

ESCALAS DE INTENSIDAD

IMM : Intensidad de Mercalli Modificada. Escala cualitativa de intensidad que describe la percepción subjetiva de las personas ante un sismo en un lugar específico. Consta de 12 grados medidos en números romanos desde el I al XII. Esta relacionada con el daño observado en el lugar.

La evolución histórica de las escalas de intensidad se resume en:

- M. de **Rossi** y F. **Forel** (**1883**), reagrupan los efectos del terremoto en 10 grados de intensidad.
- G. **Mercalli** (**1902**), introduce una nueva escala con 10 grados de intensidad, siendo incrementada a 12 por A. Cancani.
- **Sieberg** (**1923**), publica una escala más detallada, pero basada en el trabajo de Mercalli-Cancani.
- O. **Word** y F. **Newmann** (**1931**), proponen una nueva escala, modificando y condensando la escala Mercalli-Cancani-Sieberg, surgiendo así la escala de **Intensidad de Mercalli Modificada (IMM)**.
- **Medvedev**, **Spoonheuer** y **Karnik** (**1964**), tres sismólogos europeos, definen la escala **MSK-1964** que consta de 12 grados denotados de I a XII. Esta escala mantiene las descripciones de la IMM referentes a efectos en las personas, sólo modifica la descripción de efectos en edificios, distinguiendo tres tipos de edificios y cinco grados de daños.

Por ejemplo, la Norma NCh3 Of.61, establece que la intensidad **grado IV** corresponde a que los objetos oscilan libremente y se dejan oír las vibraciones de vajilla, puertas y ventanas. La intensidad **grado VII** corresponde a que los objetos se estremecen y las personas experimentan dificultades para mantenerse en pie, etc.

Una “**ilustración**” de la Escala de Intensidades puede observarse en la siguiente figura.

LA ESCALA DE INTENSIDADES



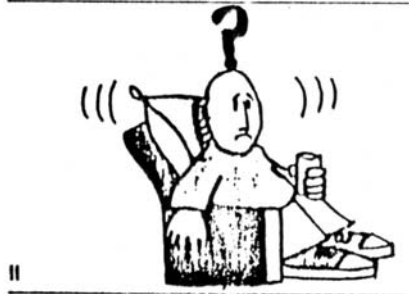
I El temblor se detecta solamente con instrumentos sísmológicos.



II Casi todos lo sienten. La gente despierta y los objetos inestables se caen.



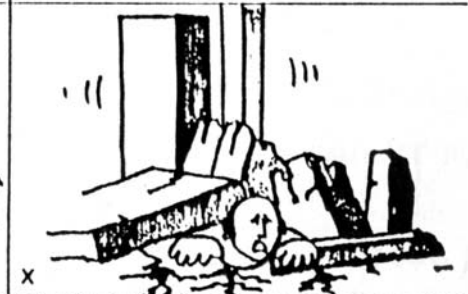
III Pánico general. Graves daños a todo tipo de estructuras.



IV Personas en reposo lo perciben.



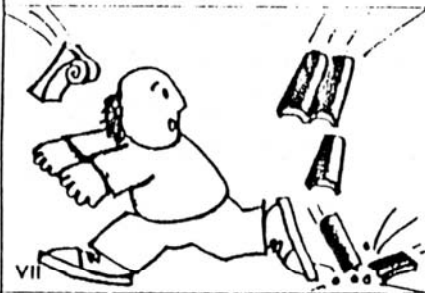
V Se quiebran los vidrios. Se producen giletas en las murallas.



VI Sería destrucción de puentes, casas y edificios bien contruidos.



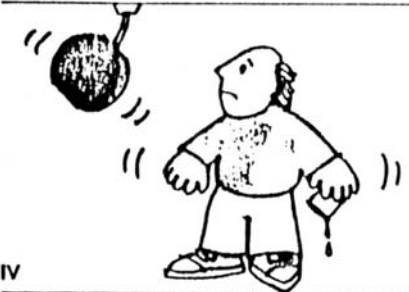
VII Se capta en el interior de edificios y casas.



VIII Daños de consideración en casas de adobe y ladrillo. Tañen las campanas.



IX Casi nada queda en pie. Se destruyen cañerías subterráneas y vías férreas.



X Algunos lo captan en el exterior. Los objetos colgantes oscilan y la madera cruje.



XI Caen monumentos, columnas y torres. Las casas de madera se desplazan. Aparecen giletas en la tierra mojada.



XII Destrucción. Calástrofe.

ESCALAS DE MAGNITUD

M_s : **Magnitud de Ondas Superficiales (Magnitud de Richter).**

Introducida por Gutenberg en 1945 y pensada esencialmente para temblores superficiales.

Para este tipo de temblores, la fase de ondas superficiales con período de entre 17 y 23 seg esta claramente diferenciada, por lo que es relativamente fácil de calcular.

Gutenberg y Richter en 1956 obtuvieron una relación entre la energía sísmica irradiada, E_s (en erg) y M_s :

$$\log E_s = 1.5 M_s + 11.8$$

Cabe notar que para grandes terremotos (con longitudes de ruptura mayores que unos 100 km), la escala M_s comienza a saturarse alrededor de $M_s = 8.3$.

m_b : **Magnitud de Ondas de Cuerpo.** Esta escala es la más ampliamente usada después de la instalación de la red mundial de sismógrafos estándar (**WWSSN** por sus siglas en inglés).

Se calcula a partir de la máxima amplitud de la **onda P** en los primeros ciclos del registro, que se lleva a cabo con un instrumento de período natural de 1 seg en la componente vertical.

Dado que el proceso de ruptura durante grandes terremotos es mucho más largo que los pocos segundos de onda P usados para medir amplitud máxima, esta escala mide el tamaño del temblor en su inicio y no el tamaño total.

Esta escala se ve también afectada porque los primeros ciclos de onda P esta fuertemente afectados por el patrón de radiación produciendo que los temblores originados en fallas de rumbo dan lugar a amplitudes que son un orden de magnitud más pequeñas que para un temblor de buzamiento.

Esta escala sufre saturación cerca de $m_b = 7.0$.

M_L : **Magnitud Local.** Esta escala fue introducida por Richter en el año 1935 con el objetivo de clasificar los temblores del sur de California.

Esta escala de magnitud local se definió históricamente como el **logaritmo en base 10 de la amplitud máxima en Ångstrom de un sismógrafo torsional estándar del tipo Wood-Anderson de período natural 0.8 segundos, factor de amortiguamiento 80% del crítico, amplificación de 2800, medido en suelo duro, a 100 km de distancia.**

Esta escala se satura para magnitudes del orden de $M_L = 7.0$.

M_w : **Magnitud Momento o de Kanamori.** Mide la energía total liberada por el sismo, independiente de las características del instrumento y del tipo de ondas utilizadas para calcularla.

Esta escala esta basada en el momento sísmico M_0 :

$$M_0 = \mu \cdot S \cdot \Delta u$$

donde μ es el módulo de rigidez al corte del material involucrado en la ruptura, S es el área de ruptura y Δu es el deslizamiento promedio en la superficie de falla.

La relación entre el momento sísmico M_0 y la magnitud momento M_w esta dada por la siguiente relación:

$$M_w = \frac{2}{3} \cdot (\log M_0 - 16.1)$$

Esta escala considera el comportamiento del temblor a período largo (teóricamente a período infinito), por tanto, no es sensible a los detalles del proceso de ruptura.

Posee la característica de no saturarse, incluso para sismos de magnitudes mayores a 8.0-8.5.

TIPOS DE ONDAS

Onda P (Compresional o Primaria): Onda de cuerpo que se propaga produciendo dilataciones y compresiones en la dirección de propagación de la onda.

Esta onda P se dice primaria dado que su velocidad de propagación es mayor que la onda S (o secundaria), arribando primero al lugar de interés.

$$V_P = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$$

Onda S (de Corte o Secundaria): Onda de cuerpo que se propagan produciendo deformaciones de corte transversales a la dirección de propagación de la onda.

Esta onda S se puede descomponer en dos ondas de direcciones perpendiculares: una componente en un plano horizontal **SH** y otra componente en un plano vertical **SV**.

$$V_S = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Ondas Rayleigh: Ondas de superficie generadas a partir de ondas de cuerpo con condiciones de borde (ondas P y S al llegar a la superficie terrestre).

Son ondas contenidas en un plano vertical que contiene la dirección de propagación de la onda. El suelo se mueve hacia adelante, arriba, atrás y hacia abajo, desarrollando un movimiento de partícula de **trayectoria elíptica retrograda** con velocidades del 98% de la velocidad de onda de corte del medio.

Ondas Love: Ondas de superficie generadas a partir de ondas de cuerpo con condiciones de borde (ondas P y S al llegar a la superficie terrestre).

Son ondas **SH** (ondas S Horizontales) sin desplazamiento vertical. El suelo se mueve de un lado a otro en un plano horizontal en ángulo recto a la dirección de propagación de la onda. Aunque estas ondas no poseen movimiento vertical pueden ser las más destructivas en caso de terremotos debido a que frecuentemente poseen grandes amplitudes que producen esfuerzos de corte a nivel de las fundaciones de las estructuras.