



**Sismo del 19 de marzo de 2021
San Marcos, Guerrero, México (M5.7)
21:06:31 hrs.**

**REPORTE PRELIMINAR
Parámetros del Movimiento del Suelo**

**Elaboró:
Unidad de Instrumentación Sísmica
Coordinación de Ingeniería Sismológica**

Ciudad de México
Marzo, 2021

www.iingen.unam.mx
www.uis.unam.mx

Versión Es1.0 19-03-2021

**El sismo está reportado en fecha y hora del Centro de México*

Información Básica

El 19 de marzo de 2021 se registró un sismo de magnitud M5.7 ubicado a 59 km al Sureste de San Marcos Guerrero (Servicio Sismológico Nacional, 2021). El tiempo de origen del sismo fue a las 21:06:31 hora del centro de México (20 de marzo de 2021, 03:06:31 UTC). Su hipocentro se localizó a 19 km de profundidad, en la latitud 16.45°N y longitud 98.97°W (ver Figura 1).

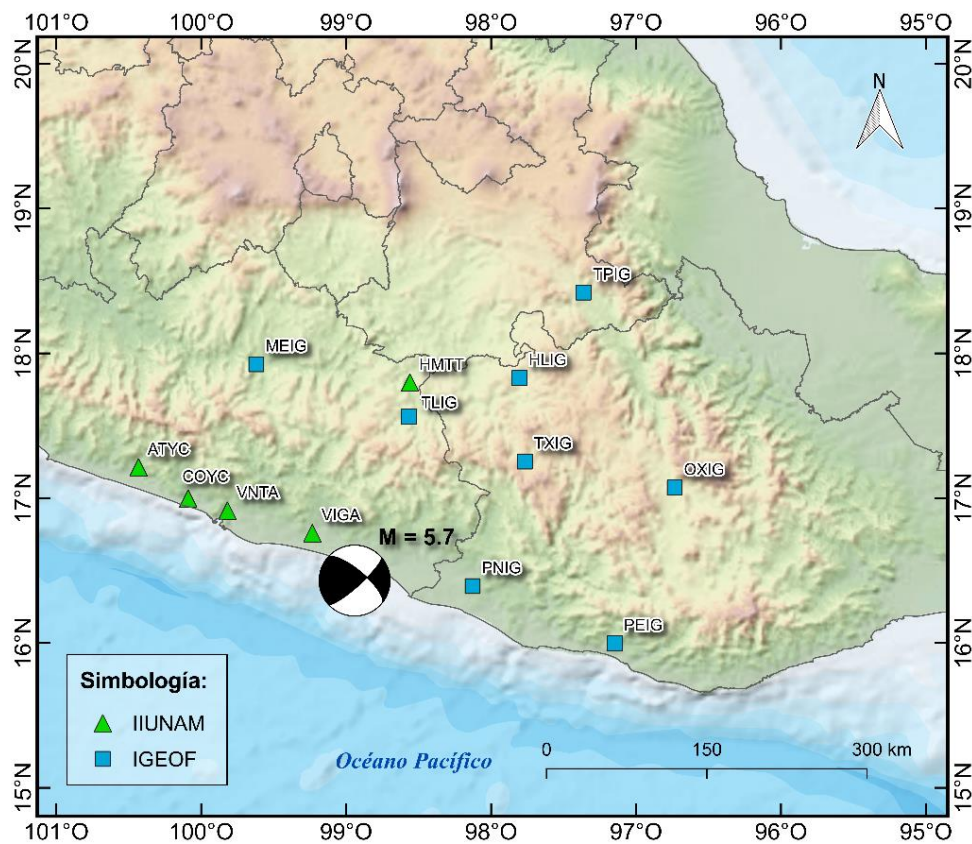


Figura 1. Epicentro del sismo del 19 de marzo de 2021 (M5.7) y estaciones sísmicas que registraron el evento. Las estaciones pertenecientes a la Red Acelerográfica del Instituto de Ingeniería de la UNAM (IIUNAM) son operadas por la Unidad de Instrumentación Sísmica. Las estaciones IGEOF mostradas son operadas por el Servicio Sismológico Nacional.

Parámetros de Intensidad del Movimiento del Suelo

La tabla 1 presenta la localización geográfica de las estaciones de la Red Acelerográfica del Instituto de Ingeniería de la UNAM (RAII-UNAM) y la aceleración máxima del suelo (PGA) que se registró. Las señales, recibidas en tiempo real, provienen de estaciones ubicadas a una distancia epicentral que oscilan entre 45 Y 634 km. La PGA máxima registrada en la Red Permanente de monitoreo del IINGEN, fue 224.97 cm/s² en la estación Las Vigas (VIGA), ubicada a una distancia epicentral de 45 km. Los registros fueron corregidos por línea base y filtrados (con un pasabandas con frecuencias de esquina 0.1 y 20 Hz).

Tabla 1. Localización de las estaciones del IINGEN y valores máximos registrados

Clave	Estado	Localización		Distancia Epicentral (km)	PGA (cm/s ²)
		Latitud N (°)	Longitud W (°)		
VIGA	GRO	16.758730	99.233268	45	224.97
VNTA	GRO	16.914260	99.818850	104	6.49
HMTT	GRO	17.798341	98.559717	158	3.51
ATYC	GRO	17.213361	100.432269	177	2.21
OXBJ	OAX	17.067337	96.723804	251	1.47
TAMA	OAX	16.261160	96.575290	258	0.98
PHPU	PUE	19.044223	98.168466	302	2.94
CM5G	CMX	19.255260	99.048210	313	1.36
CMP5	CMX	19.307133	99.134384	319	2.08
CMJR	CMX	19.319067	99.062632	320	0.76
CMMG	CMX	19.332018	99.115699	322	2.76
CUP5	CMX	19.330240	99.181076	322	1.12
CMRM	CMX	19.347694	99.051460	323	1.85
CMRC	CMX	19.355282	99.121243	324	2.35
CMEA	CMX	19.359965	99.095990	325	1.63
SCT2	CMX	19.394694	99.148678	329	2.50
CMP7	CMX	19.419333	99.125786	331	1.50
CMJC	CMX	19.452758	99.101430	335	1.38
UNIO	GRO	17.987620	101.810623	347	0.28
URUA	MIC	19.421758	102.074059	466	0.38
MANZ	COL	19.054336	104.297848	634	0.91

El mapa preliminar de PGA a nivel nacional se obtuvo empleando el programa GenMaps y los datos registrados por la RAII-UNAM en tiempo real. La estimación de los parámetros del movimiento del suelo en sitios donde no se cuenta con una estación de registro sísmico se hizo a través del modelo de atenuación de Arroyo et al. (2010). El método de interpolación utilizado para generar el mapa fue el propuesto por Kitanidis (1986). La figura 2 muestra el mapa preliminar de la media cuadrática de las componentes horizontales de aceleración máxima del suelo (PGA_{rmsh}).

En la Ciudad de México, la aceleración máxima registrada en la estación de Ciudad Universitaria fue de 1.12 cm/s^2 , cuyo registro fue utilizado para el cálculo de los valores de aceleración y respuesta espectral en la capital del país empleando el programa MapasTRNet. La figura 3 ilustra la distribución de la aceleración pico.

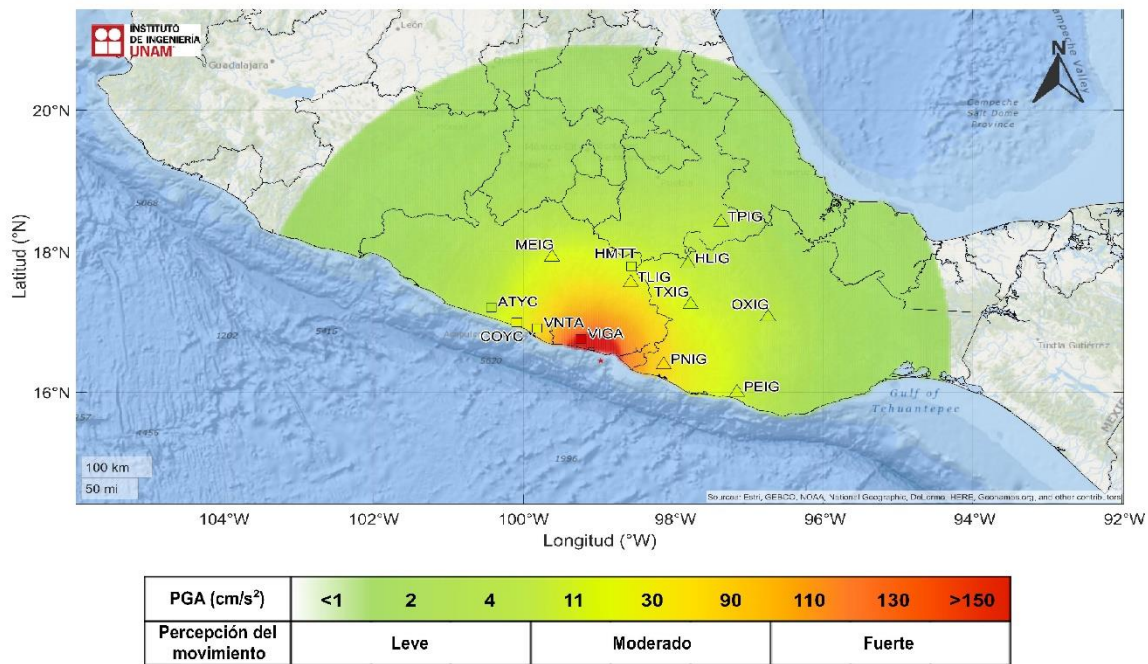


Figura 2. Mapa de intensidad de la Aceleración Máxima del Suelo (PGA_{rmsh})

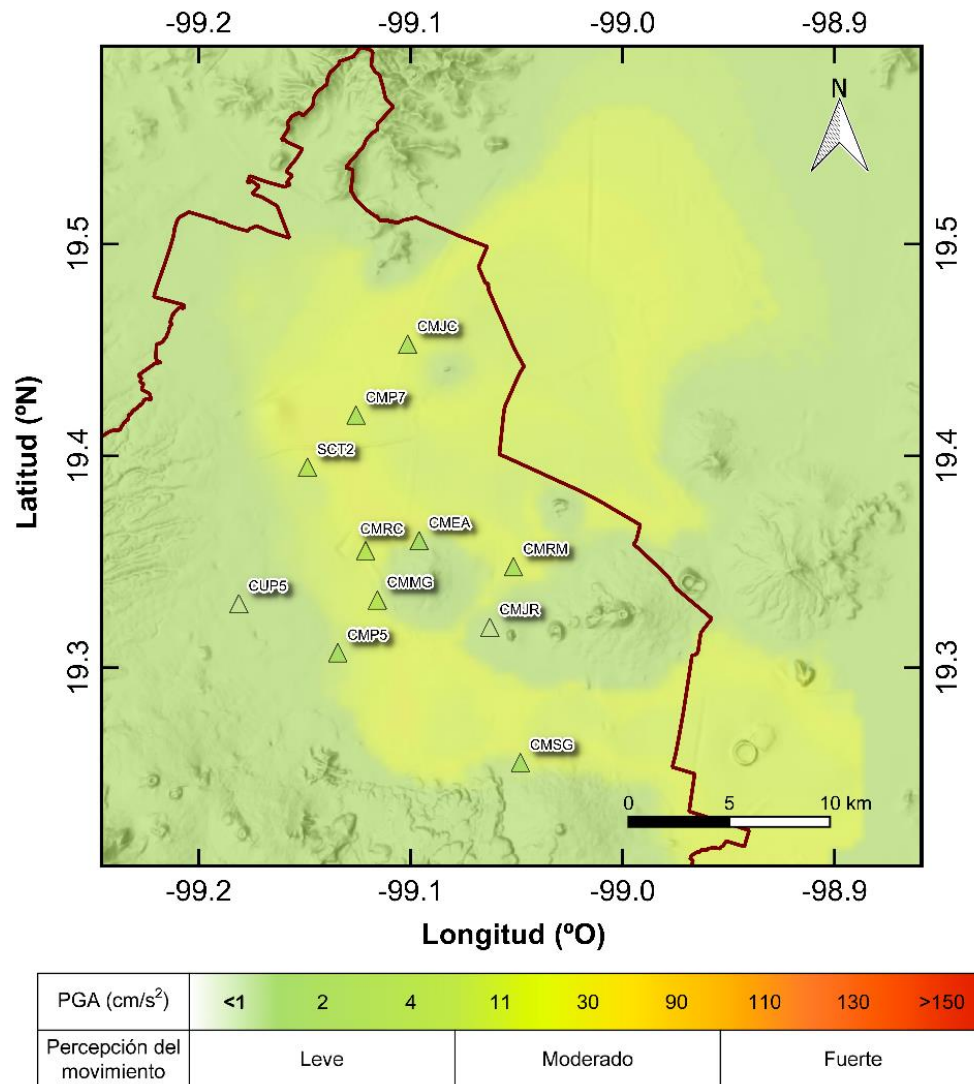


Figura 3. Mapa preliminar de Aceleración Máxima del Suelo (PGA_{rms}) en la Ciudad de México.

Acelerogramas y Espectros de Respuesta

Las figuras 4a a 4d muestran los acelerogramas registrados en las estaciones operadas por el IINGEN y sus espectros de respuesta de aceleración (SA) con amortiguamiento del 5% del crítico, obtenidos para las tres componentes ortogonales del movimiento del suelo. La tabla 2 muestra los valores máximos de aceleración para cada estación y canal. Se incluyen los valores de aceleración espectral para los periodos $T = 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ y 3.0 s, indicando el máximo valor de SA y el periodo al cual está asociado. Los acelerogramas fueron corregidos por línea base y filtrados entre 0.1 y 20 Hz.

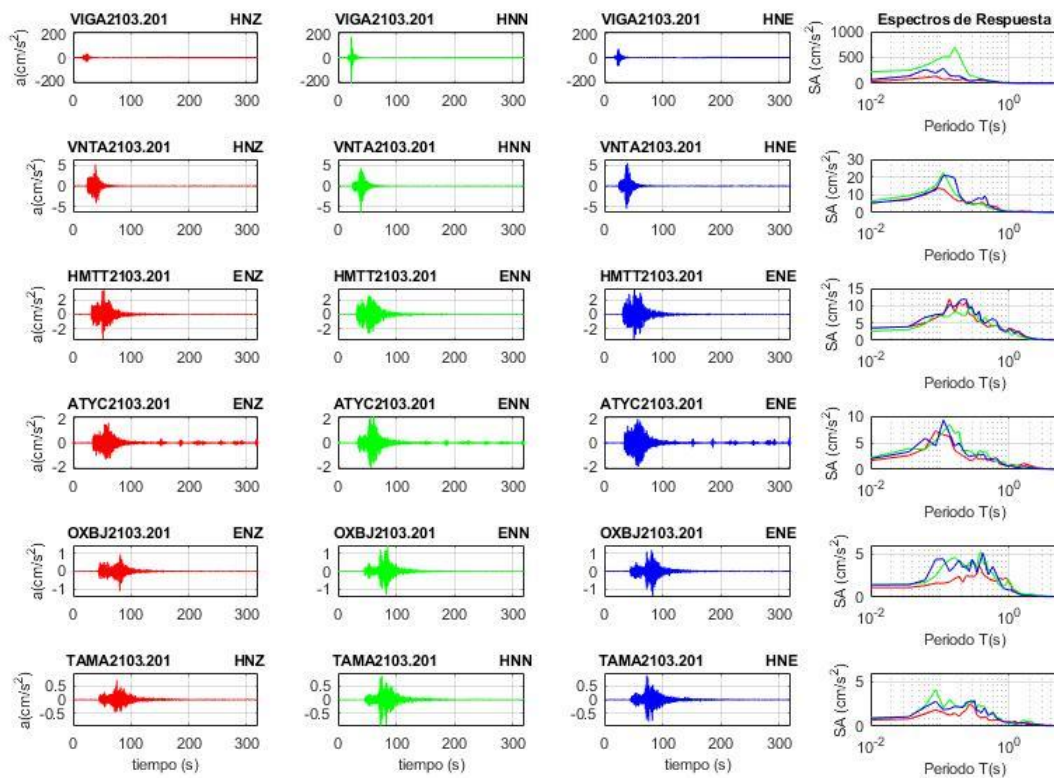


Figura 4a. Acelerogramas registrados y espectros de respuesta estimados para los registros obtenidos durante el sismo del 19 de marzo de 2021 (M5.7)

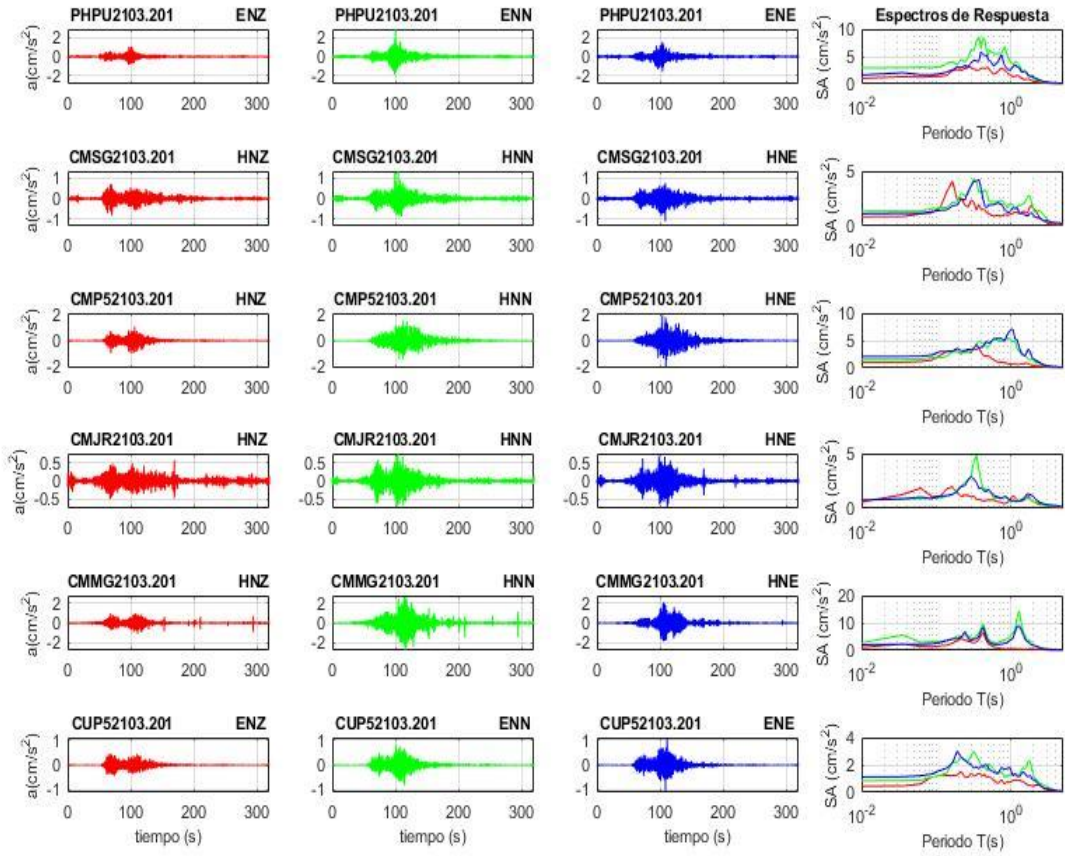


Figura 4b. Acelerogramas registrados y espectros de respuesta estimados para los registros obtenidos durante el sismo del 19 de marzo de 2021 (M5.7)

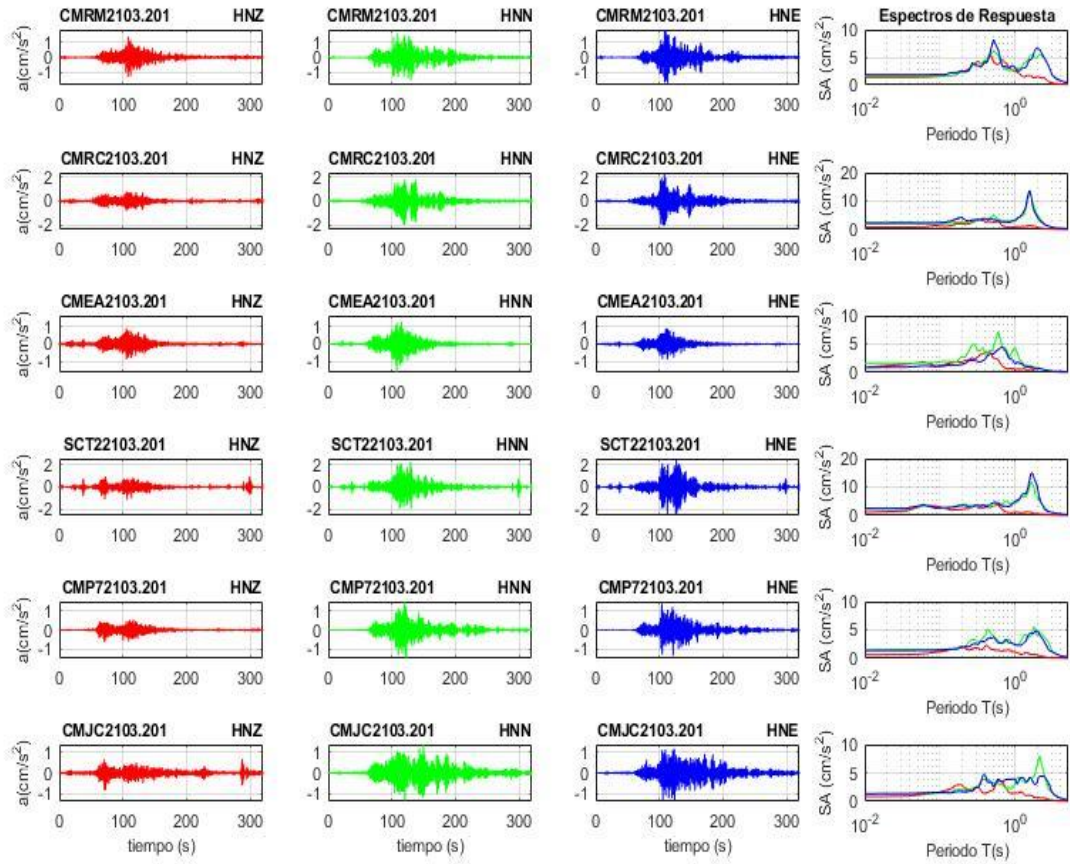


Figura 4c. Acelerogramas registrados y espectros de respuesta estimados para los registros obtenidos durante el sismo del 19 de marzo de 2021 (M5.7)

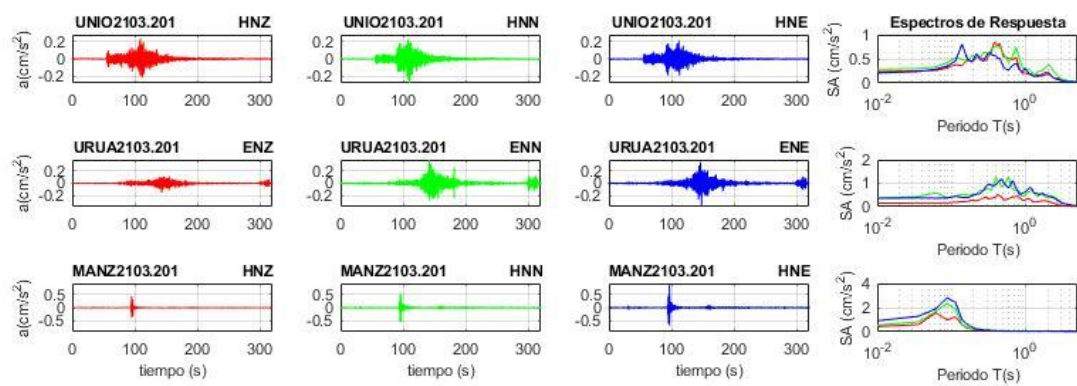


Figura 4d. Acelerogramas registrados y espectros de respuesta estimados para los registros obtenidos durante el sismo del 19 de marzo de 2021 (M5.7)

Tabla 2. Valores máximos de aceleración obtenidos para cada estación. Se incluyen los valores de aceleración espectral (SA) para los periodos T= 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0 s. Se indica el máximo valor de SA y el periodo asociado

Estación	Canal	PGA (cm/s*s)	Aceleración Espectral (SA)							SAmax (cm/s*s)	SAmax (cm/s*s)
			T=0.1s	T=0.3s	T=0.5s	T=1s	T=1.5s	T=2s	T=3s		
VIGA	HNZ	36.91	99.29	60.36	42.58	7.12	2.71	2.25	2.24	0.09	139.79
VIGA	HNN	224.97	470.9	138.0	45.21	9.00	6.27	4.59	2.06	0.16	696.47
VIGA	HNE	73.77	303.5	51.12	57.92	12.70	4.23	5.02	3.36	0.11	287.90
VNTA	HNZ	5.22	11.99	4.86	4.04	0.65	0.89	0.60	0.20	0.09	13.78
VNTA	HNN	6.49	21.10	4.46	2.63	0.73	0.40	0.35	0.26	0.11	22.48
VNTA	HNE	5.53	14.55	6.41	4.87	0.62	0.44	0.43	0.20	0.11	20.85
HMTT	ENZ	3.51	6.79	7.09	3.72	2.87	1.59	0.77	0.18	0.14	11.89
HMTT	ENN	2.62	6.14	8.90	5.10	2.44	1.02	0.36	0.16	0.27	10.23
HMTT	ENE	3.60	7.10	9.26	5.62	3.51	2.12	0.69	0.28	0.22	11.93
ATYC	ENZ	1.66	5.92	1.68	2.02	0.70	0.90	0.77	0.19	0.09	7.24
ATYC	ENN	2.21	6.11	3.23	2.56	0.65	0.48	0.44	0.11	0.14	8.47
ATYC	ENE	1.99	6.47	2.44	1.76	0.66	0.48	0.39	0.10	0.11	9.28
OXBJ	ENZ	1.12	1.47	2.41	2.21	1.79	0.33	0.15	0.07	0.37	3.56
OXBJ	ENN	1.47	2.75	3.90	3.09	2.01	0.44	0.35	0.15	0.40	5.23
OXBJ	ENE	1.42	6.59	4.51	2.68	0.86	0.30	0.21	0.12	0.42	5.09
TAMA	HNZ	0.71	1.78	2.25	0.78	0.55	0.40	0.32	0.18	0.27	2.45
TAMA	HNN	0.98	2.87	2.96	1.17	0.44	0.55	0.55	0.12	0.09	4.10
TAMA	HNE	0.89	2.10	2.70	1.20	0.41	0.34	0.16	0.13	0.32	2.90
PHPU	ENZ	1.05	1.43	2.80	2.85	1.57	0.83	0.49	0.14	0.27	3.07
PHPU	ENN	2.94	2.98	6.19	5.31	3.90	2.20	1.04	0.28	0.37	8.58
PHPU	ENE	1.64	1.88	4.20	4.25	2.60	2.32	1.31	0.36	0.40	5.84
CMSG	HNZ	0.85	1.27	2.34	1.14	1.14	1.35	1.55	0.29	0.16	4.09
CMSG	HNN	1.35	1.49	3.99	2.36	2.20	2.05	1.54	0.67	0.32	4.31
CMSG	HNE	1.13	1.48	3.65	1.90	1.42	1.12	0.91	0.50	0.37	4.26
CMP5	HNZ	1.07	1.61	2.99	2.21	0.72	0.80	0.51	0.15	0.37	3.70
CMP5	HNN	1.53	1.99	2.81	3.86	4.77	2.35	1.36	0.36	0.59	5.50
CMP5	HNE	2.08	2.59	3.26	4.57	7.19	2.21	1.67	0.40	1.06	7.10
CMJR	HNZ	0.58	0.96	1.07	0.78	0.95	0.72	0.61	0.27	0.16	1.96
CMJR	HNN	0.76	0.98	3.25	1.73	0.60	0.90	0.58	0.25	0.35	4.82
CMJR	HNE	0.75	0.95	2.95	1.68	0.76	0.89	1.06	0.35	0.29	2.89
CMMG	HNZ	1.08	1.59	3.17	2.40	0.52	0.39	0.47	0.17	0.42	6.67
CMMG	HNN	2.76	2.89	4.37	4.19	5.37	5.96	2.20	0.57	1.29	14.39
CMMG	HNE	2.06	2.60	3.68	3.29	3.73	4.97	1.80	0.44	1.29	8.89
CUP5	ENZ	0.46	1.65	1.30	1.17	0.71	0.73	0.46	0.18	0.22	1.52
CUP5	ENN	0.84	1.44	2.91	2.00	1.35	1.79	1.19	0.43	0.32	2.98
CUP5	ENE	1.12	1.53	2.08	1.76	1.66	1.48	0.93	0.27	0.19	3.00
CMRM	HNZ	1.39	1.62	4.14	4.53	2.46	1.67	1.51	0.38	0.45	5.55
CMRM	HNN	1.61	1.66	3.77	5.94	2.75	4.77	5.30	2.02	0.51	6.18
CMRM	HNE	1.84	1.86	3.51	7.75	2.99	4.29	6.56	2.04	0.51	8.21

CMRC	HNZ	0.82	1.41	3.15	2.61	0.89	1.34	0.73	0.19	0.32	3.72
CMRC	HNN	1.98	2.19	2.91	4.69	3.52	12.56	4.79	0.80	1.53	12.87
CMRC	HNE	2.35	2.67	3.22	3.51	3.35	13.47	3.92	0.89	1.53	13.79
CMEA	HNZ	0.91	1.36	2.41	2.64	0.59	0.49	0.74	0.17	0.42	3.66
CMEA	HNN	1.63	1.89	4.52	3.96	4.51	1.20	0.88	0.24	0.59	7.19
CMEA	HNE	0.90	1.06	2.09	3.12	1.45	1.03	0.69	0.24	0.67	4.57
SCT2	HNZ	1.13	2.47	3.55	3.30	1.14	1.27	0.63	0.23	0.29	3.73
SCT2	HNN	2.24	2.33	3.50	3.52	4.56	8.55	5.84	1.05	1.61	11.95
SCT2	HNE	2.50	2.56	3.60	4.30	5.09	10.69	8.33	1.12	1.69	14.86
CMP7	HNZ	0.65	1.09	1.95	1.58	1.09	0.88	0.55	0.12	0.42	2.32
CMP7	HNN	1.50	1.56	3.24	4.01	2.48	3.69	4.06	1.44	1.76	5.58
CMP7	HNE	1.39	1.46	2.49	3.62	2.40	4.21	4.74	1.21	1.84	4.89
CMJC	HNZ	0.84	1.61	2.42	1.96	1.40	1.07	0.71	0.22	0.59	3.69
CMJC	HNN	1.38	1.53	2.63	3.35	3.47	3.74	7.00	1.63	2.10	7.94
CMJC	HNE	1.33	1.55	2.42	2.66	3.43	3.90	4.08	1.79	0.37	4.65
UNIO	HNZ	0.24	0.37	0.46	0.55	0.21	0.15	0.23	0.08	0.37	0.83
UNIO	HNN	0.28	0.64	0.60	0.61	0.29	0.24	0.36	0.09	0.40	0.77
UNIO	HNE	0.21	0.43	0.62	0.35	0.29	0.17	0.18	0.05	0.14	0.81
URUA	ENZ	0.15	0.15	0.41	0.30	0.29	0.22	0.22	0.05	0.42	0.52
URUA	ENN	0.38	0.45	0.73	0.88	0.48	0.46	0.39	0.20	0.59	1.27
URUA	ENE	0.36	0.40	0.95	1.05	0.65	0.51	0.47	0.17	0.47	1.18
MANZ	HNZ	0.43	1.17	0.10	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.06	1.57
MANZ	HNN	0.55	2.94	0.16	0.08	0.06	0.06	0.06	0.04	0.09	2.35
MANZ	HNE	0.90	3.29	0.14	0.06	0.05	0.05	0.06	0.03	0.09	2.81

Las figuras 5 y 6 muestran los espectros de respuesta de la estación CUP5 y SCT2, respectivamente, con los espectros de diseño y de peligro uniforme de acuerdo con la norma vigente (NTC-2017) y las de NTC-2004.

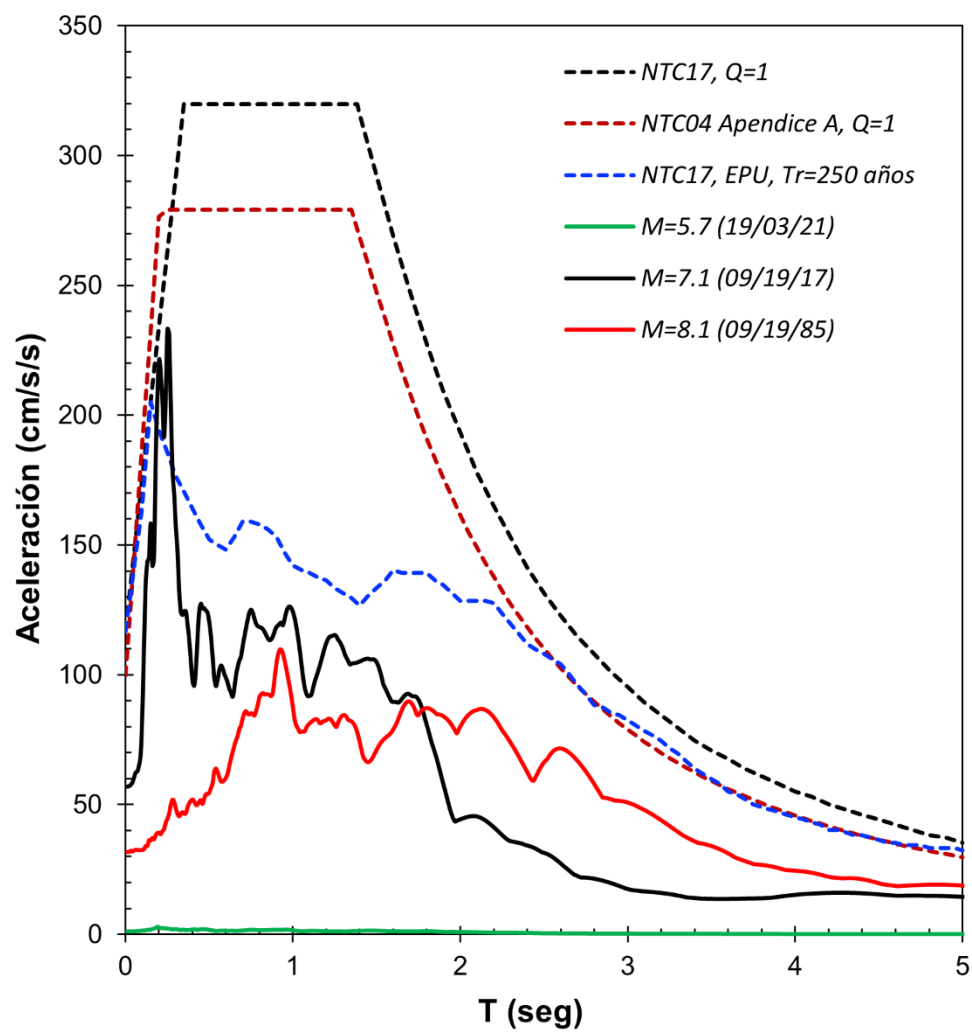


Figura 5. Comparación de espectros de diseño, peligro uniforme y espectros de respuesta del sismo registrado en la estación CUP5.

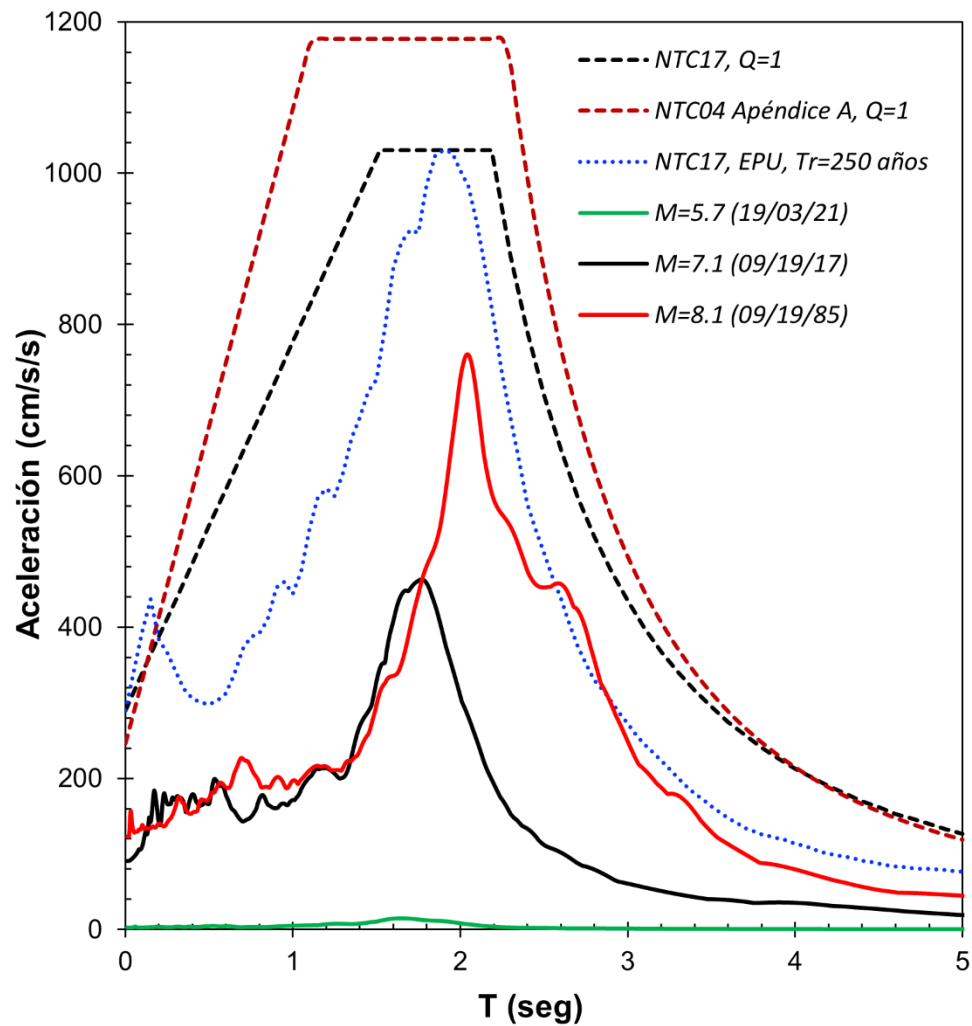


Figura 6. Comparación de espectros de diseño, peligro uniforme y espectros de respuesta del sismo registrado en la estación SCT2.

Bibliografía

- Arroyo, D., García, D., Ordaz, M. et al. (2010). Strong ground-motion relations for Mexican interplate earthquakes. *J. Seismol.* (2010) 14: 769. <https://doi.org/10.1007/s10950-010-9200-0>
- Kitanidis, P., (1986). Parameter uncertainty in estimation of spatial functions: Bayesian analysis. *Water Resources Research*, 22(4), 499-507.
- Ordaz, Mario et al. (2017) High-Resolution Early Earthquake Damage Assessment System for Mexico City Based on a Single-Station. *Geofís. Intl* [online]. 2017, vol.56, n.1, pp.117-135. ISSN 0016-7169. DOI: 10.19155/geofint.2017.056.1.9
- SSN (2021): Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, México. URL: <http://www.ssn.unam.mx>