

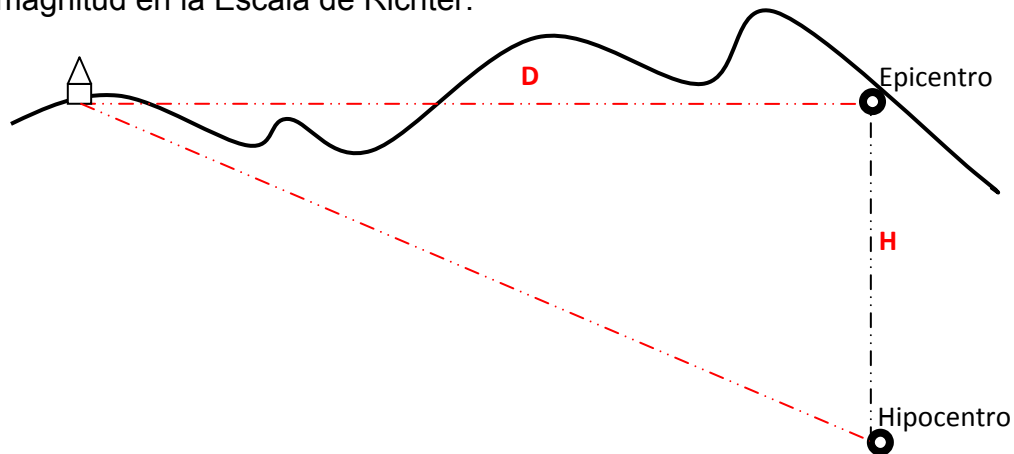
**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

**CAPITULO SEGUNDO
ANÁLISIS SÍSMICO DEL ÁREA:**

I. SISMICIDAD LOCAL:

Consideramos como sismicidad local todos aquellos eventos con distancia epicentral menor o igual a 120 Km, respecto a la comunidad de Agel, y magnitud Richter (Mw) mayor o igual a 4.0. Los eventos fueron seleccionados de las bases de datos sismológicas de la Red Sísmica Nacional, INSIVUMEH, y de los centros sismológicos internacionales National Earthquake Information Center (NEIC-USGS) y el International Seismological Center (ISC en Inglaterra).

El catálogo de sismicidad local consta de 110 eventos ocurridos entre los años 2000 y 2009. La información de cada evento en el catálogo incluye el tiempo origen del temblor (año, mes, día, hora, minuto y segundos), las coordenadas del epicentro (latitud y longitud), la profundidad del hipocentro en kilómetros y magnitud en la Escala de Richter.



Con la información básica de cada evento se analizó la distribución en tiempo, espacio y magnitud de los mismos. Estas distribuciones nos dan información sobre el número de eventos en función del tiempo (por año), su localización en distancia y profundidad respecto a la comunidad de Agel y el número de eventos en función de la magnitud. A partir de estas distribuciones se determinaron los valores críticos de distancia, profundidad y magnitud que posteriormente fueron utilizados para estimar la intensidad del movimiento del suelo con las relaciones de atenuación.

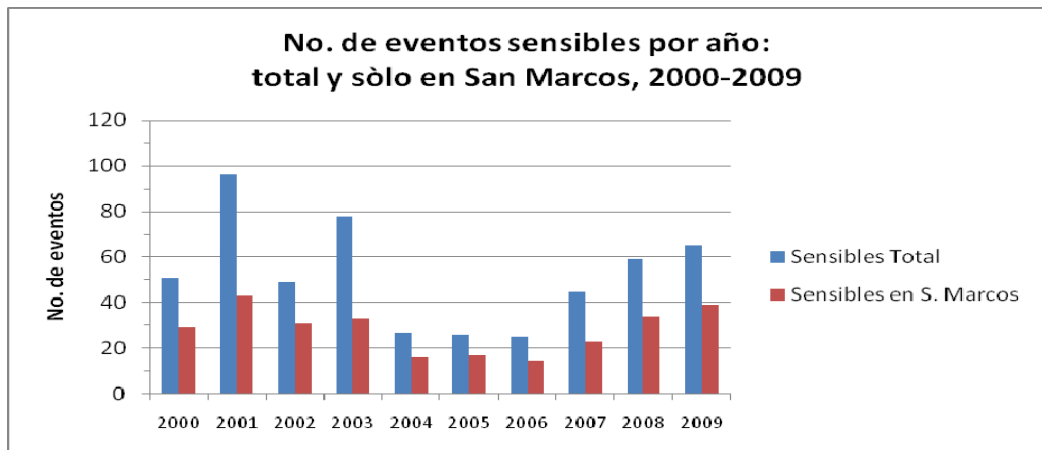
**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

La intensidad del movimiento del suelo fue calculada en función de la aceleración máxima horizontal (PGA, en cm/s^2) y su equivalente en la escala de intensidad Mercalli Modificada (IMM), para condiciones locales de roca. Las aceleraciones máximas fueron calculadas con las relaciones de atenuación que fueron usadas en el último estudio de amenaza sísmica para Guatemala, del año 2008, las cuales fueron definidas para tres rangos de profundidad:

- Cortical o superficial (H = 0-30km)
- Intermedia (H = 31-70 Km)
- Profundos (H = 71-225 Km).

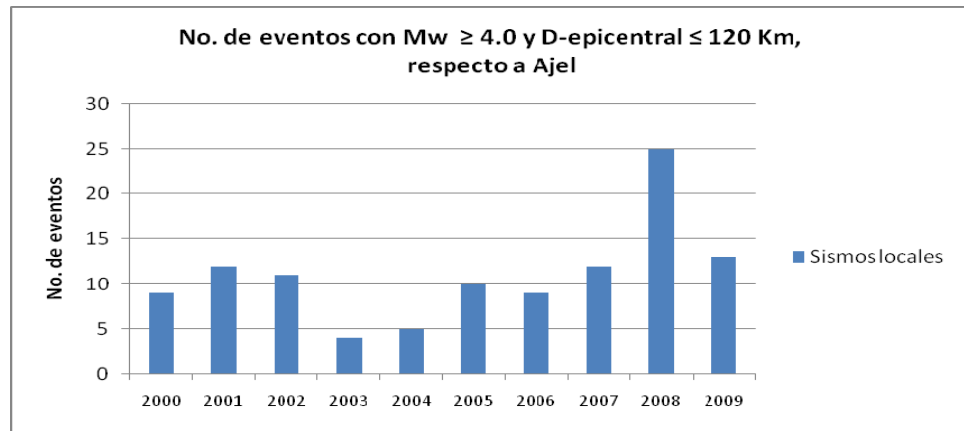
II. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA SISMICIDAD

En la siguiente gráfica se muestran en color azul el número total sismos reportados sensibles, por año, en distintas partes del país, y en color rojo el número de eventos que fueron sensibles en el Departamento de San Marcos (Occidente y Suroccidente del país). En promedio, de todos los sismos reportados sensibles durante el período 2000-2009 el 53% (aproximadamente, 30 eventos/año) fueron sentidos en el Departamento de San Marcos.



En la siguiente gráfica se presenta el número de eventos por año de la sismicidad local respecto a la comunidad de Agel (con distancia epicentral menor o igual a 120Km y magnitud mayor o igual a 4.0 IMM). En total son 110 eventos. En promedio son 10 eventos/año; llama la atención que durante el año 2008 hubo más del doble del valor promedio.

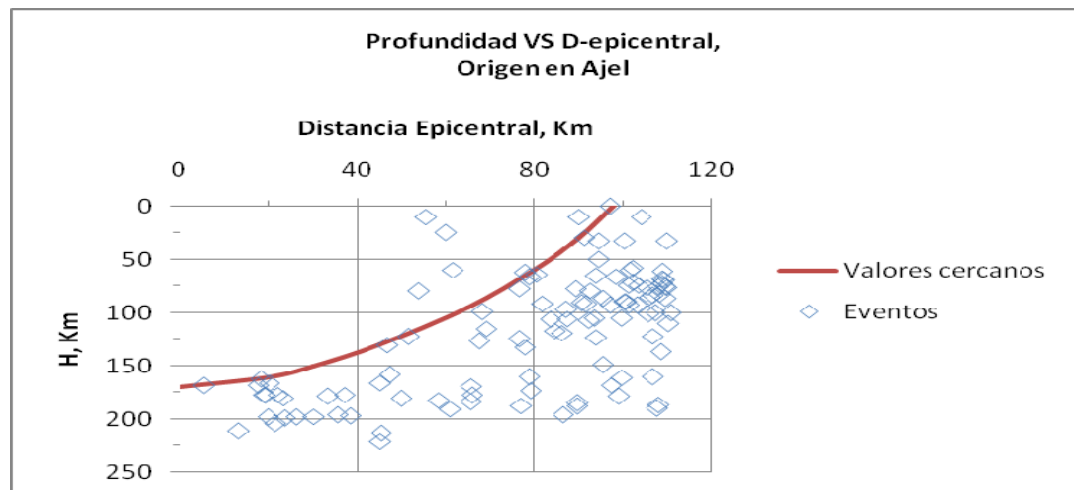
**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**



III. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SISMICIDAD:

La siguiente gráfica muestra la distribución de la profundidad (H) versus la distancia epicentral (D-epicentral), respecto a la comunidad de Ajel (origen del sistema de coordenadas), de los eventos locales. Los diamantes celestes indican la localización de los eventos sísmicos y la línea continua de color rojo el límite de los valores críticos para la profundidad (H) y distancia epicentral (D-epicentral). La mayoría de eventos tienen profundidades y D-epicentral mayor o igual a las indicadas por la línea roja (e.d. están por debajo a la derecha de la misma). En general, los eventos:

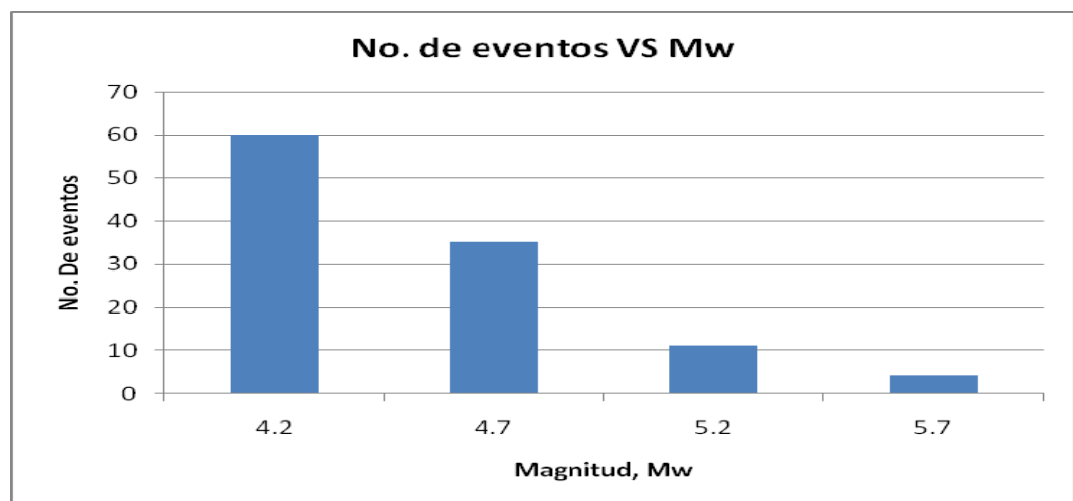
- De profundidad superficiales, $H = 0-30$ Km, tienen D-epicentral ≥ 100 Km
- De profundidad intermedia, $H = 31-70$ Km, tienen D-epicentral entre 40-80 Km
- De gran profundidad, $H > 71$ Km, tienen D-epicentral entre 0-40 Km.



**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

IV. DISTRIBUCIÓN EN MAGNITUD:

En la siguiente gráfica se muestra el número de eventos en función de la magnitud, Mw. Todos los eventos están en el rango de Mw = 4.0 a 6.0, dividido en intervalos de 0.5. Cada intervalo de magnitud está indicado con el valor central del mismo, e.d. 4.2 incluye los eventos con $4.0 \leq Mw < 4.5$; 4.7 incluye los eventos con $4.5 \leq Mw < 5.0$, etc. La magnitud mayor en la serie de eventos locales es de, Mw 5.3 para eventos superficiales y de Mw 5.9 para eventos de profundidad intermedia y profundos. Como se puede observar la mayoría de eventos (85%) tienen magnitudes entre 4.0-5.0 (Mw).



V. RANGO DE LOS VALORES CRÍTICOS DE PROFUNDIDAD (H), DISTANCIA HIPOCENTRAL (D-HIPOCENTRAL) Y MAGNITUD (MW).

Con los resultados de las distribuciones espacial y de magnitudes de los eventos sísmicos se determinaron los rangos críticos para los valores de magnitud (Mw), distancia hipocentral (D-hipocentral) y profundidad (H). Estos valores se presentan en el siguiente cuadro.

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

Cuadro con los valores críticos de H, D-hipocentral y Mw.

Rel. Atenuación para profundidad, H.	Profundidad promedio, H, Km	D-hipocentral, Km	Mw
Superficial, 0-30.	15	100	4.0, 4.5, 5.0, 5.5 (Mw max. 5.3)
Intermedia, 31-70	40	100	5.0, 5.5, 6.0 (Mw máx. 5.9)
Profundos, 71-225.	95	115	5.0, 5.5, 6.0 (Mw máx. 5.9)
	150	150	
	170	170	

VI. ACELERACIÓN MÁXIMA (PGA, EN ROCA) Y SU EQUIVALENTE EN INTENSIDAD MERCALLI MODIFICADA (IMM), PARA LOS VALORES CRÍTICOS DE MAGNITUD (MW), DISTANCIA HIPOCENTRAL (D-HIPOCENTRAL) Y PROFUNDIDAD (H) RESPECTO A LA COMUNIDAD DE AGEL.

Estos son los valores máximos de la intensidad del suelo esperados de acuerdo a los parámetros indicados en la tabla anterior. Esto quiere decir que los eventos por debajo o a la derecha de la línea roja en la gráfica de la distribución espacial generaron aceleraciones iguales o menores a las indicadas en los siguientes cuadros.

Eventos superficiales o corticales, H = 0.0 a 30.0 Km de profundidad

Mw	PGA, cm / s ²	IMM
4.0	13	III
4.5	19	III-IV
5.0	27	IV
5.5	40	IV

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

Eventos de profundidad intermedia, H= 31-70 Km

Mw	PGA, cm / s²	IMM
5.0	9	III
5.5	16	III-IV
6.0	26	IV

Para eventos profundos, se consideraron tres rangos:

- H = 71-95 Km
- H = 96-150 Km
- H = 151-225 Km

H = 71-95 Km

Mw	PGA, cm / s²	IMM
5.0	7	III
5.5	13	III
6.0	22	IV

H = 96-150 Km

Mw	PGA, cm / s²	IMM
5.0	6	II-III
5.5	10	III
6.0	18	III-IV

H = 151-225 Km

Mw	PGA, cm / s²	IMM
5.0	5	II-III
5.5	9	III
6.0	16	III-IV

VII. COMENTARIO:

Durante el período 2000-2009 hubo aproximadamente 280 sismos sensibles en el Departamento de San Marcos, en promedio 28 por año. El catálogo de sismicidad local respecto a la comunidad de Agel tiene 110 eventos con $4.0 \leq Mw < 6.0$ y D-epicentral < 120 Km, durante el mismo período de tiempo, en promedio 10 eventos/año. Sólo durante el año 2008 el número de eventos fue más del doble que el valor promedio de los 10 años considerados.

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

De los eventos del catálogo de la sismicidad local para la comunidad de Agel, nueve (9) eventos pudieron haber generado intensidades Mercalli Modificada (IMM) entre III-IV (PGA entre 9-60 cm/s^2) y aproximadamente ochenta y uno (81) eventos pudieron haber generado intensidades Mercalli Modificada de III (PGA entre 3-9 cm/s^2) en los últimos 10 años.

Normalmente se considera que los movimientos del suelo, por sismicidad natural, con $\text{IMM} < \text{V}$ no producen daños a construcciones formales, adecuadamente construidas.

Por último, se mencionó en la introducción que la intensidad del movimiento del suelo en un determinado lugar también depende de las condiciones locales (geología y topografía) del lugar. En algunos casos estos dos factores pueden aumentar o amplificar la intensidad del movimiento.