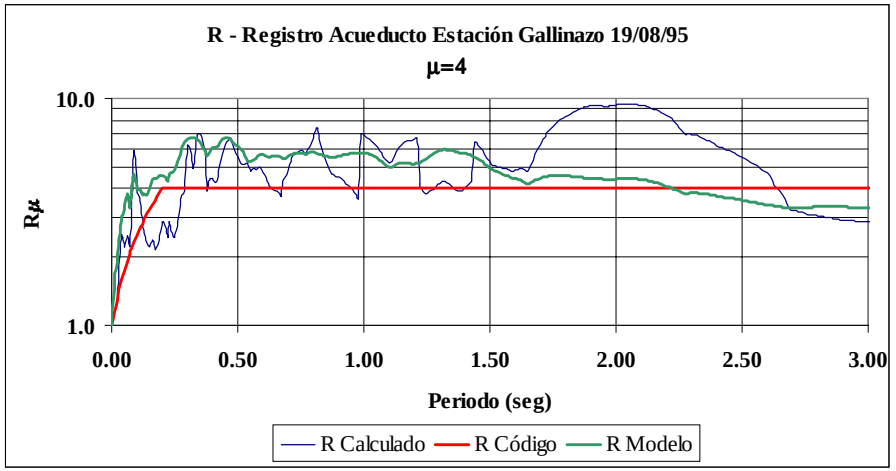
Espectros de resistencia

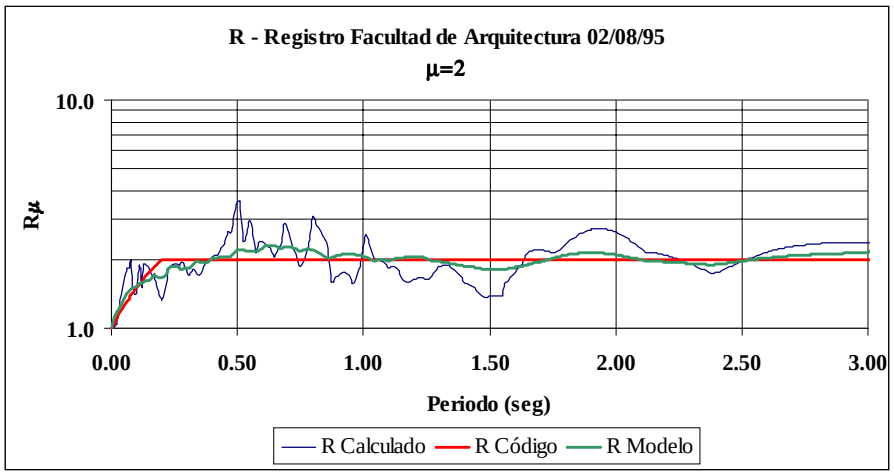
Figura: 7.7

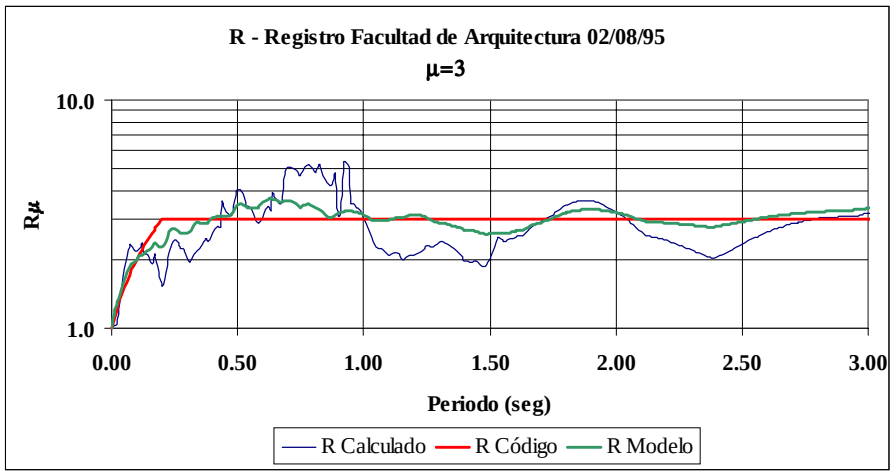
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

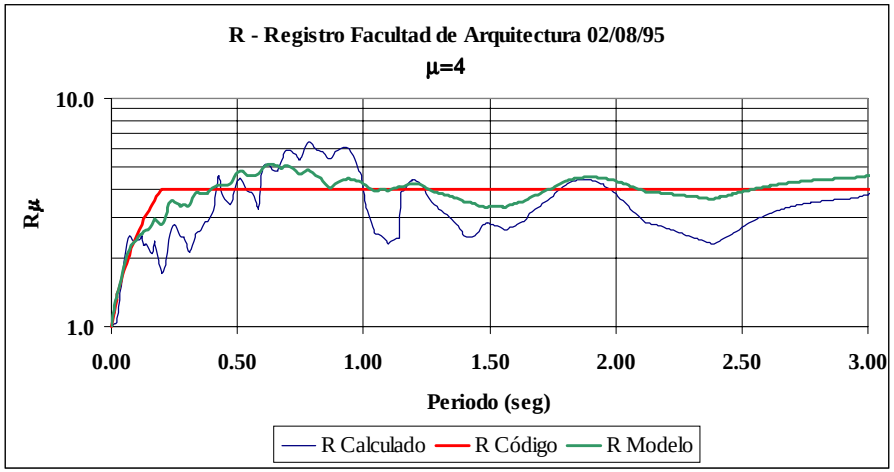
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

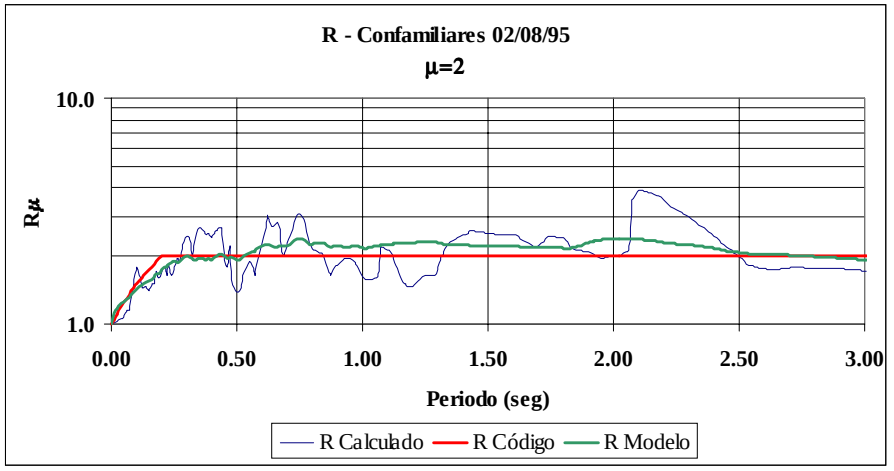
Espectros de resistencia

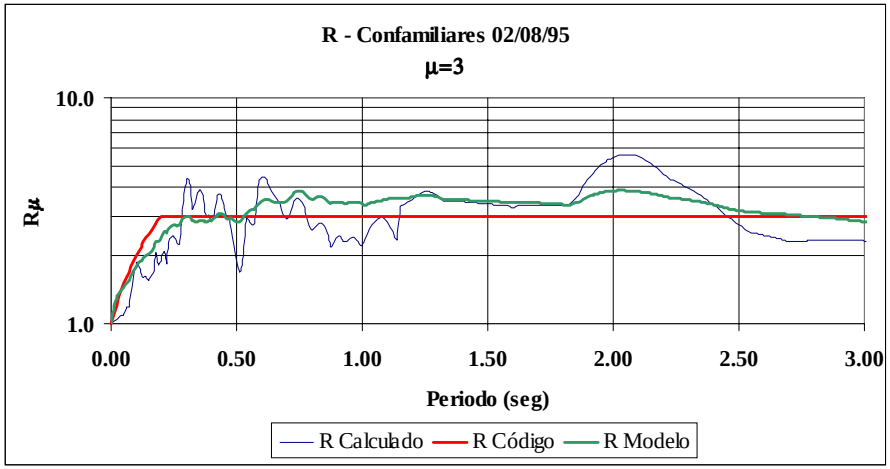
Figura: 7.7

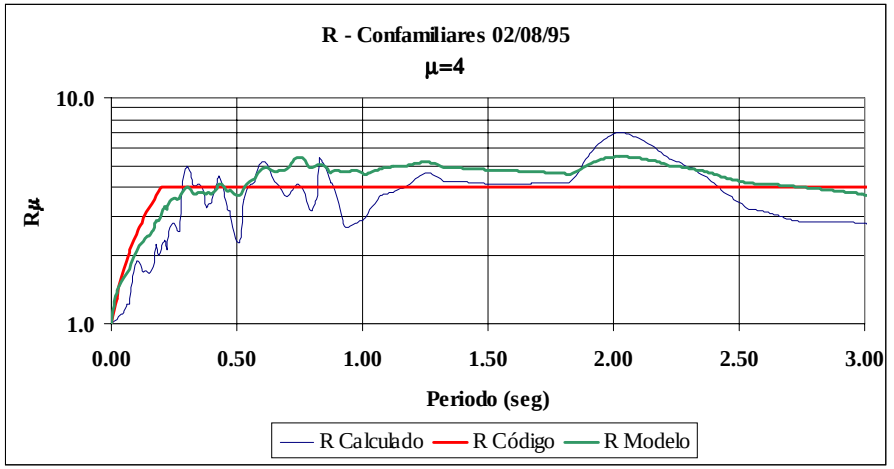
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres









CIMOC

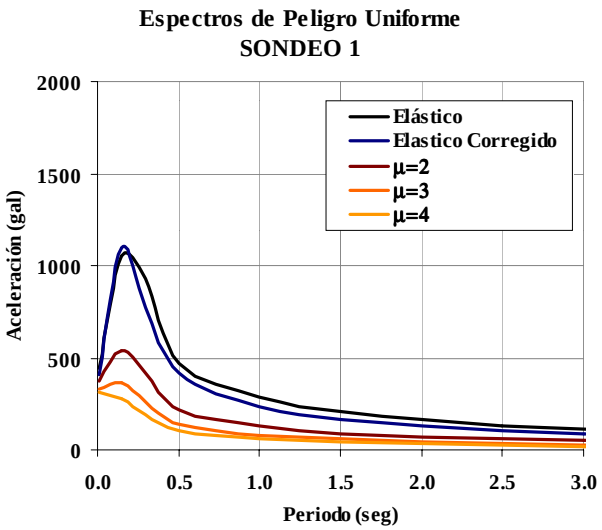
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

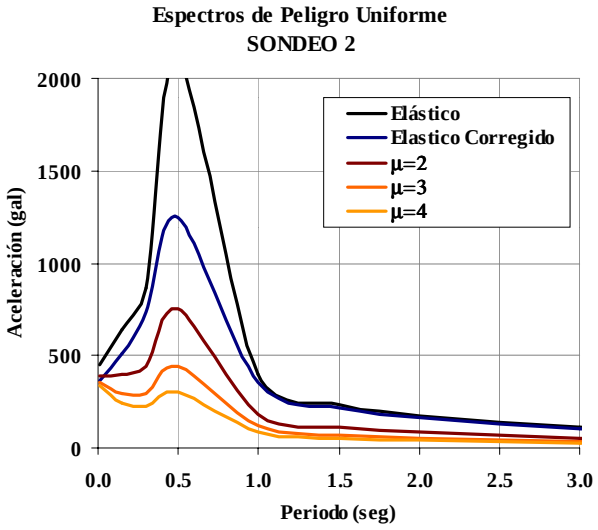
Espectros de resistencia

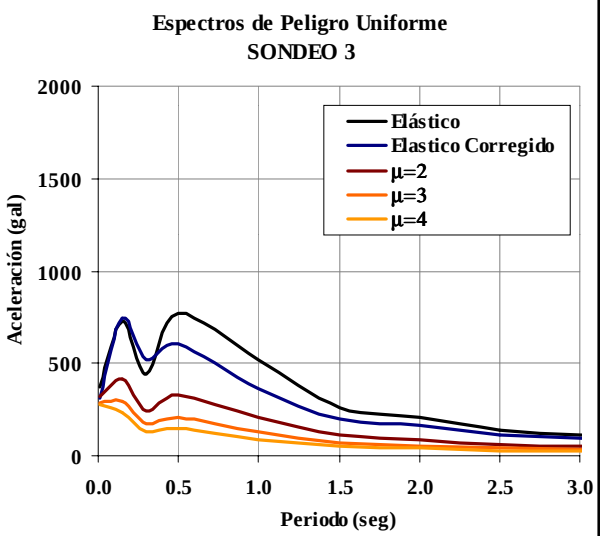
Figura: 7.7

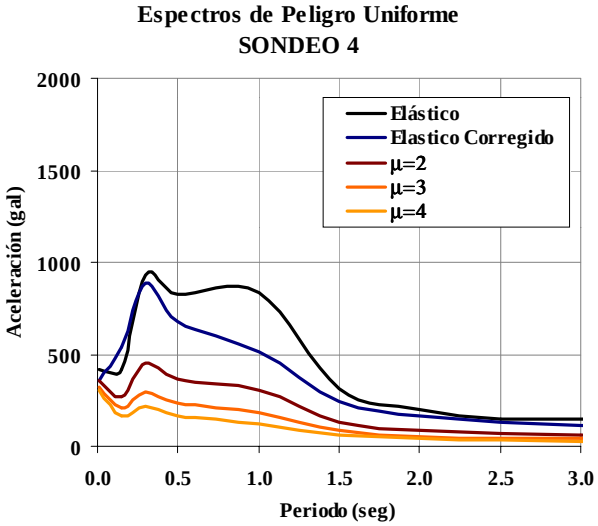
Fecha: Agosto de 2002

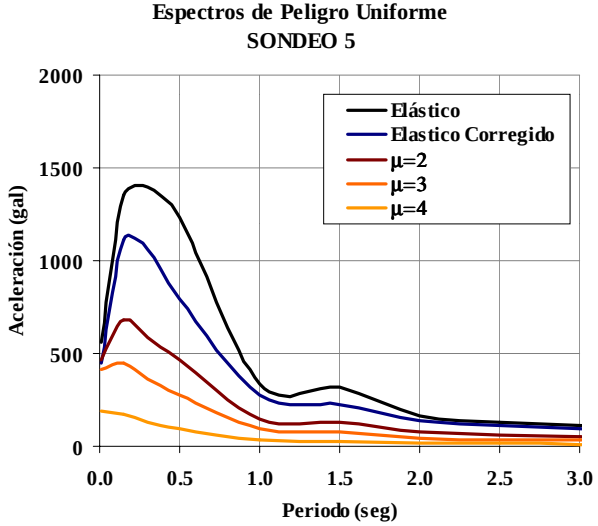
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

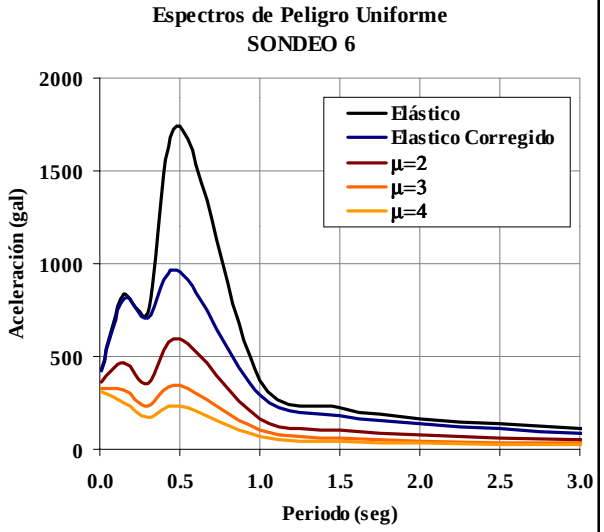












CIMOC

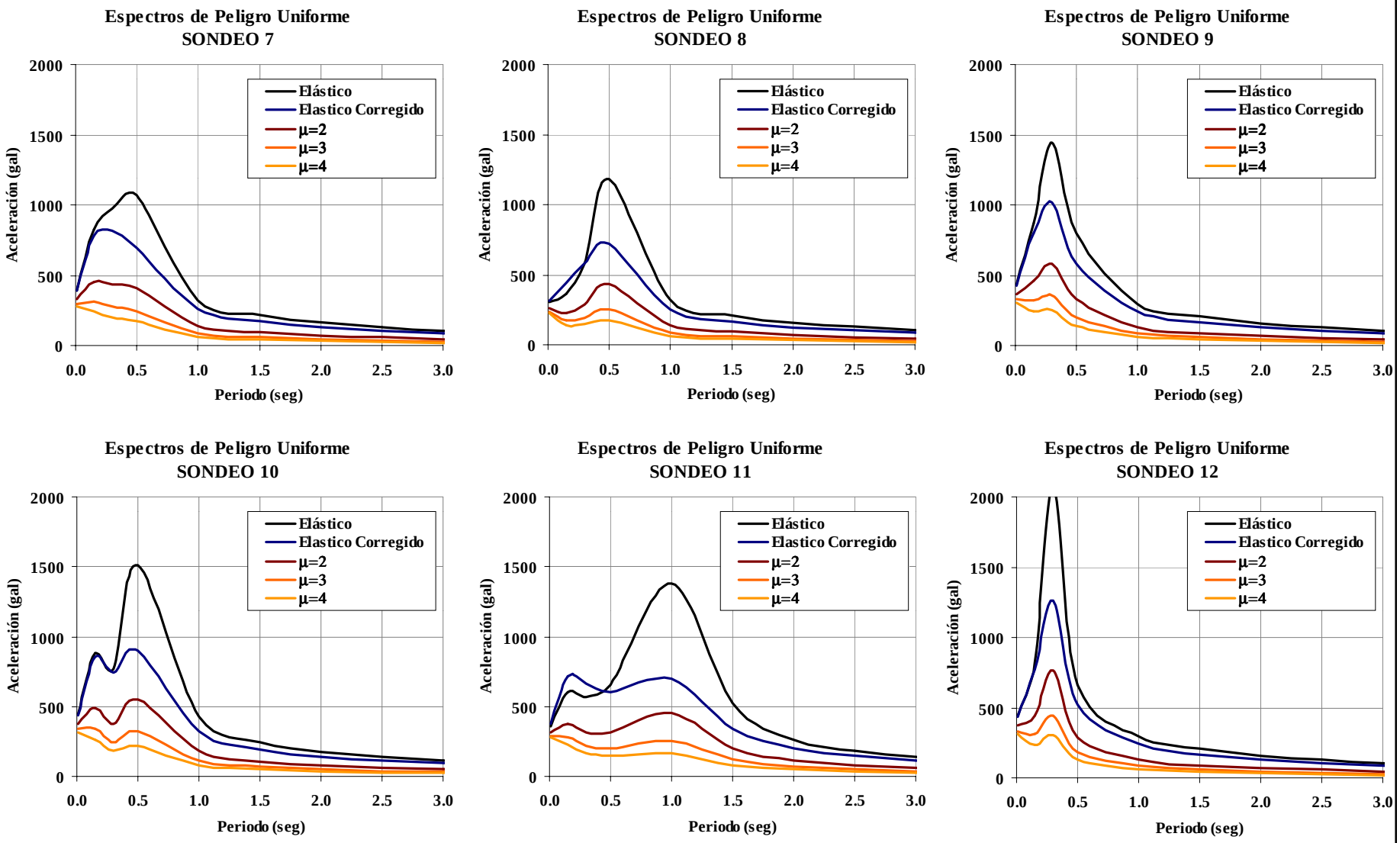
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Espectros de Peligro Uniforme Corregidos

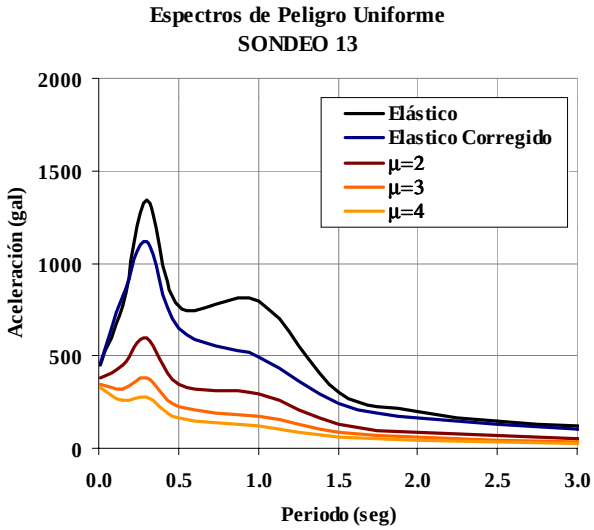
Figura: 7.8

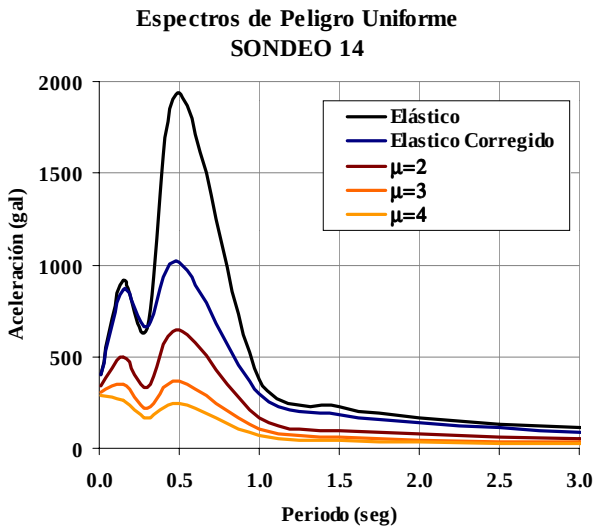
Fecha: Agosto de 2002

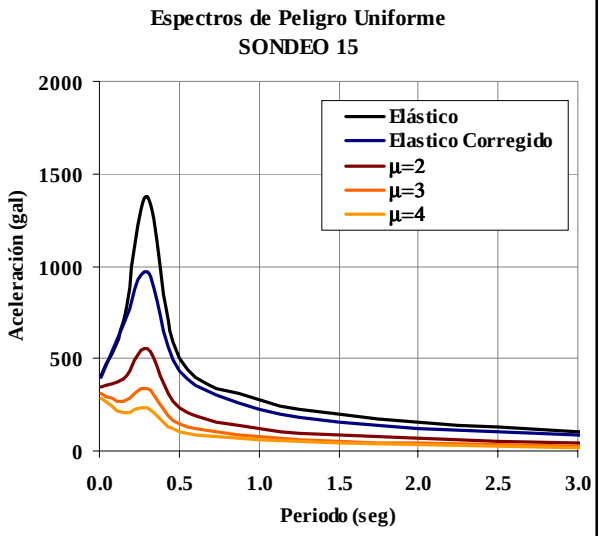
Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

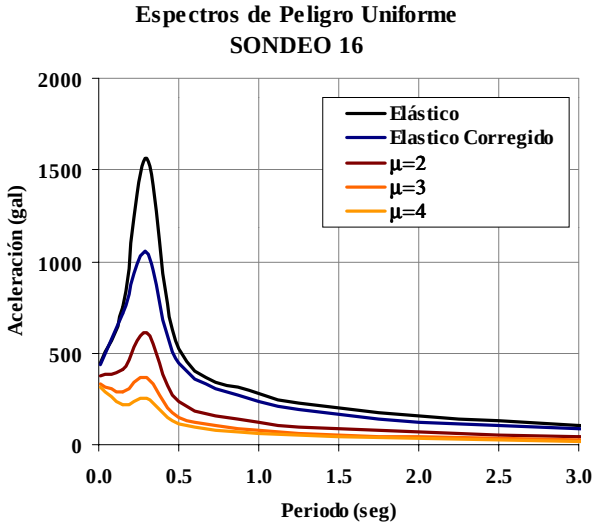


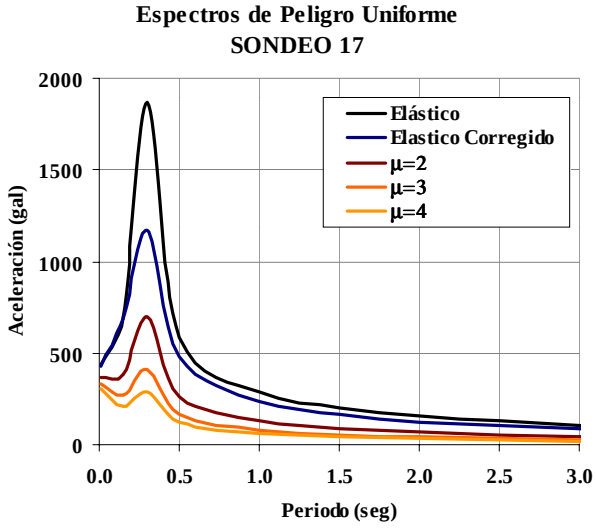
CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de Peligro Uniforme Corregidos	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 7.8	**Fecha:** Agosto de 2002

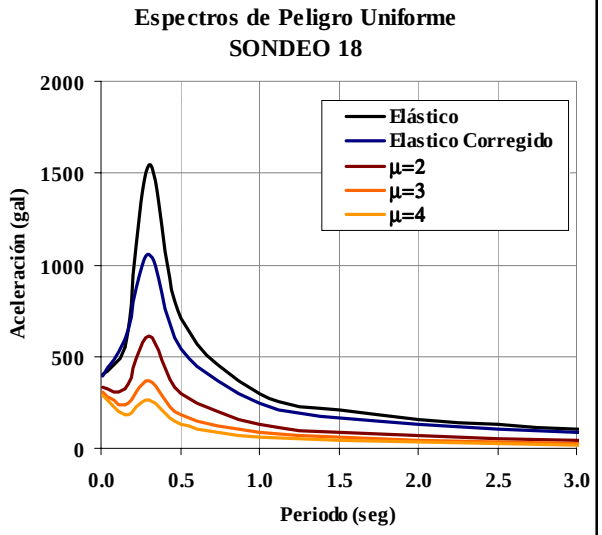












CIMOC

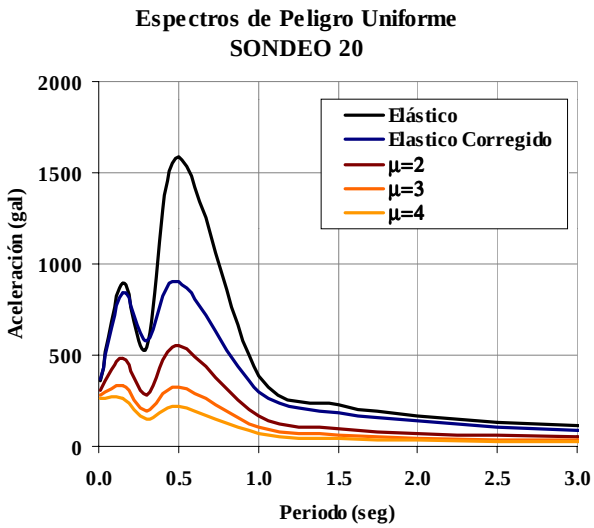
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

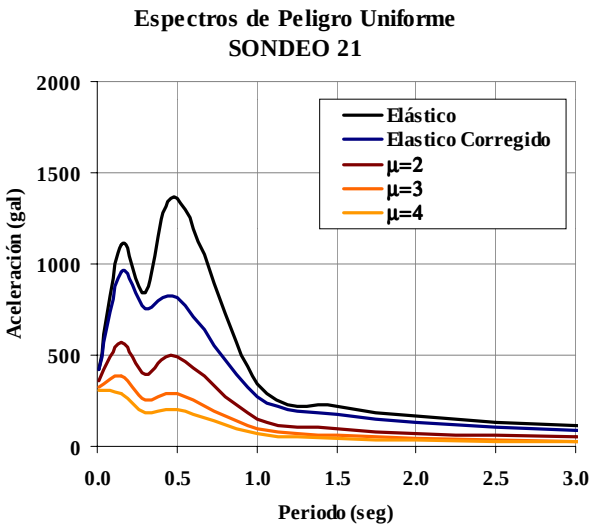
Espectros de Peligro Uniforme Corregidos

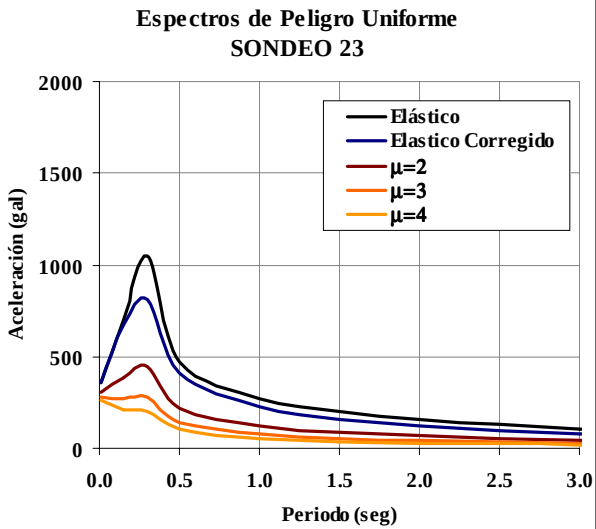
Figura: 7.8

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres







CIMOC

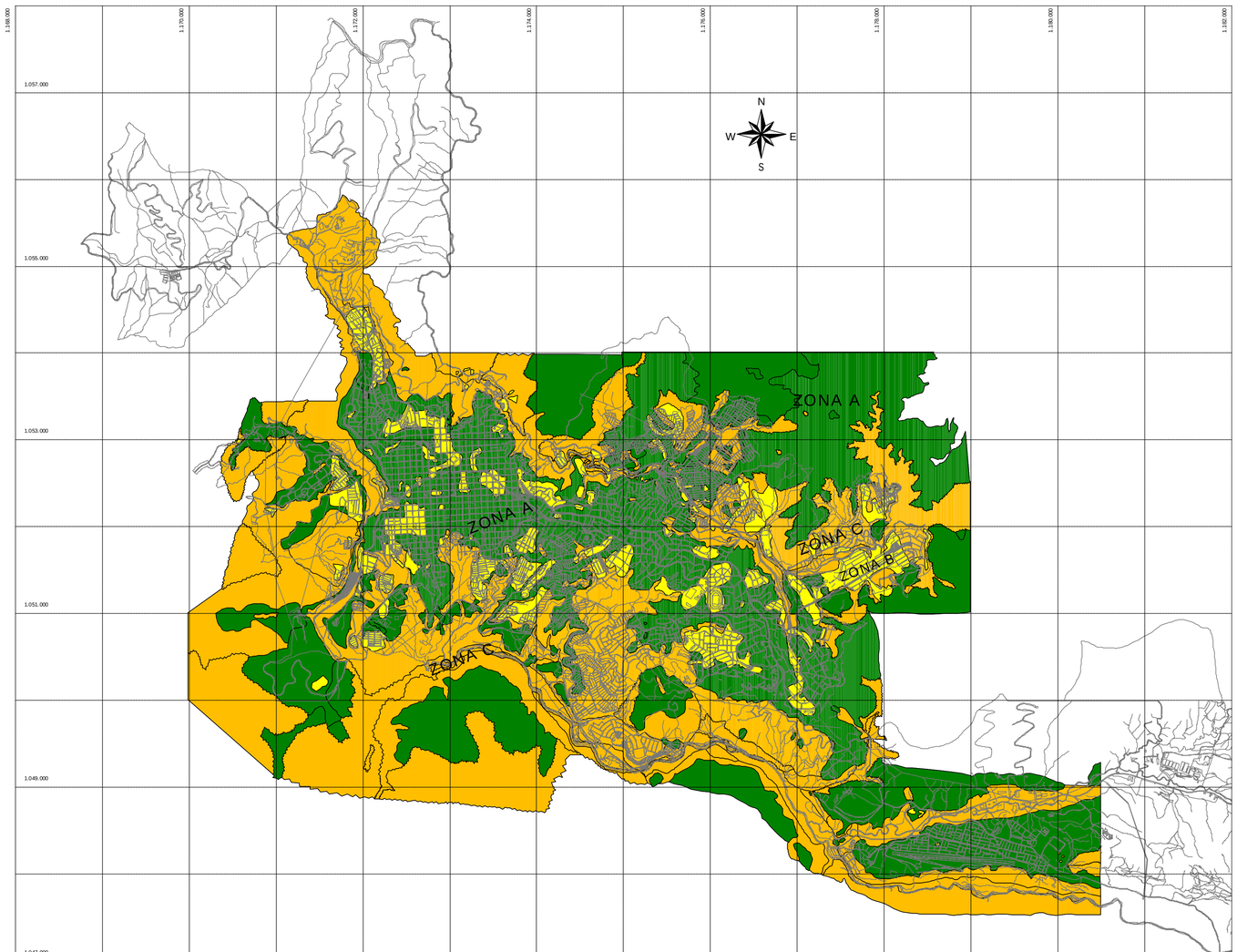
MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Espectros de Peligro Uniforme Corregidos

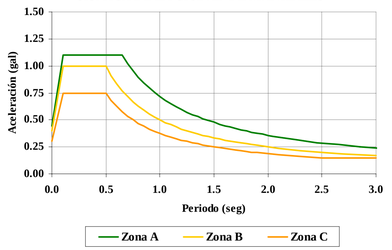
Figura: 7.8

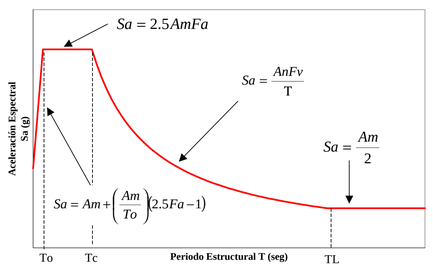
Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres



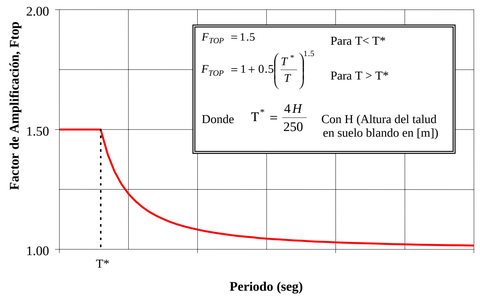
ESPECTROS DE DISEÑO MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE MANIZALES





MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE MANIZALES			
	Zona A	Zona B	Zona C
To	0.10	0.10	0.10
Tc	0.65	0.50	0.50
TL	3.25	2.50	2.50
Am	0.44	0.40	0.30
An	0.44	0.40	0.30
Fa	1.00	1.00	1.00
Fv	1.63	1.25	1.25

FACTORES DE AMPLIFICACION ESPECTRAL POR EFECTOS TOPOGRAFICOS



NOTA: Los factores de amplificación por efectos topográficos son aplicables para estructuras ubicadas en la parte superior del talud a una distancia menor a, la menor entre 2H o 60 m, desde el borde del talud, donde H es la altura del talud en suelo blando (H < 50m).

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

(a) Todas las recomendaciones de diseño aquí establecidas son complementarias a las dadas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes, Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998 y Decreto 34 de 1999 y en ningún caso podrá tomarse un requisito inferior al establecido por la Norma.

(b) Todos los espectros de diseño recomendados son a nivel de la superficie del terreno para un amortiguamiento con respecto al crítico del 5% y para zonas sin efectos topográficos de consideración.

(c) En las zonas con efectos topográficos de consideración como son las zonas cercanas a los bordes de los taludes deben aplicarse, en forma complementaria a lo anterior, los factores de amplificación por efectos topográficos que se especifican más adelante.

(d) En las zonas con pendientes superiores a los 20 °, todo proyecto debe incluir un análisis de estabilidad sísmica de taludes basado en las aceleraciones máximas de terreno establecidas en los espectros de diseño recomendados, correspondientes a la zona de estudio.

(e) Para estructuras con períodos de vibración fundamental mayores o iguales a 2.0 seg deben adelantarse análisis sísmicos especiales que se salen del alcance de las presentes recomendaciones.

(f) La utilización de los espectros de diseño correspondientes a la Zona C, Terreno firme, deberá ser justificada en forma explícita por el ingeniero geotécnico en todos los casos, dada la gran variabilidad en los depósitos de cenizas que se encuentran por toda la ciudad. En todos los casos en que no haya certeza sobre la presencia de estos depósitos de suelos competentes o en que dichos depósitos no van a ser utilizados como soporte de la cimentación de la estructura, se deben utilizar los espectros correspondientes a las Zonas A o B, según corresponda.

(g) Podrán utilizarse fuerzas de diseño diferentes a las que resultan de la utilización de los espectros de diseño recomendados siempre y cuando se justifique el valor empleado con análisis de respuesta de perfiles debidamente estudiados, utilizando hipótesis equivalentes a las dadas en el presente estudio y atendiendo los requisitos mínimos establecidos en las NSR-98 (Capítulo A.2). Para el efecto deberán utilizarse en el análisis al menos los cuatro acelerogramas de diseño establecidos en el presente estudio y que se incluyen en formato digital anexo. En ningún caso la fuerza sísmica de diseño adoptada podrá ser inferior al 80% de la fuerza que resulta utilizando los espectros aquí recomendados.

(h) Para efectos de aplicación de requisitos complementarios de las NSR-98, la ciudad de Manizales sigue perteneciendo a una zona de Amenaza Sísmica Alta.

(i) Los coeficientes de aceleración Am establecen los valores equivalentes a Aa a nivel del terreno en las diferentes zonas establecidos por las normas NSR-98. Los valores de aceleración correspondientes a Am pueden utilizarse en el diseño de estructuras muy rígidas (de bajo período) o en el diseño de obras geotécnicas como excavaciones, muros de contención, terraplenes y otros.

(j) Para el caso de estructuras de período corto (viviendas de uno y dos pisos y edificaciones de muros de pocos pisos), la selección del valor del coeficiente de capacidad de disipación de energía para el sistema estructural, R, deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en el numeral A.2.9.4 del Decreto 34 de 1999.

(k) Podrán considerarse en el diseño los efectos de la interacción dinámica suelo estructura de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Apéndice A-2 de la NSR-98.

CONVENCIONES

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

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Centro de Investigación en Materiales y Obras Civiles
CIMOC

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

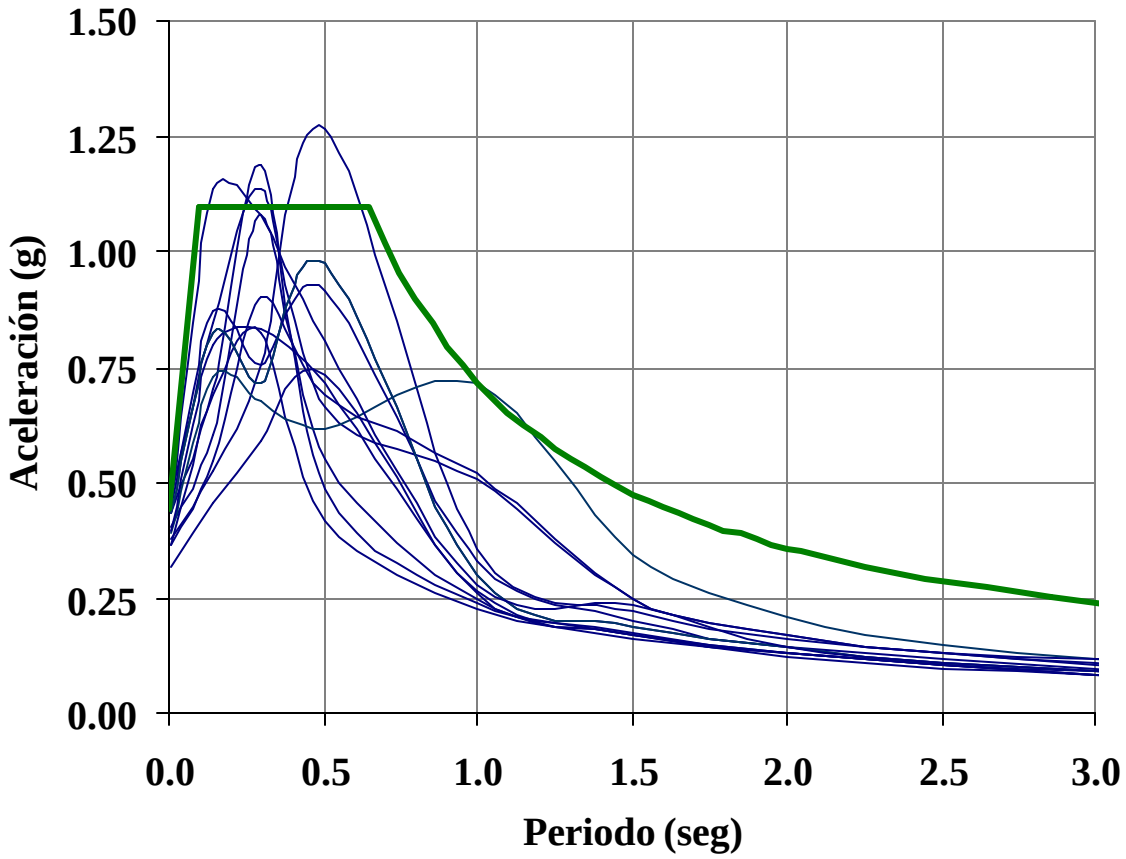
Agosto de 2002

Figura 8.1 | Escala 1:30000

1000 0 1000 2000 Meters

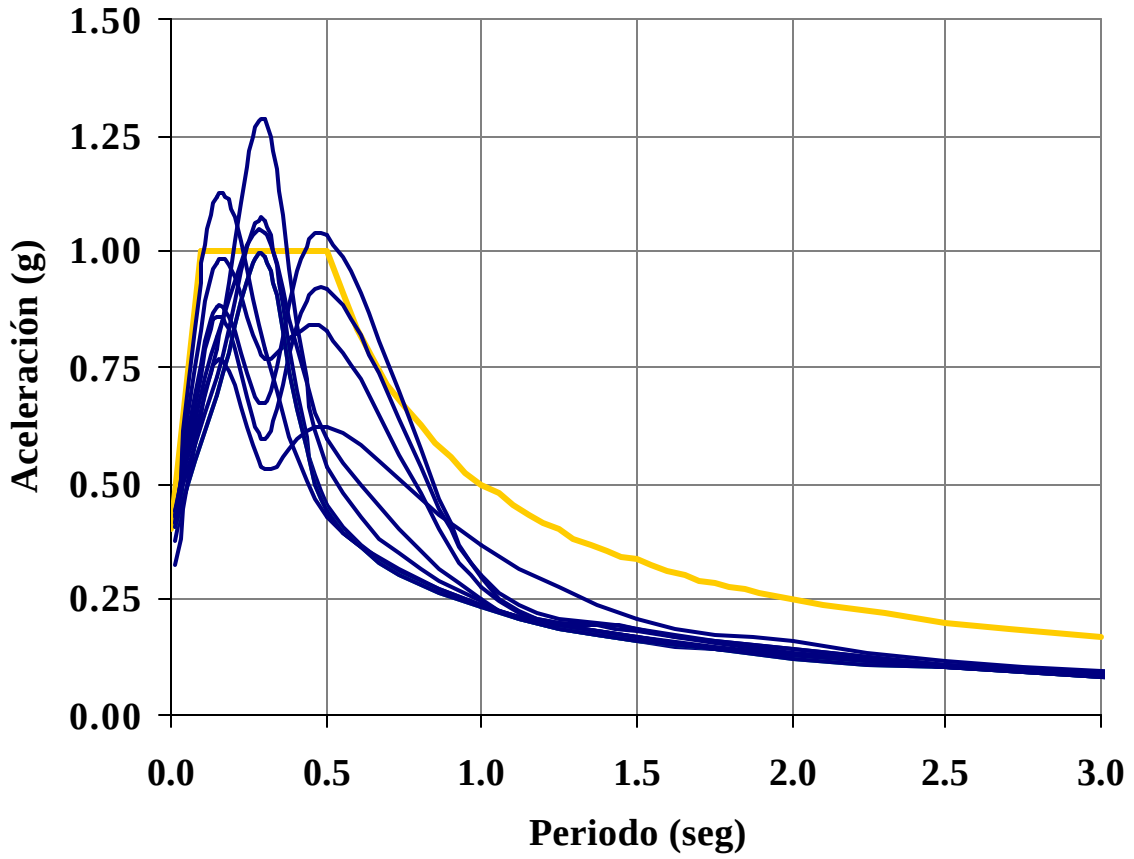
MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Espectros de Peligro Uniforme
ZONA A

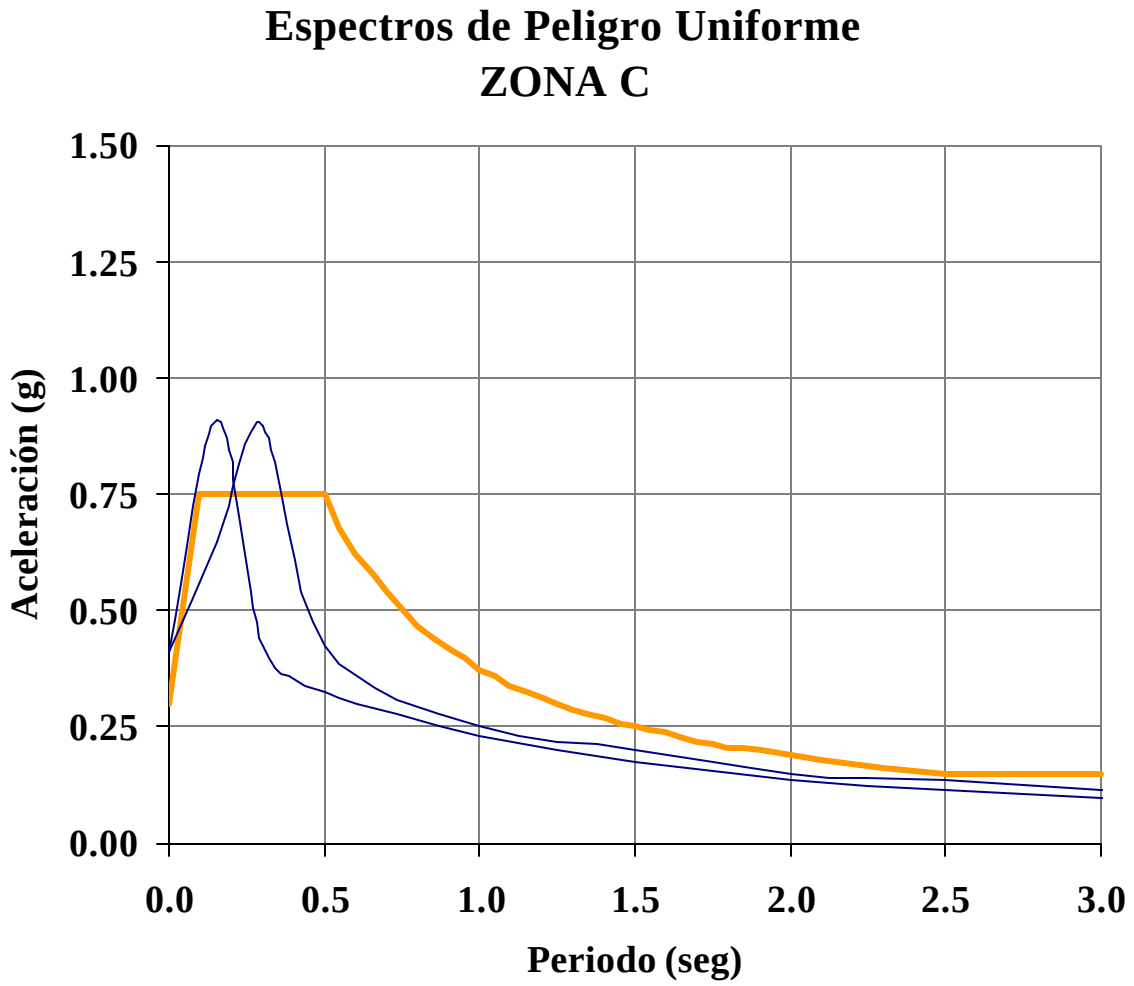


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de Diseño Sísmico para la Zona A	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 8.2	**Fecha:** Agosto de 2002

Espectros de Peligro Uniforme
ZONA B

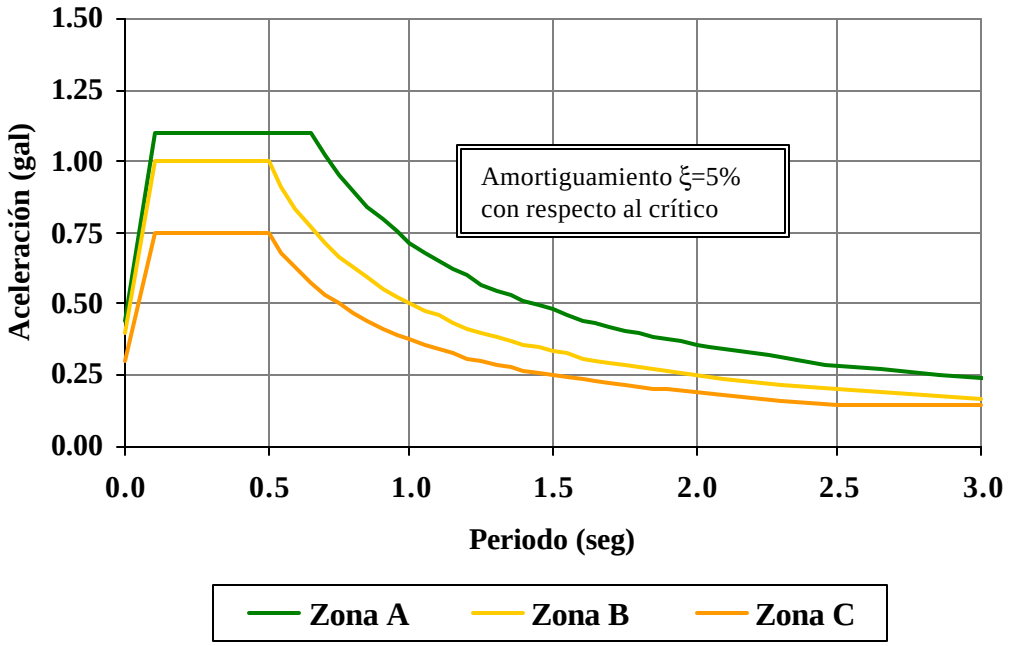


CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de Diseño Sísmico para la Zona B	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 8.3	**Fecha:** Agosto de 2002



CIMOC	**MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES**	Espectros de Diseño Sísmico para la Zona C	Manizales Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres
		Figura: 8.4	**Fecha:** Agosto de 2002

ESPECTROS DE DISEÑO MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE MANIZALES



MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE MANIZALES			
	Zona A	Zona B	Zona C
To	0.10	0.10	0.10
Tc	0.65	0.50	0.50
TL	3.25	2.50	2.50
Am	0.44	0.40	0.30
An	0.44	0.40	0.30
Fa	1.00	1.00	1.00
Fv	1.63	1.25	1.25

CIMOC

MICROZONIFICACION SISMICA DE MANIZALES

Espectros de Diseño Sísmico para la Zona C

Figura: 8.5

Fecha: Agosto de 2002

Manizales
Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres