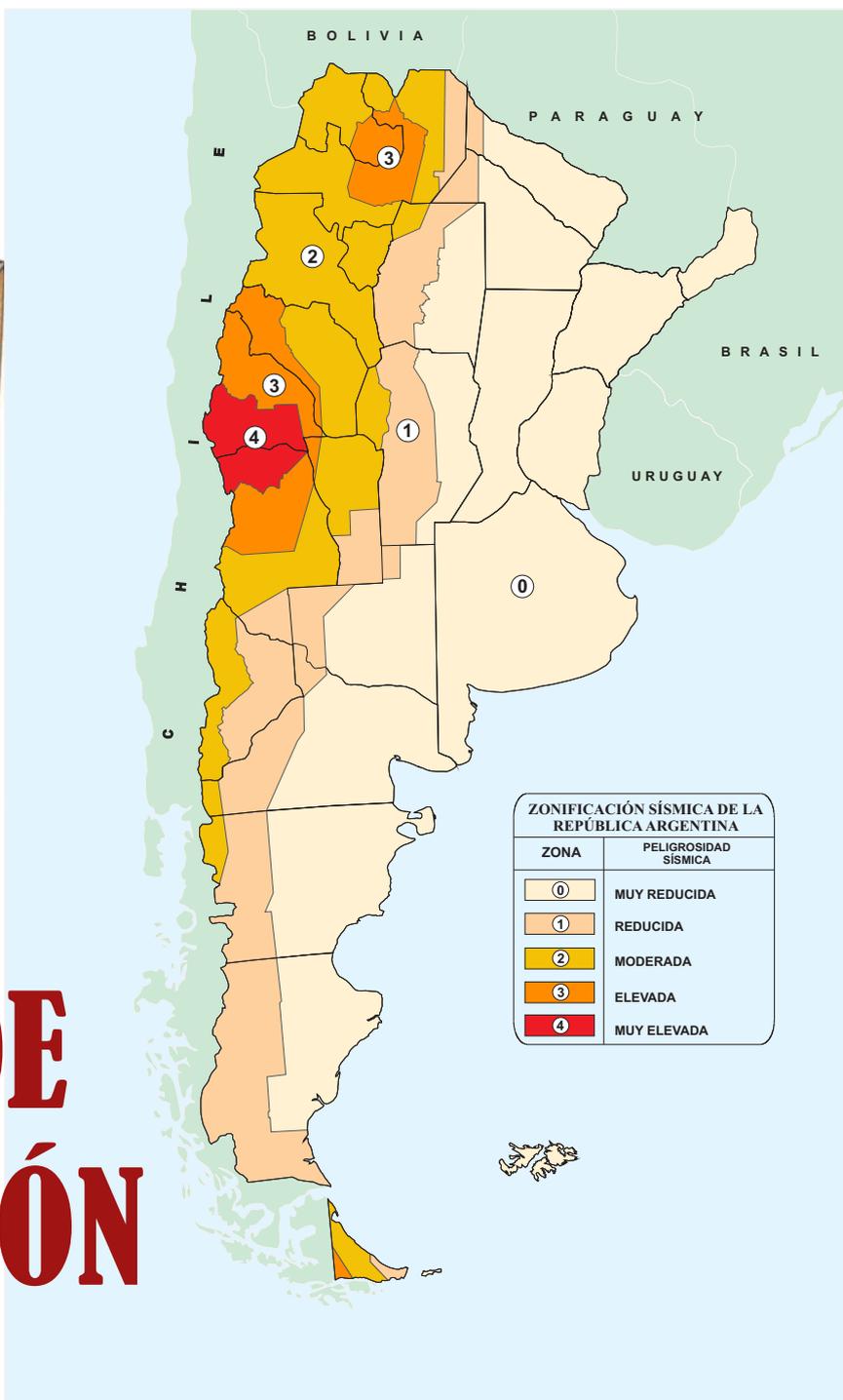
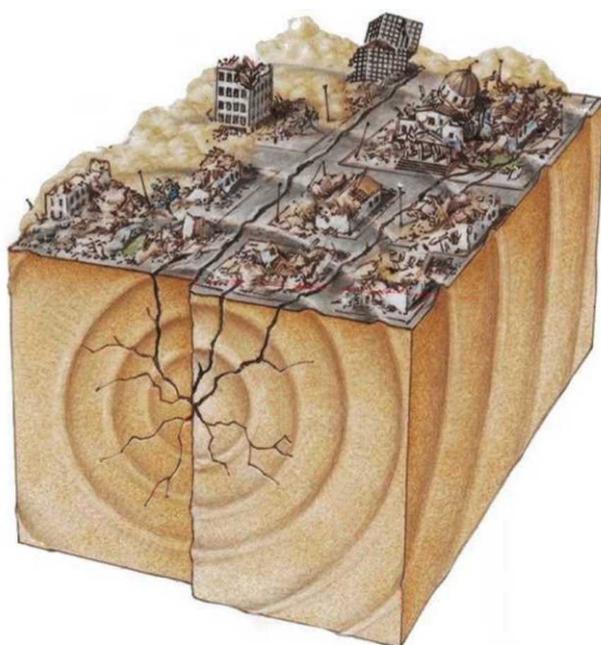




**INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA**



# MANUAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA



# MANUAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA



*Instituto Nacional de Prevención  
Sísmica*

*Ministerio de Economía*  
*Secretaría de Obras Públicas*  
***Instituto Nacional de Prevención Sísmica***



Roger Balet 47 Norte - 5400 - San Juan – Argentina

Tel.: 54 - (0264) 4239016

Fax.: 54 - (0264) 4234463

e-mail: [info@inpres.gob.ar](mailto:info@inpres.gob.ar)

[www.inpres.gob.ar](http://www.inpres.gob.ar)

**Director Nacional**

***Ing. Rodolfo García***

1º Edición - 1º Impresión 1999

2º Reimpresión 2003

3º Reimpresión 2005

2º Edición – 2017

1º Reimpresión 2023

2º Reimpresión 2024

---

**ÍNDICE TEMÁTICO**

Prólogo

PARTE I

CAPÍTULO I. GLOSARIO

CAPÍTULO II. NOCIONES SOBRE SISMOLOGÍA  
E INGENIERÍA SISMORESISTENTE.

II.1. Origen de los Terremotos y Mecanismo de Generación. ....	23
II.2. Actividad Sísmica en la Argentina. ....	26
II.3. Red Nacional de Estaciones Sismológicas (RNES).....	37
II.4. Origen, Objetivo y Avances de la Ingeniería Sismorresistente en Nuestro País. ....	39
II.5 Propiedad Privada y Control Estatal. ....	42
II.6. Concepto Elemental para Interpretar los Efectos de un Terremoto en las Construcciones y en los Objetos. ....	43
II.6.1. Efectos en las construcciones. ....	43
II.6.2. Efectos en los objetos. ....	44
II.7. Red Nacional de Acelerógrafos (RNA). ....	46
II.8. Concepto de Construcción Sismorresistente. ....	50
II.9. Efecto de Modificaciones (ampliaciones, remodelaciones, etc.), en la Seguridad Sísmica de la Construcción. ....	51
II.10. Disminución de la Vulnerabilidad en Zonas de Alta Peligrosidad Sísmica. ....	51

CAPÍTULO III ¿QUÉ HACER ANTES DE UN TERREMOTO?

III.1. ¿Qué Hacer Antes De Un Terremoto? .....	55
III.2. Guía para la Elaboración de un “Plan de Prevención Sísmica” PPS.....	56

CAPÍTULO IV. ¿QUÉ HACER DURANTE UN TERREMOTO?

IV.1. ¿Qué hacer Durante un Terremoto?.....	71
IV.2. Lugares Cerrados .....	73
IV.2.1. Cuando la Construcción donde se Encuentra es Sismorresistente .....	73
IV.2.2. Cuando la Construcción donde se Encuentra no es Sismorresistente. ....	74
IV.3. Lugares Abiertos .....	75

**CAPÍTULO V. ¿QUÉ HACER DESPUÉS DE UN TERREMOTO?**

V.1. ¿Qué hacer Después de un Terremoto?.....	79
V.2. Recomendaciones para la evacuación.....	80

**CAPÍTULO VI. SEÑALIZACIÓN**

VI.1. Señalización.....	85
VI.2. Definiciones Generales.....	85
VI.3. Colores y Señales de Seguridad.....	85
VI.4. Medidas de las Señales.....	87
VI.5. Clases de Fuegos y Extintores.....	87
VI.6. Señalización Específica para Emergencia Sísmica.....	89

**PARTE II LA SEGURIDAD SÍSMICA EN LAS ESCUELAS****CAPÍTULO VII. COMO CONVIVIR CON LOS TERREMOTOS**

VII.1. Dentro del Establecimiento Escolar.....	98
VII.1.1. Antes de un Terremoto.....	98
A. Con referencia al establecimiento escolar.....	98
B. Con referencia al comportamiento de docentes y alumnos.....	100
VII.1.2. Durante un Terremoto.....	101
1. Dentro del aula.....	101
1-a. El aula es un lugar seguro.....	101
1-b. El aula no es un lugar seguro.....	102
2. En el patio.....	103
2.a. El patio es un lugar seguro.....	104
2.b. El patio no es un lugar seguro.....	104
VII.1.3. Después de un Terremoto.....	105
1. Revisión del establecimiento escolar.....	105
1.a. No se observan daños.....	105
1.b. Se observan daños.....	105
2. Evacuación.....	105
2.a. Objetivo y ejecución.....	105
2.b. Desplazamiento hacia la zona de concentración.....	107
2.c. En la zona de concentración.....	108
3. Habilitación del edificio escolar.....	109

VII.2. FUERA DEL ESTABLECIMIENTO ESCOLAR .....	109
1. En camino a la escuela o a su casa. ....	109
1.a. Si se traslada a pie. ....	109
1.b. Si se traslada en vehículo. ....	110
2. Fuera del edificio escolar, acompañado por docentes, realizando tareas escolares .....	110
<b>CAPÍTULO VIII. GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE PREVENCIÓN SÍSMICA (PPS) – PARA UN ESTABLECIMIENTO ESCOLAR</b>	
1º Etapa: Capacitación del personal .....	113
2º Etapa: Evaluación del establecimiento escolar .....	113
3º Etapa: Elaboración del PPS con su PESE. Difusión .....	113
4º Etapa: Simulacros .....	114
<b>ACCIONES A CONSIDERAR PARA LA REALIZACIÓN DEL PLAN DE PREVENCIÓN SÍSMICA ESCOLAR (PPS) .....</b>	<b>115</b>
<b>CAPÍTULO IX GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE SIMULACROS</b>	
Pautas a tener en cuenta en la realización de simulacros. ....	121

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la trayectoria sísmica, entre el foco y la estación sismológica .....	13
Figura 2. Componentes de una estación sismológica .....	15
Figura 3. Isosistas del terremoto del 23 de noviembre de 1977, Cauçete (San Juan).....	16
Figura 4. Corte del interior de la Tierra.....	16
Figura 5. Mapa de la sismicidad mundial. Los puntos rojos indican los epicentros.....	19
Figura 6. Sismograma obtenido en una estación del INPRES, correspondiente a 24 horas de registro.....	20
Figura 7. Representación esquemática de la teoría del rebote elástico .....	23
Figura 8. Diagrama esquemático de la expansión de los fondos oceánicos .....	24
Figura 9. Modelo simplificado del mecanismo de deriva continental.....	24
Figura 10. Distribución global de las principales placas litosféricas y tipos de márgenes entre ellas. ....	25
Figura 11. Sismicidad de la República Argentina.....	27
Figura 12. Terremotos históricos ocurridos en la República Argentina.....	36

Figura 13. Red Nacional de Estaciones Sismológicas.....	38
Figura 14. Daños en una iglesia de San Juan. Terremoto del 15 de enero de 1944.....	39
Figura 15. Daños en construcciones de una calle céntrica de San Juan. Terremoto del 15 de enero de 1944. ....	40
Figura 16. Representación esquemática del efecto del sismo en las personas y en las construcciones.....	44
Figura 17. Efectos de las fuerzas sísmicas sobre los objetos .....	45
Figura 18. Red Nacional de Acelerógrafos.....	47
Figura 19. Componentes de una estación de la Red Nacional de Acelerógrafos .....	48
Figura 20. Registro obtenido de un acelerógrafo.....	48
Figura 21. Mapa de Zonificación Sísmica de la República Argentina.....	49
Figura 22. Es muy importante conservar la calma.....	72
Figura 23. En lo posible, adoptar la posición de seguridad.....	73
Figura 24. Buscar protección recurriendo a algún medio que asegure la integridad física .....	74
Figura 25. Trasladarse a lugar seguro en orden y protegiéndose de la caída de objetos .....	75
Figura 26. Ejemplo de reducción de dimensiones de superficies vidriadas .....	99
Figura 27. El aula es un lugar seguro. Alejamiento de las zonas de peligro .....	102
Figura 28. El aula es un lugar seguro. Posición de seguridad. ....	102
Figura 29. El aula no es un lugar seguro. Evacuación del aula. ....	103
Figura 30. El patio es un lugar seguro. Posición de seguridad. ....	104
Figura 31. Desplazamiento a la zona de concentración. En posición de seguridad y alejados de las barandas.....	108
Figura 32. Desplazamiento a la zona de concentración. Descendiendo las escaleras con precaución. ....	108
Figura 33. Participación activa del docente en la realización del simulacro .....	122
BIBLIOGRAFÍA.....	123

## PRÓLOGO

El propósito de la segunda edición del Manual de Prevención Sísmica es proveer pautas básicas de comportamiento de las personas ante la ocurrencia de sismos. Estos últimos son fenómenos naturales, que escapan a la voluntad humana y por tanto no pueden predecirse en tamaño, localización o momento en el que ocurrirán. Ante esta incertidumbre propia del evento, el correcto accionar individual y colectivo constituye la base para hacerle frente al sismo y sus consecuencias conexas.

A fin de contribuir a la Prevención Sísmica, desde este Manual se considera necesario incluir generalidades vinculadas al fenómeno, a su origen, formas de medición y conocimientos elementales de Ingeniería Sismorresistente. Para lo cual se incluye:

- Glosario básico y nociones elementales de Sismología e Ingeniería Sismorresistente.
- Pautas de comportamiento y guía para la elaboración de Planes de Prevención Sísmica.
- Recomendaciones acerca de la seguridad sísmica en establecimientos escolares.

Partiendo de la premisa que forma parte de la ley de creación del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), referida a impartir normas de prevención, se incluyen las acciones básicas a realizar antes, durante y después de la ocurrencia de un sismo y se presentan las pautas contempladas en los planes de emergencia y simulacros.

El MANUAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA elaborado por el INPRES, propone una guía práctica que permite a cada persona, institución y población en general realizar un Plan de Prevención Sísmica (PPS), con su Plan de Emergencia Sísmica (PES), para actuar ante la ocurrencia de un sismo, con el fin de disminuir su vulnerabilidad y de este modo mitigar las consecuencias que un terremoto puede provocar.

Los daños que produce un terremoto pueden dividirse en dos grandes grupos: materiales y humanos. Los primeros están relacionados con los daños a las construcciones, mientras que los segundos se relacionan con el número de víctimas, efectos psicológicos, etc.

El riesgo sísmico resulta de la interacción entre el fenómeno natural propiamente dicho y la vulnerabilidad sísmica.

De lo expuesto se concluye que la PREVENCIÓN SÍSMICA es hoy el único camino posible para lograr una reducción del riesgo sísmico. Sin embargo, es necesario recalcar que los niveles de mitigación dependerán del grado de concientización de toda la comunidad.



# PARTE I



**CAPÍTULO I**  
**GLOSARIO**



**Astenósfera:** Es la capa del manto superior que se sitúa inmediatamente bajo la litósfera, con un espesor que puede variar entre 200 y 300 km. Está constituida por material rocoso fundido capaz de moverse lentamente (Figura 4), generándose en esta capa celdas convectivas que producen un arrastre viscoso de la litósfera. En esta zona el calor se transfiere principalmente por convección. El techo de esta capa se ubica entre los 80 y 150 km de profundidad, mientras que el piso está entre los 300 y 450 km.

**Corteza:** Es la delgada capa superior del planeta, apoyada sobre el manto, constituida por rocas frías y rígidas, cuyo espesor aproximado varía entre 5 a 10 km bajo los océanos y hasta 30 a 70 km bajo los continentes (Figura 4).

**Distancia Epicentral:** Es la distancia existente entre el epicentro y la estación sismológica, medida sobre la superficie terrestre (Figura 1).

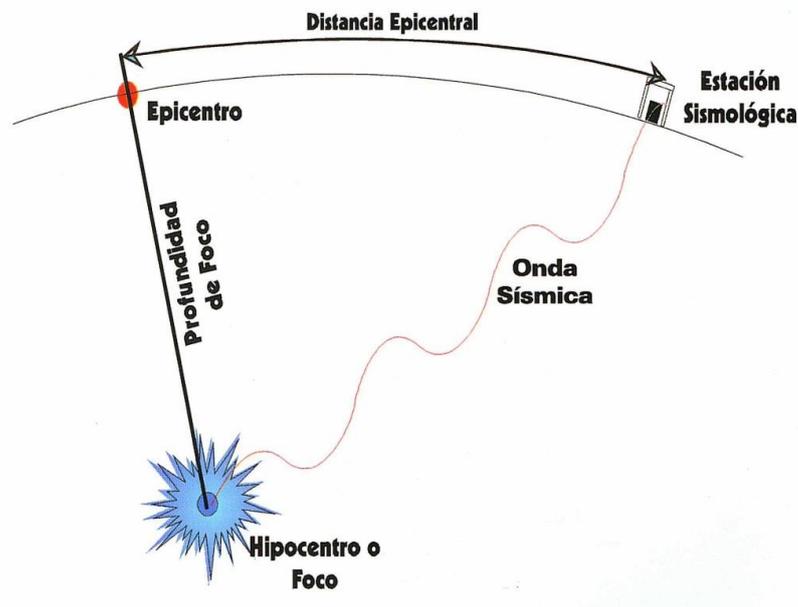


Figura 1. Esquema de la trayectoria sísmica, entre el foco y la estación sismológica

**Epicentro:** Es el punto de la superficie de la Tierra que está directamente sobre el hipocentro de un terremoto (Figura 1).

**Escala de Intensidad:** La intensidad es una medida de los efectos producidos por un terremoto. La escala tiene carácter subjetivo y varía de acuerdo con la severidad de las sacudidas producidas en un lugar determinado. Tiene en cuenta los daños causados en las edificaciones, los efectos en el terreno, en los objetos y en las personas. Si bien existen diferentes escalas de intensidad, la más utilizada en el hemisferio occidental es la de Mercalli Modificada (MM), que es cerrada y contiene doce grados (I al XII).

**ESCALA DE INTENSIDAD MERCALLI MODIFICADA (1931)**

(ABREVIADA Y MODIFICADA POR CHARLES FRANCIS RICHTER)

- I** Imperceptible. Lo registran los sismógrafos.
- II** Lo perciben las personas en reposo, en los pisos superiores.
- III** Se percibe en el interior de los edificios. Puede no reconocerse como un sismo. Los objetos colgados oscilan levemente. Vibraciones como las que producen los camiones ligeros al pasar.
- IV** Se percibe en el interior de los edificios, reconociéndose que se trata de un sismo. Los objetos colgantes oscilan y las puertas y ventanas crujen. Se perciben vibraciones como las ocasionadas por el paso de un camión pesado. En la parte superior de este grado crujen las cabriadas y paredes de madera y tintinean los vasos y la loza.
- V** Se percibe a la intemperie; se puede estimar su duración. Quienes duermen, se despiertan. Los líquidos se mueven; algunos se vuelcan. Los objetos pequeños inestables, se desplazan o se caen. Las puertas oscilan, se cierran y se abren. Los relojes de péndulo pueden pararse, alterar su funcionamiento o arrancar si estaban detenidos.
- VI** Lo perciben todos. Muchos se asustan y salen al descubierto. Las personas caminan inseguras. Las ventanas, platos y artículos de vidrio se rompen. Los adornos, libros y objetos similares se caen de los estantes. Algunos cuadros se caen de las paredes. Los muebles se mueven o se vuelcan. Los revoques débiles y la mampostería D, se agrietan. Las campanas pequeñas repican (la de la iglesia, escuela). Los árboles y arbustos se sacuden visiblemente, o se los oye crujir.
- VII** Es difícil permanecer de pie. Lo notan los conductores de automóviles. Los objetos colgados trepidan. Los muebles se rompen. Daños en la mampostería D. Las chimeneas débiles se rompen a nivel del techo. Caen los revoques, los ladrillos se aflojan; las piedras, revestimientos, cornisas, los parapetos sin contrafuertes y los ornamentos arquitectónicos también caen. Algunas grietas en la mampostería C. Olas en los estanques. Pequeños deslizamientos y derrumbes en bancos de arena o de grava. Las campanas grandes repican.
- VIII** Se hace difícil conducir un automóvil. Se daña la mampostería C y en parte se cae. Algún daño en la mampostería B; ninguno en la mampostería A. Caen los revoques y algunos muros de mampostería. Caída y torsión de chimeneas de las casas y de las fábricas, monumentos, torres, tanques elevados. Las casas con estructura de madera salen de sus cimientos si no están ancladas; los muros de relleno son arrojados hacia afuera. Los pilotes podridos se quiebran. Las ramas de desprenden de los árboles. Cambios en el caudal y temperatura de manantiales y pozos. Grietas en terreno mojado y en taludes inclinados.
- IX** Pánico general. Se destruye la mampostería D; se daña fuertemente la mampostería C, algunas veces con colapso completo. Se daña la mampostería B. Las estructuras no ancladas se desplazan de los cimientos. Los marcos crujen. Serios daños en depósitos para líquidos. Se rompen las tuberías enterradas. Grietas importantes en el terreno, Expulsión de arena y lodo en terrenos aluvionales, con formación de cráteres de arena.
- X** Se destruye la mayoría de las estructuras de mampostería, incluso sus cimientos y también algunas estructuras de madera bien construidas y algunos puentes. Serios daños en presas, diques, terraplenes. Grandes derrumbes. Agua arrojada sobre las márgenes de los canales, ríos, lagos, etc. Arena y lodo desplazados horizontalmente en las playas y en terreno plano. Rieles doblados ligeramente.
- XI** Rieles muy doblados. Tuberías enterradas completamente destruidas. Grandes grietas en la tierra.
- XII** Catástrofe. Destrucción total. Grandes masas de roca desplazadas. Cambios de niveles del terreno. Objetos son arrojados al aire.

A fin de entender las consideraciones de la escala MM, se explica la clasificación de la mampostería según su calidad, de acuerdo con el siguiente detalle.

- ✓ **Mampostería A.** Realizada con diseño, materiales y mano de obra buenos; armada (con hierros) especialmente en dirección horizontal, y confinada con acero, hormigón, etc. Diseñada para resistir fuerzas laterales (debidas a terremotos).
- ✓ **Mampostería B.** Buena mano de obra y buenos materiales; armada pero no diseñada en detalle para resistir fuerzas laterales.
- ✓ **Mampostería C.** Mano de obra y materiales comunes; sin partes débiles en los extremos, como falta de unión en las esquinas, pero sin armadura ni diseño contra fuerzas horizontales.
- ✓ **Mampostería D.** Materiales débiles, como el adobe; deficiente calidad de mano de obra; débil para resistir fuerzas horizontales.

**Estación Sismológica:** Está conformada por el sensor (sismómetro), un GPS que incorpora la señal horaria y las coordenadas del lugar, un sistema de alimentación compuesto por baterías y paneles solares. Además participa un Sistema Digital de Adquisición de Datos (DAS) en donde se almacenan las señales sísmicas y una vía de comunicación (satelital o internet) para el envío de los datos en tiempo real. Estos datos serán sometidos a análisis, procesamiento y almacenamiento (Figura 2).



Figura 2. Componentes de una estación sismológica

**Hipocentro o Foco:** Es el punto del interior de la Tierra donde comienza la fracturación que da origen al sismo, y del cual proviene la primera onda sísmica que se registra (Figura 1).

**Isosistas:** La determinación de la intensidad en un solo punto de la zona afectada por un terremoto, no aporta demasiados datos para su estudio. Lo que se hace después de un terremoto, es determinar su nivel de intensidad en diferentes lugares, de acuerdo con los efectos producidos, y construir luego las curvas de igual intensidad, llamadas **isosistas**. Las cuales dan una idea aproximada de la zona siniestrada. En general, los contornos resultantes muestran un máximo en la zona epicentral, con regiones de menor intensidad rodeándola. Las isosistas son más o menos concéntricas respecto del epicentro (Figura 3).

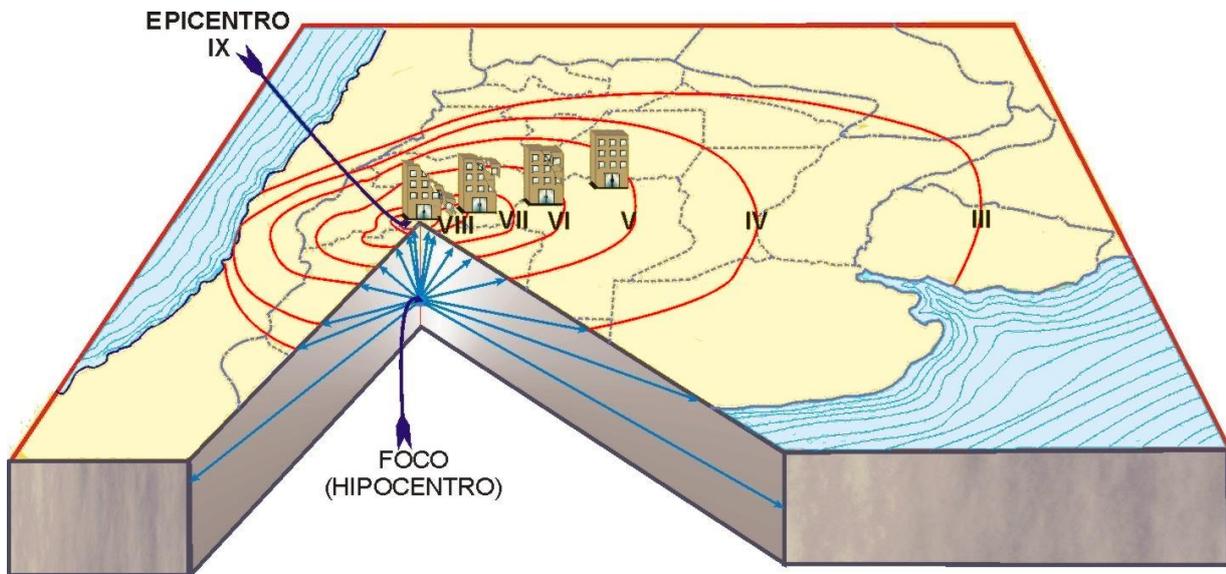


Figura 3. Isosistas del terremoto del 23 de noviembre de 1977, Caucete (San Juan)

**Litósfera:** Es la capa formada por la corteza y la parte superior del manto, que es la porción más rígida de éste. Su espesor varía entre 80 y 150 km (Figura 4).

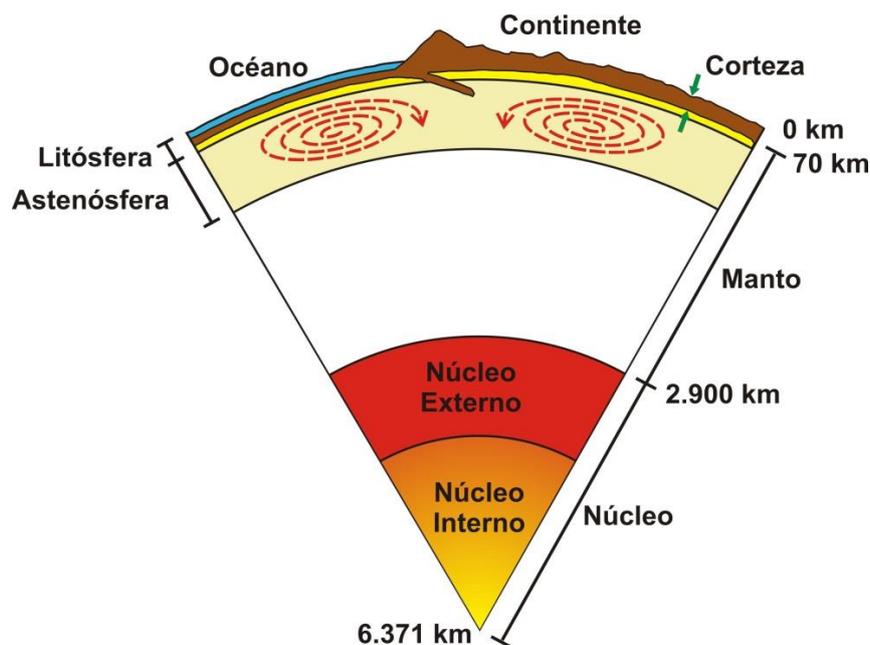


Figura 4. Corte del interior de la Tierra

**Magnitud:** La magnitud de un sismo es un valor instrumental, relacionado con la energía elástica liberada durante un terremoto y propagada como ondas sísmicas en el interior y en la superficie de la Tierra. Es independiente de la distancia entre el hipocentro y la estación sismológica y se obtiene del análisis de los sismogramas. Existen diferentes escalas para medir la magnitud, aunque la más difundida es la de Richter. Ésta es una escala abierta, o sea que no tiene límite superior.

**Manto:** Se ubica inmediatamente debajo de la corteza y se extiende hasta los 2.900 km de profundidad (Figura 4). Tiene el mayor volumen de todas las capas que componen la Tierra. Este elemento se caracteriza por una gran homogeneidad en los materiales que lo forman, fundamentalmente silicio y magnesio. Tiene las propiedades de un sólido, salvo en la parte superior donde presenta cierta plasticidad, por encontrarse en fusión parcial.

**Núcleo:** Se localiza debajo del manto desde los 2.900 km hasta el centro del planeta, a 6.371 km de profundidad y se divide en núcleo externo y núcleo interno (Figura 4). Está compuesto de un material formado por la aleación de hierro metálico y, en menor proporción, níquel y silicio. El núcleo interno tiene las características de un sólido, mientras que el núcleo externo presenta las propiedades de un fluido.

**Ondas sísmicas:** Son ondas elásticas, comúnmente llamadas vibraciones, que se originan en la fuente que produjo el sismo. Viajan por el interior y la superficie de la Tierra y, según la magnitud del sismo y la distancia al epicentro, pueden ser percibidas por las personas.

**Predicción Sísmica:** Hasta el presente, a pesar de los estudios e investigaciones científicas realizadas a nivel mundial, no se ha logrado la Predicción Sísmica efectiva. Entendiéndose como tal; el anuncio con suficiente antelación de la ocurrencia de un terremoto de ciertas características, en un momento y lugar determinados.

**Prevención Sísmica:** Comprende el conjunto de acciones preventivas a desarrollar destinadas a mejorar las condiciones del entorno y el comportamiento de las personas para disminuir su Vulnerabilidad, independientemente del momento en que pueda ocurrir el terremoto. Dichas acciones están orientadas a dos aspectos fundamentales: el ambiente creado por el hombre y la concientización de la población.

*El ambiente creado por el hombre.*

a) Construcciones seguras: logradas por la aplicación efectiva del Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistente (INPRES-CIRSOC 103), en su versión más actualizada.

b) Diseño edilicio y urbano adecuados, lo que comprende, fundamentalmente, los siguientes aspectos.

- ➡ Diseño arquitectónico, que considere al sismo como un condicionante más del proyecto.
- ➡ Diseño funcional, con previsión de medios de escape, instalaciones complementarias y especiales, y servicios auxiliares (por ejemplo, luces de emergencia, dotación alternativa de agua, etc.) adecuados para enfrentar una situación de emergencia.

- ▣ Relación entre espacios construidos y espacios vacíos.
- ▣ Consideración de los espacios verdes, públicos o privados.
- ▣ Dimensiones y distribución de calles y veredas.
- ▣ Diseño adecuado de las redes de servicios (líneas vitales), tales como agua, cloaca, gas, electricidad, etc.
- ▣ Ubicación y funcionamiento de servicios de emergencia.
- ▣ Previsión de espacios abiertos, con los servicios esenciales, como lugares alternativos de ocupación.

*La concientización de la comunidad, a través de:*

- a) Las autoridades gubernamentales a fin de contar con los organismos adecuados, convenientemente equipados y con la preparación necesaria para controlar la aplicación correcta del Reglamento para Construcciones Sismorresistentes, y para actuar eficazmente en caso de desastre.
- b) Todos aquellos que intervienen en las diferentes etapas del proyecto, cálculo y construcción de cualquier tipo de obra (empresarios, arquitectos, ingenieros, propietarios, obreros, etc.). Para que estén absolutamente convencidos de la necesidad imperiosa de cumplir estrictamente con lo establecido en dicho Reglamento.
- c) La preparación de la población para actuar ante una emergencia sísmica, de tal manera que cada habitante sepa el rol que le corresponde en caso de ocurrir un terremoto, tanto para su protección como para prestar ayuda comunitaria.

**Profundidad de Foco:** Es la distancia vertical entre el hipocentro y el epicentro (Figura 1).

**Réplicas:** Son sismos que ocurren después del evento considerado principal, generados por un reajuste de los esfuerzos actuantes en todo el volumen de roca que rodea la fractura y que dio lugar a dicho terremoto. Aun siendo menos violentos que el terremoto principal, algunos de ellos pueden ocasionar derrumbes en construcciones dañadas o debilitadas.

**Riesgo Sísmico:** Es la probabilidad de consecuencias adversas ante un evento sísmico. El riesgo sísmico de una región resulta de la combinación entre la **peligrosidad sísmica** propia del lugar y la **vulnerabilidad sísmica**. En consecuencia, reducir la vulnerabilidad implica reducir el riesgo. Por otro lado, mayor peligrosidad sísmica no implica en forma directa, mayor riesgo sísmico.

$$R_s = P_s * V_s$$

***Peligrosidad Sísmica:*** La peligrosidad o amenaza sísmica de una región, queda definida como la probabilidad de ocurrencia de sismos en un área geográfica específica durante un intervalo de tiempo determinado.

***Vulnerabilidad Sísmica:*** Es la susceptibilidad de una comunidad y su entorno físico, a sufrir daños ante la ocurrencia de un sismo. Esto implica tanto las fragilidades edilicias, como la

falta de resiliencia de esa comunidad expuesta y su capacidad de respuesta ante un evento natural.

**Sismicidad:** Expresa el nivel de ocurrencia de sismos en el espacio y el tiempo para una región determinada. En la (Figura 5), se presenta el mapa de la sismicidad mundial, los puntos rojos indican los epicentros de los sismos registrados entre 1990 y 2010. La mayor concentración de la actividad sísmica se da en el llamado “Cinturón de Fuego del Pacífico”.

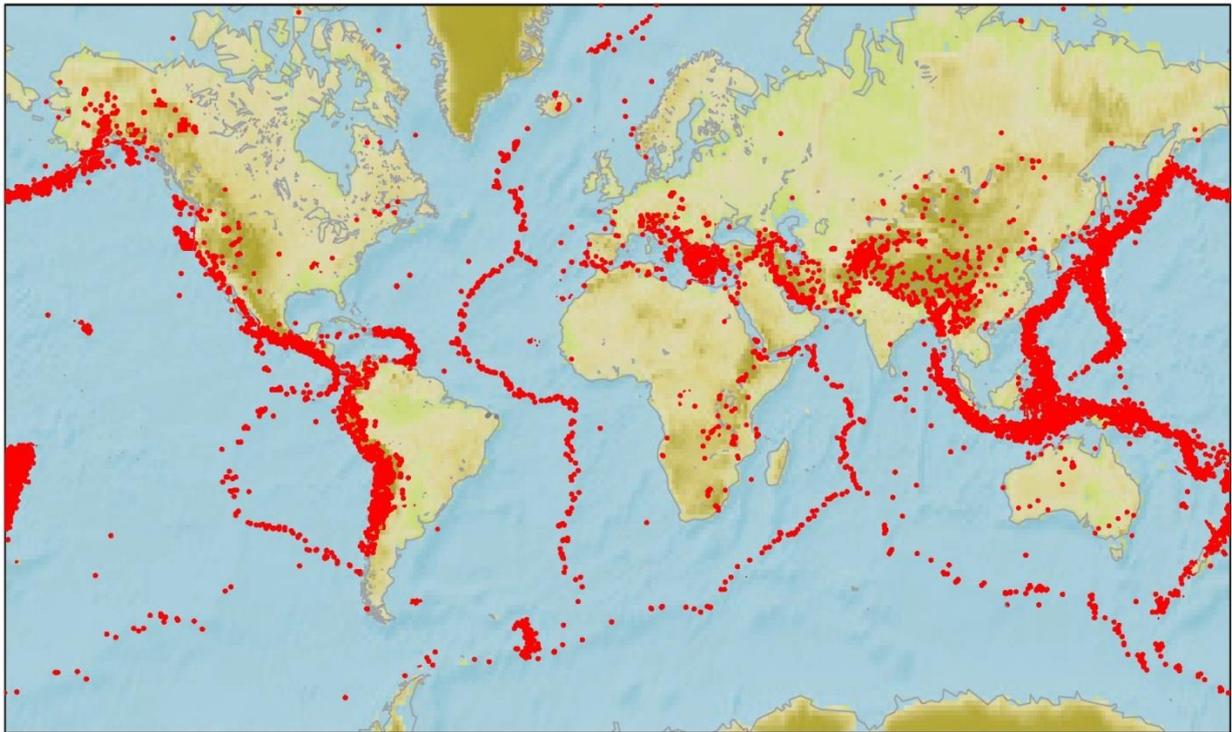


Figura 5. Mapa de la sismicidad mundial. Los puntos rojos indican los epicentros.

**Sismo o terremoto:** Representa el proceso físico de liberación súbita de energía de deformación acumulada en las rocas del interior de la Tierra, que se manifiesta por desplazamientos de bloques anteriormente fracturados. Una parte importante de la energía liberada en este proceso se propaga en forma de ondas sísmicas, las cuales son percibidas en la superficie de la Tierra como una vibración. Es común utilizar el término **Temblor** para calificar los sismos de regular intensidad. Sin embargo el término **Terremoto** puede ser empleado para calificar cualquier sismo, ya que significa *movimiento de la tierra*.

**Sismograma:** Es el registro o gráfico de los sismos captados por el sismómetro (Figura 6).

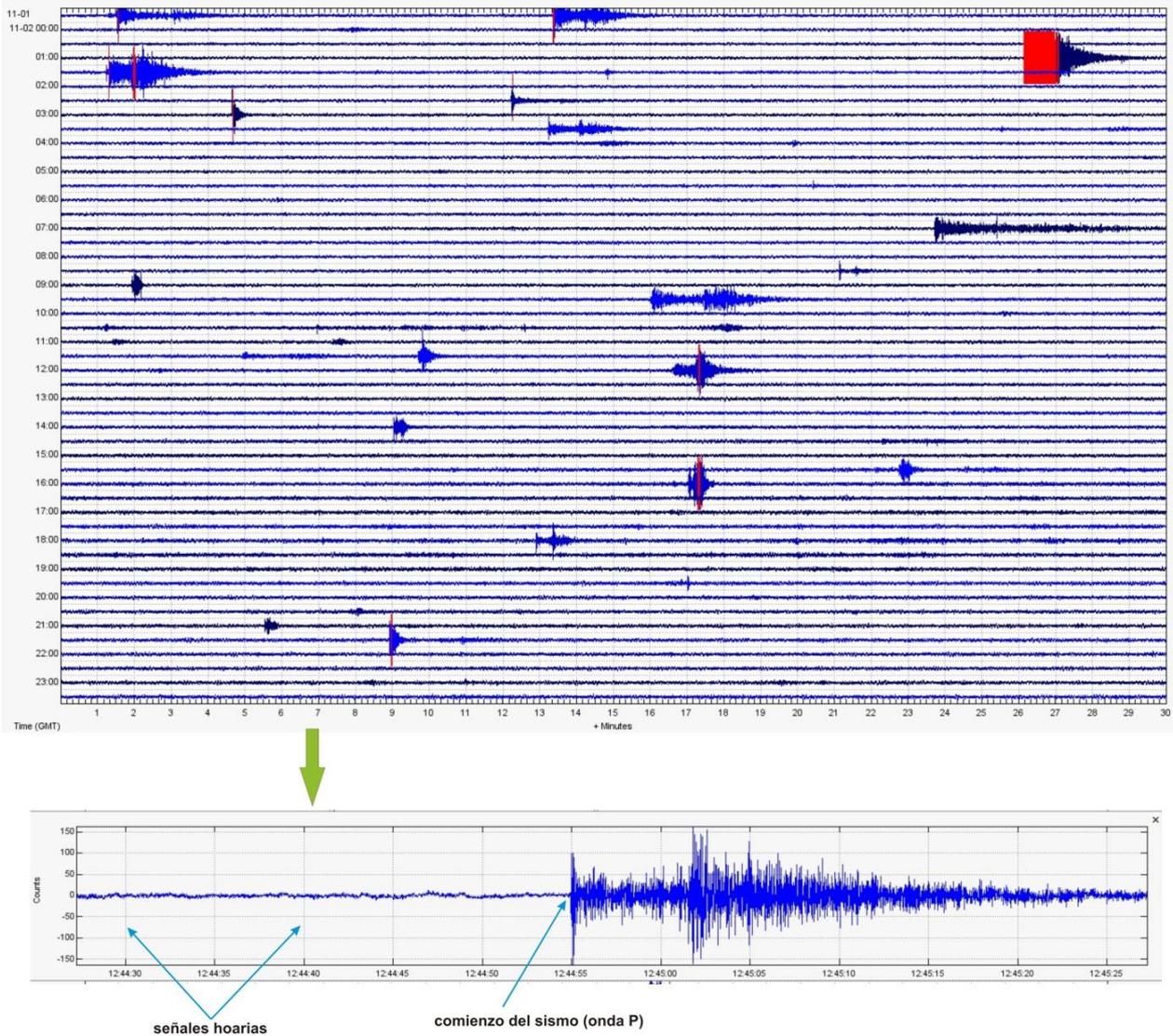


Figura 6. Sismograma obtenido en una estación del INPRES, correspondiente a 24 horas de registro

**Sismología:** Es la rama de la Geofísica que estudia los sismos y fenómenos conexos. Además, investiga la estructura interna de la Tierra, mediante el análisis de la propagación de las ondas sísmicas por el interior y la superficie de la misma.

**Sismómetro:** Instrumento diseñado para detectar las vibraciones del suelo, causadas principalmente por la llegada de las ondas sísmicas.

**Sismos premonitorios:** Son sismos que preceden a un terremoto y se localizan en la misma zona que éste. Excepcionalmente han ocurrido sismos de este tipo que por su elevada magnitud han producido daños.

## CAPÍTULO II

# NOCIONES SOBRE SISMOLOGÍA E INGENIERÍA SISMORRESISTENTE



## NOCIONES SOBRE SISMOLOGÍA E INGENIERÍA SISMORRESISTENTE

### II.1. Origen de los Terremotos y Mecanismo de Generación

Una de las mayores preocupaciones de la comunidad científica dedicada a la sismología ha sido explicar el mecanismo de generación de los terremotos y el porqué de su distribución no uniforme sobre la superficie de la tierra.

Recién en 1911 el norteamericano Reid, basándose en las observaciones realizadas sobre la falla geológica de San Andrés, que sufrió un desplazamiento importante después del terremoto de San Francisco (California) del 18 de abril de 1906, presentó la teoría que denominó del «rebote elástico». La misma, que está ilustrada en la (Figura 7), establece que existen ciertas zonas preferenciales de la corteza terrestre (Figura 7a), donde se van acumulando lentamente grandes esfuerzos que son soportados por los materiales (rocas) que la constituyen. Estos esfuerzos ocasionan en las rocas deformaciones elásticas cada vez mayores (Figura 7b), hasta que se supera la resistencia de las mismas (Figura 7c), y se produce entonces una liberación casi instantánea de la energía acumulada a través del tiempo.

El resultado de este mecanismo es la propagación de la energía liberada, en forma de ondas sísmicas y el retorno a un estado de equilibrio elástico de la zona previamente sometida a esfuerzos, con la presencia de una fractura o falla geológica, muchas veces visible en la superficie de la tierra.

Este modelo mecánico que explicó el origen de los terremotos fue aceptado inmediatamente, pero quedó sin aclarar el porqué de la existencia de zonas preferenciales de concentración de esfuerzos.

A partir de 1960 esta incógnita se fue aclarando con la nueva teoría de tectónica de placas, cuyos fundamentos se describen a continuación.

Mediante investigaciones geofísicas se ha observado que debajo de los océanos, a profundidades del orden de 4.000 m, se encuentran las denominadas Cordilleras o Dorsales Centro-Oceánicas, en las cuales se produce un intenso volcanismo no explosivo. Como consecuencia de este proceso, el material incandescente, que asciende desde el manto superior, aflora en la superficie del fondo oceánico en la cima de dichas cordilleras, a través de una depresión central. El material magmático se expande sobre el piso oceánico donde se enfría y solidifica, empujando a la litosfera hacia ambos lados de la dorsal, a razón de varios centímetros por año (Figura 8). Esto significa que las depresiones centrales de las Cordilleras Centro-Oceánicas constituyen los lugares donde comienza la expansión de los fondos oceánicos.

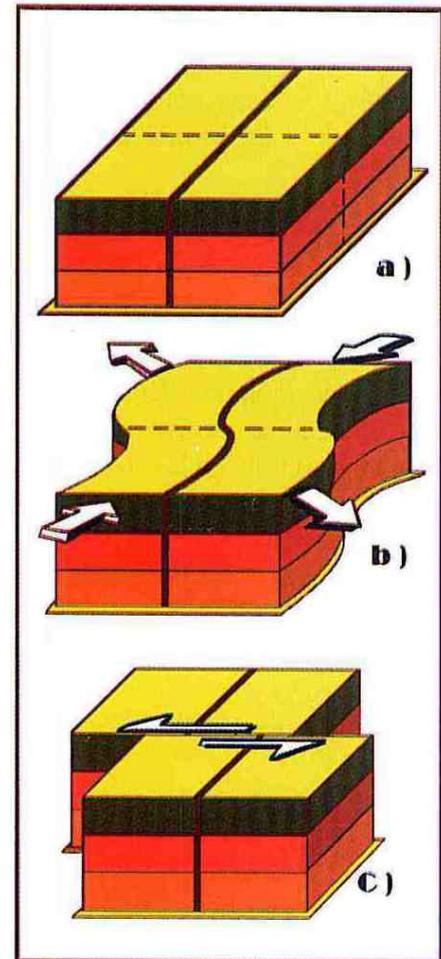


Figura 7. Representación esquemática de la teoría del rebote elástico

Para mantener un equilibrio global es necesario que el aporte del nuevo material ascendente, que forma nueva litosfera, sea compensado con la desaparición por absorción de la misma cantidad de litosfera, en otras zonas.

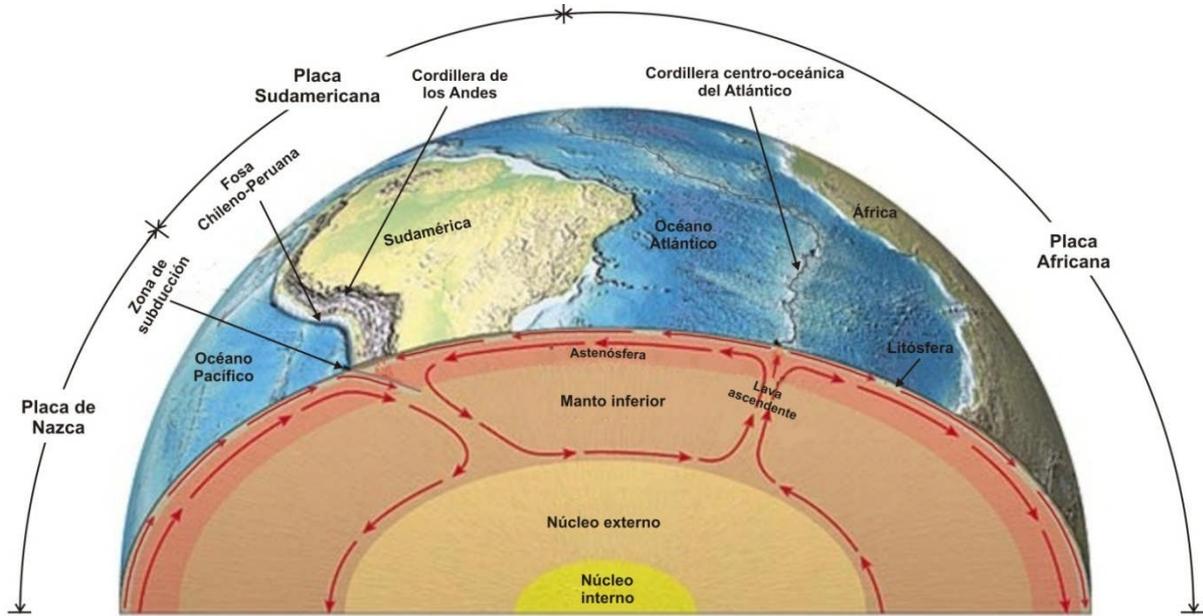


Figura 8. Diagrama esquemático de la expansión de los fondos oceánicos

Esto se produce en las fosas marinas, donde la litosfera oceánica se sumerge debajo de la litosfera continental, definiendo una geometría particular, a la que se denomina Zona de Subducción. Dicha zona comienza en el contacto de las dos placas y culmina generalmente a grandes profundidades (hasta 700 km), cuando la litosfera oceánica es absorbida por el manto (Figura 9).

Como resultado final, la interpretación de la gran cantidad de información disponible en la actualidad se resume en la teoría de la tectónica de placas. La misma expresa que la unidad de comportamiento mecánico está constituida por la litosfera, que tiene un espesor promedio de 100 Km

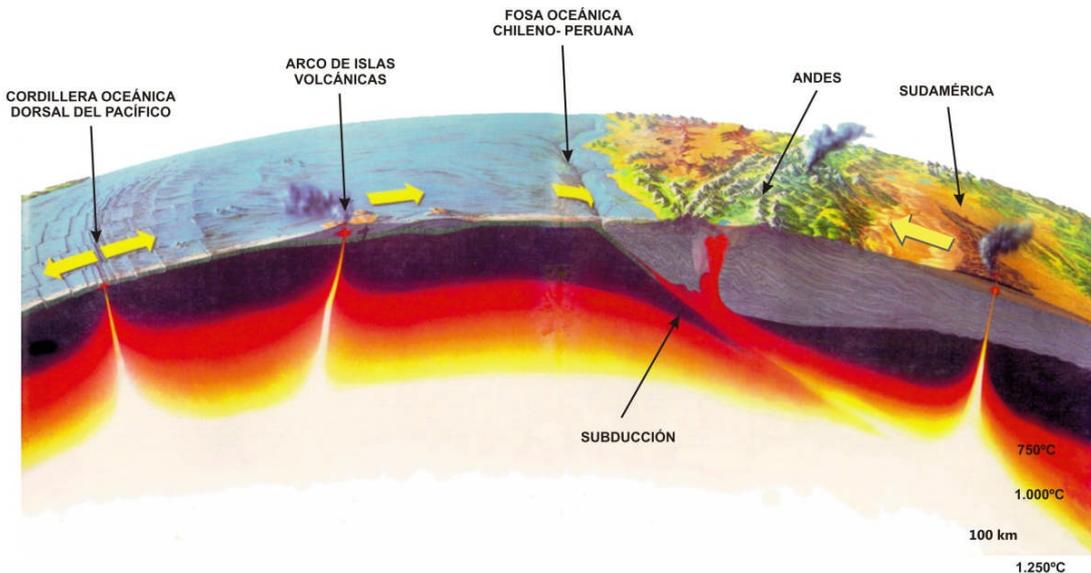


Figura 9. Modelo simplificado del mecanismo de deriva continental

e incluye la corteza y la parte superior del manto. La litosfera queda dividida en una serie de placas, siendo las más importantes por sus dimensiones: la Pacífica, la Sudamericana, la Norteamericana, la Euroasiática, la Indoaustraliana, la Africana y la Antártica. Estas placas

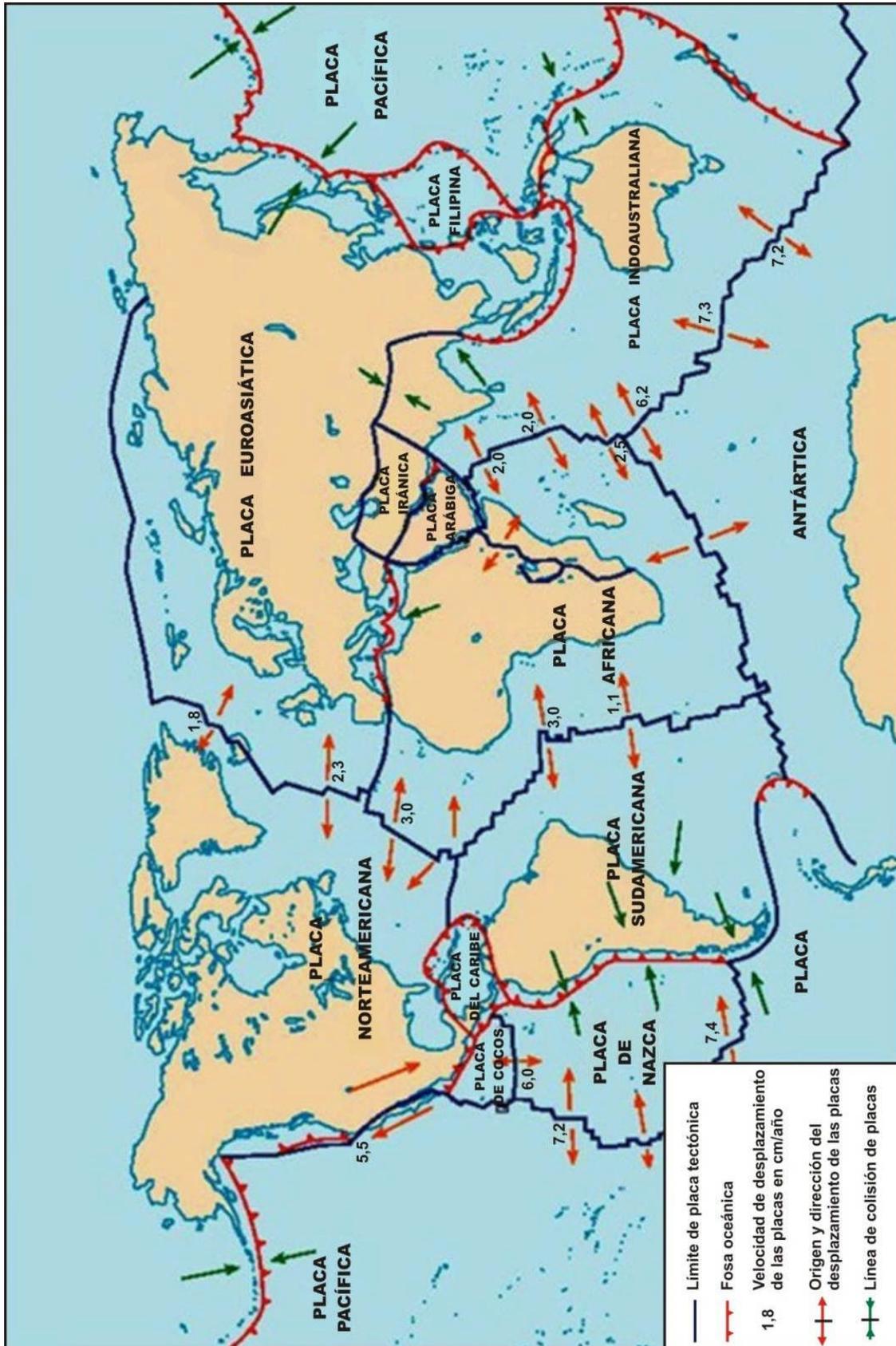


Figura 10. Distribución global de las principales placas litosféricas y tipos de márgenes entre ellas

gigantes se complementan con otras de menores dimensiones como la de Nazca, la Filipina, del Caribe, la Arábica y la Iránica (Figura 10). Existen placas de dimensiones aún menores llamadas subplacas o microplacas que en general no se mueven en forma independiente.

A lo largo de las zonas de contacto de placas se generan grandes esfuerzos tectónicos que provocan las dislocaciones súbitas y violentas ya descritas y, consecuentemente, la actividad sísmica.

La mayor zona de contacto entre placas en el mundo es la llamada Cinturón de Fuego del Pacífico, a la que se le puede asociar el 90% de la sismicidad total del planeta. Aquí han tenido lugar los mayores terremotos registrados instrumentalmente en este siglo (Chile 1960 y Alaska 1964); el 10% restante queda comprendido en la zona del Mediterráneo (entre Europa y África), algunas zonas de Asia y en las Dorsales Oceánicas. La mayor cantidad de sismos ocurre en los bordes o contactos de las placas y en general son los de mayor magnitud.

La República Argentina se encuentra afectada por la convergencia de la placa de Nazca con la placa Sudamericana. Esta zona de contacto se ubica a lo largo de la costa de Perú y Chile y es considerada la más larga del mundo. La placa de Nazca se desplaza hacia el este y se sumerge (subduce) bajo la placa Sudamericana, que se desplaza hacia el oeste. La velocidad relativa con que se mueven ambas placas es de 11 cm/año.

Debido a los grandes esfuerzos compresivos generados en los contactos de placas, también se producen terremotos a distancias considerables de dichos contactos, generalmente asociados a fallas geológicas activas, como ha ocurrido en nuestro país, donde los casos más representativos son los terremotos de Salta (1692, 1844 y 1948), San Juan (1894, 1944 y 1977) y Mendoza (1782, 1861 y 1985).

## **II.2. Actividad Sísmica en la Argentina**

Al representar los epicentros de los sismos registrados en la Argentina (Figura 11), podemos observar que la mayor parte de la actividad sísmica se concentra en la región centro-oeste y noroeste de nuestro país.

Si bien la región noroeste ha soportado terremotos destructivos en los últimos 400 años, éstos no han afectado mayormente a las zonas más densamente pobladas y, en consecuencia, no se le ha dado al problema sísmico la importancia que realmente tiene en función del elevado nivel de peligro sísmico potencial. El terremoto de 25 de agosto de 1948, con epicentro en la zona este de la provincia de Salta, fue quizás el de mayor trascendencia de la región por los daños que produjo en varias poblaciones de esa provincia y la de Jujuy, si bien fue reducido el número de víctimas.

Totalmente diferente ha sido la situación en la zona centro-oeste del país, donde los terremotos se han constituido en verdaderos desastres regionales. El terremoto del 20 de marzo de 1861 marca el inicio de una serie de eventos sísmicos que afectaron a las provincias de San Juan y Mendoza. Este terremoto destruyó totalmente a la ciudad de Mendoza, dejando un saldo de muertos equivalente a la tercera parte de la población, según los informes de la época, y puede considerarse uno de los terremotos más desastrosos del siglo XIX en todo el mundo. Por otra parte, el terremoto del 15 de enero de 1944, que destruyó a San Juan, representa con sus 10.000 muertos, la mayor catástrofe de toda la historia argentina.

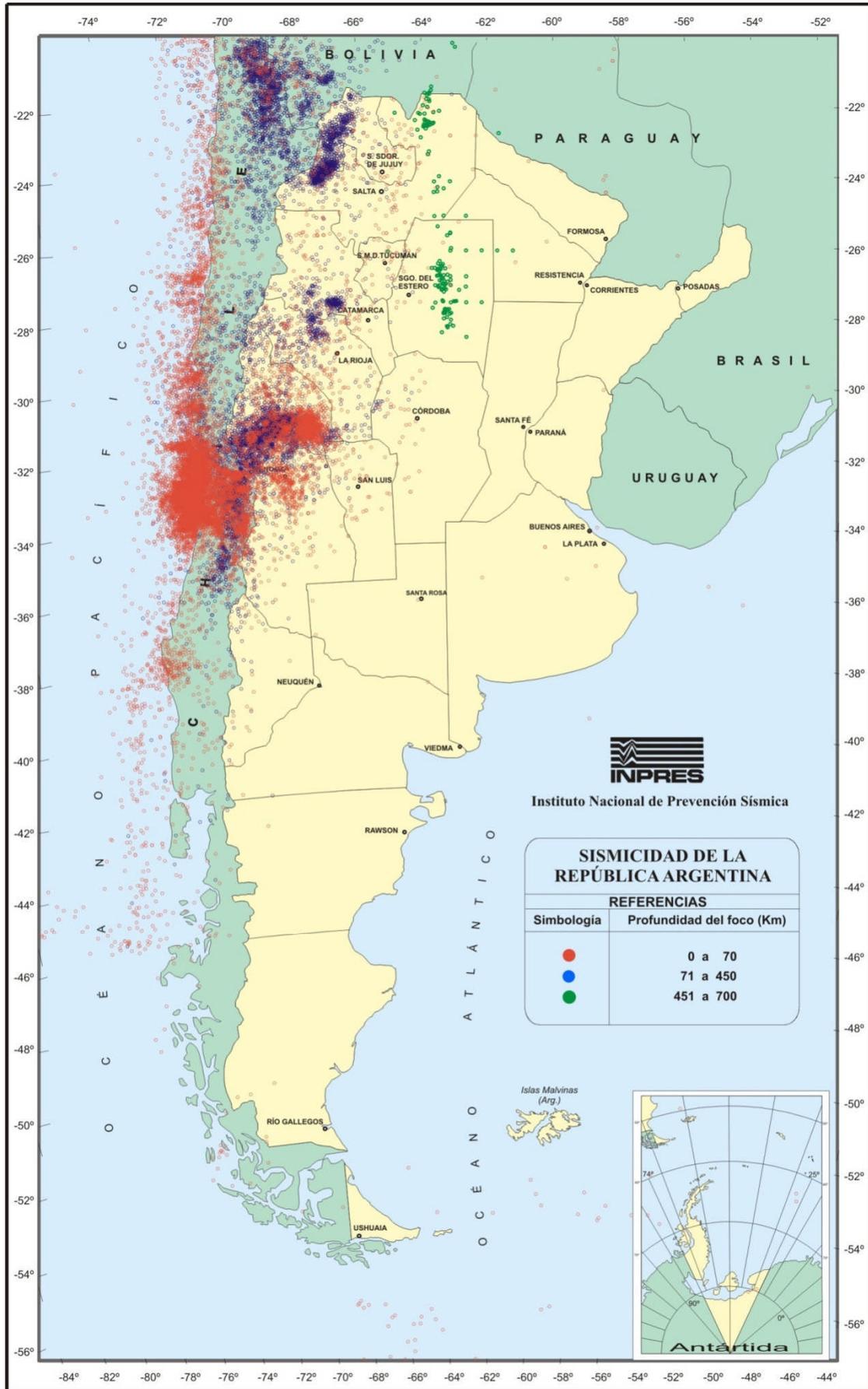


Figura 11. Sismicidad de la República Argentina

El sur argentino, por debajo de los 35° de latitud ha sufrido, en muchos casos, las consecuencias de los grandes terremotos chilenos que alcanzaron a producir daños de menor cuantía en las poblaciones limítrofes, siendo reducida la cantidad de sismos con epicentro en territorio argentino.

En el mapa de la (Figura 12), se ilustran los epicentros de los sismos históricos ocurridos en la República Argentina desde el año 1692 hasta el año 2016 inclusive, que han provocado daños y/o víctimas, con intensidades comprendidas entre los grados VI a IX de la escala Mercalli Modificada.

	<b>Descripción</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
<b>1</b>	- <b>13 de septiembre de 1692, SALTA:</b> Destruyó el pueblo de Esteco, produjo derrumbes y agrietamientos en las construcciones del Valle de Lerma. Se reportaron 11 muertos, durante varios días se sintieron las réplicas. Su intensidad fue de IX grados en la escala Mercalli Modificada	-25,400	-64,800
<b>2</b>	- <b>22 de mayo de 1782, MENDOZA:</b> Primer terremoto importante documentado en la provincia, llamado el “Terremoto de Santa Rita”, produjo destrucción y agrietamientos en las construcciones. Alcanzó una intensidad de VIII grados Mercalli Modificada.	-33,000	-69,200
<b>3</b>	- <b>27 de octubre de 1804, SAN JUAN – MENDOZA:</b> Reportado por el Observatorio de El Salto-Chile. Publicado en los Anales de la Universidad de Chile y reimpresos por la Universidad de Estrasburgo. Intensidad estimada VI grados Mercalli Modificada.	-31,800	-67,900
<b>4</b>	- <b>4 de julio de 1817, SANTIAGO DEL ESTERO:</b> Los mayores daños se reportaron al norte de la ciudad de Santiago, donde se desplomaron casas y se produjo el agrietamiento del suelo, los temblores duraron alrededor de una semana. Se estimó una intensidad de VIII grados Mercalli Modificada.	-28,000	-64,500
<b>5</b>	- <b>19 de enero de 1826, TUCUMÁN:</b> Produjo daños en las localidades de Candelaria, Trancas, Zárate y El Tala. Fue sentido muy fuerte en las ciudades de San Miguel de Tucumán y Santiago del Estero. Ocasionó algunas víctimas en la región de Trancas. Su intensidad fue de VII grados Mercalli Modificada.	-26,200	-65,250
<b>6</b>	- <b>18 de octubre de 1844, SALTA:</b> Afectó la ciudad de Salta, donde se reportaron importantes daños y destrucción en las viviendas, se sintió también muy fuerte en la ciudad de Jujuy. Las réplicas se sintieron hasta 10 días después. La intensidad fue de VII grados Mercalli Modificada.	-24,800	-64,700
<b>7</b>	- <b>20 de marzo de 1861, MENDOZA:</b> Se produjo el terremoto porcentualmente más destructivo de toda la historia argentina. Destruyó la ciudad de Mendoza y departamentos vecinos, dejó un saldo de 6.000 muertos sobre una población total de 18.000 habitantes. Su intensidad fue de IX grados Mercalli Modificada.	-32,900	-68,900
<b>8</b>	- <b>14 de enero de 1863, JUJUY:</b> Un movimiento de excepcional intensidad y duración se produjo en la ciudad de San Salvador de Jujuy, dañó seriamente las construcciones, en particular la Catedral y el Cabildo. La intensidad fue de VIII grados Mercalli Modificada.	-23,600	-65,000
<b>9</b>	- <b>9 de octubre de 1871, SALTA:</b> Un terrible terremoto sacude Orán y todo el norte argentino, reduce a escombros las edificaciones, produciendo la pérdida de muchas vidas. La intensidad del sismo fue de VIII grados Mercalli Modificada.	-23,100	-64,300
<b>10</b>	- <b>6 de julio de 1874, SALTA:</b> La ciudad de Orán es afectada por un terremoto, los recuerdos de 1871, produjo un éxodo a las ciudades de Jujuy y Salta, resultaron dañadas las construcciones del Cabildo, hospitales, escuelas y todas las casas del pueblo. La intensidad del sismo fue de VII grados Mercalli Modificada.	-23,000	-64,200

11	- <b>01 de febrero de 1879, TIERRA DEL FUEGO:</b> A las 05:00 de la madrugada se sintieron una serie de temblores, tan fuertes que fueron sentidos por todos, haciéndose difícil caminar. Causó la caída de objetos livianos, fue sentido en toda la región. Los reportes hablan de un temblor con una fuerza extraordinaria en la zona entre San Sebastián y Bahía Inútil. La intensidad del sismo fue de VII grados Mercalli Modificada.	-53,000	-70,670
12	- <b>19 de agosto de 1880, MENDOZA:</b> Fue a las 01:30, causó gran alarma en la población que salió a la calle, le siguió en intensidad al terremoto de 1861. Afectó a la ciudad de Mendoza, causó el derrumbe de murallas y caída de cornisas. En el fundo del "Melocotón", Tunuyán, se reportó la muerte de un menor de 14 años a causa del derrumbe de una pared. La intensidad del sismo fue de VI grados Mercalli Modificada.	-33,000	-69,000
13	- <b>23 de septiembre de 1887, SALTA:</b> Sismo destructivo en la zona limítrofe de Bolivia y Argentina, afectó a las poblaciones de Tarija y Yacuiba en Bolivia; Salvador Mazza y Campo Durán en el norte de Salta. El Servicio Sismológico de Bolivia estimó una intensidad de IX grados Mercalli Modificada.	-22,030	-63,700
14	- <b>5 de junio de 1888, BUENOS AIRES:</b> Afectó a todas las poblaciones de la costa del Río de la Plata, especialmente las ciudades de Buenos Aires y Montevideo. Produjo leves daños y su epicentro se localizó en el centro del río. La intensidad del sismo fue de VI grados Mercalli Modificada.	-34,600	-57,900
15	- <b>21 de marzo de 1892, CATAMARCA:</b> Fuerte terremoto en la localidad de Recreo, produjo la destrucción de las viviendas y ocasionó algunas víctimas. Fue sentido con regular intensidad en Tucumán. La intensidad del sismo fue de VII grados Mercalli Modificada.	-29,500	-65,000
16	- <b>27 de octubre de 1894, SAN JUAN:</b> El terremoto de mayor magnitud de la historia en Argentina, afectó el noroeste de San Juan, causó daños y víctimas en San Juan y La Rioja. Daños menores en Catamarca, Córdoba, San Luis y Mendoza. La intensidad máxima fue de IX grados en la escala Mercalli Modificada.	-29,800	-69,000
17	- <b>5 de febrero de 1898, CATAMARCA:</b> Causó la destrucción de Pomán y pueblos vecinos como Saujil y Mutquín. Fue sentido en las provincias de Salta, Tucumán, Santiago del Estero, La Rioja y norte de Córdoba. La intensidad del sismo fue de VIII grados Mercalli Modificada.	-28,450	-66,150
18	- <b>23 de marzo de 1899, SALTA:</b> Destruyó las poblaciones de Yacuiba (Bolivia), y la hoy llamada Salvador Mazza en Salta, la población huyó a Campo Durán. Su intensidad fue de VIII grados Mercalli Modificada.	-22,100	-63,800
19	- <b>12 de abril de 1899, LA RIOJA:</b> Dejó en ruinas la localidad de Jagüé, causó serios daños en Vinchina. Causó la muerte de 11 personas y varios heridos. Fue sentido en La Rioja, Catamarca, San Juan, Córdoba, Tucumán y Santiago del Estero. La intensidad máxima fue de VIII grados Mercalli Modificada.	-28,650	-68,400
20	- <b>12 de agosto de 1903, MENDOZA:</b> Afectó al Gran Mendoza, en particular Las Heras; afectó los pueblos de Uspallata, Punta de Vacas y Puente del Inca. Hubo 3 muertos e importantes daños en las construcciones de la ciudad. La intensidad del sismo fue de VII grados Mercalli Modificada.	-32,100	-69,100
21	- <b>17 de noviembre de 1906, TUCUMÁN:</b> Tafí del Valle y localidades vecinas fueron las más afectadas, hubo agrietamiento y derrumbe de paredes en los edificios. Fue sentido fuerte en toda la provincia. La intensidad se estimó en VII grados Mercalli Modificada.	-26,750	-65,700
22	- <b>11 de agosto de 1907, TUCUMÁN:</b> Fue percibido con mayor intensidad en las localidades de Monteros, La Cocha, Famaillá, Aguilares y Chumbicha en Catamarca. Produjo daños en las construcciones y gran alarma en la población. Su intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-27,200	-65,500

23	- <b>19 de noviembre de 1907, TIERRA DEL FUEGO:</b> Se reportaron daños en Punta Arenas (Chile), fue sentido en el sur Argentino. Según la Oficina Meteorológica Argentina, hubo un sismo premonitor a las 7:44, que duró 3 segundos y fue sentido en Ushuaia, Tierra de Fuego, la dirección fue de Oeste a Este. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-53,000	-70,500
24	- <b>5 de febrero de 1908, SALTA:</b> Afectó en gran medida a Metán, Rosario de la Frontera y poblaciones cercanas, se reportaron daños menores. El sismo fue sentido con regular intensidad en las provincias de Salta, Tucumán, Jujuy, Santiago del Estero y Catamarca. La intensidad fue VII grados Mercalli Modificada.	-25,200	-64,700
25	- <b>22 de septiembre de 1908, CÓRDOBA:</b> Produjo daños en Deán Funes, Cruz del Eje y Soto, localidades del noroeste de Córdoba. Fue sentido en las provincias de Córdoba, sur de Santiago del Estero, La Rioja y Catamarca. Su intensidad se estimó en VII grados Mercalli Modificada.	-30,100	-64,200
26	- <b>1 de febrero de 1909, SALTA:</b> Produjo daños en el pueblo de La Poma, Salta. Fue sentido en las provincias de Catamarca, Tucumán y Salta. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-24,700	-66,250
27	- <b>6 de noviembre de 1913, TUCUMÁN:</b> Fue percibido muy fuerte en toda la provincia y noreste de Catamarca, produjo daños en la Catedral de San Miguel de Tucumán, causó gran alarma en las poblaciones de Monteros y Famaillá. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-26,800	-65,100
28	- <b>27 de julio de 1917, MENDOZA:</b> Afectó al departamento Las Heras y sectores de la ciudad Capital. Produjo la caída de paredes y cornisas, en la ciudad algunas iglesias fueron cerradas debido a la magnitud de los daños. Hubo varias y fuertes réplicas. Su magnitud fue de VII grados Mercalli Modificada.	-32,300	-68,900
29	- <b>17 de diciembre de 1920, MENDOZA:</b> Destruyó Costa de Araujo y localidades aledañas en un radio de 50 km. Se estimó en 250 los muertos y gran número de heridos. Se formaron grietas en el terreno de las que surgía agua, en algunos lugares se formaron ciénagas. Su intensidad se estimó en VIII grados de la escala Mercalli Modificada.	-32,700	-68,400
30	- <b>14 de octubre de 1925, SALTA:</b> En Orán se sintió muy fuerte y prolongado, causó el agrietamiento de viviendas y gran alarma. La intensidad fue estimada en VI grados Mercalli Modificada.	-23,100	-64,400
31	- <b>14 de abril de 1927, MENDOZA:</b> En la ciudad hubo derrumbes de cornisas y agrietamiento de paredes, en Las Heras causó la destrucción de viviendas y agrietamiento en el terreno. Este terremoto causó daños y víctimas en Chile. La intensidad fue estimada en VIII grados Mercalli Modificada.	-32,000	-69,500
32	- <b>23 de mayo de 1929, MENDOZA:</b> Afectó a la capital provincial y al departamento Godoy Cruz. Produjo agrietamiento de paredes y caídas de muros. Causó gran pánico en la población pero no víctimas. Fue sentido en todo Cuyo. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-32,900	-68,900
33	- <b>30 de mayo de 1929, MENDOZA:</b> Destruyó las construcciones de Colonia Las Malvinas y Villa Atuel, departamento San Rafael. Causó la muerte de 30 personas y numerosos heridos. El sismo fue sentido hasta el norte San Juan, este de Buenos Aires, Neuquén y al sur de Río Negro. Su intensidad fue de VIII grados Mercalli Modificada.	-35,000	-68,000
34	- <b>23 de septiembre de 1930, SALTA:</b> El área epicentral se ubicó entre los pueblos de San Carlos y Angastaco, donde se reportaron daños importantes en viviendas y edificios públicos. La intensidad fue estimada en VI grados Mercalli Modificada.	-25,700	-66,000

35	- <b>24 de diciembre de 1930, SALTA:</b> Los daños más importantes se localizaron en La Poma, donde hubo derrumbes y agrietamiento de viviendas. Se informó de 31 muertos y 70 heridos. El sismo fue sentido en todo el noroeste argentino. Se estimó una intensidad de VIII grados Mercalli Modificada.	-24,700	-66,300
36	- <b>3 de abril de 1931, TUCUMÁN:</b> Ocasiónó daños moderados en las localidades de El Naranjo y El Sunchal, ubicadas en el flanco oriental de la Sierra de Medina. Alcanzó una intensidad de VII grados en la escala Mercalli Modificada.	-27,000	-65,000
37	- <b>12 de febrero de 1933, TUCUMÁN:</b> Provocó agrietamiento en las construcciones de los pueblos de Tapia, Raco y Tafí Viejo, localidades ubicadas unos 30 km al noroeste de San Miguel de Tucumán, donde también se sintió fuerte. La intensidad del sismo fue de VI grados Mercalli Modificada.	-26,600	-65,350
38	- <b>11 de junio de 1934, CÓRDOBA:</b> Afectó a la localidad de Sampacho, al sur de la provincia, donde el 90% de las construcciones resultaron dañadas. Fue sentido en todo el sur de Córdoba, oeste de Santa Fe, norte de La Pampa y sur de San Luis. Se estimó una intensidad de VIII grados Mercalli Modificada.	-33,500	-64,500
39	- <b>22 de mayo de 1936, SAN LUIS:</b> Produjo daños considerables en las poblaciones de San Martín, San Francisco del Monte de Oro, Quines, Villa Praga y Las Chacras, ubicadas en el extremo norte de la Sierra de San Luis. El sismo fue sentido en Cuyo y Córdoba. Su intensidad fue de VIII grados Mercalli Modificada.	-32,600	-66,000
40	- <b>23 de noviembre de 1936, MENDOZA:</b> Afectó al departamento Rivadavia, donde muchas viviendas resultaron dañadas. Se sintió en San Juan y Mendoza. Se estimó una intensidad de VI grados Mercalli Modificada.	-33,300	-68,750
41	- <b>3 de julio de 1941, SAN JUAN:</b> Ocasiónó daños y un número reducido de víctimas en los departamentos del este de la provincia, especialmente en Caucete y 25 de Mayo. Se reportaron daños menores en Albardón, Angaco y Sarmiento. Se estimó una intensidad de VII grados Mercalli Modificada.	-31,800	-67,800
42	- <b>5 de julio de 1942, MENDOZA:</b> Sismo destructivo en Cañada Seca, Salto de las Rosas y Las Malvinas; San Rafael, Mendoza. Su intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-34,750	-68,250
43	- <b>15 de enero de 1944, SAN JUAN:</b> Destruyó la provincia de San Juan y departamentos vecinos. Causó alrededor de 10.000 muertos sobre una población de 90.000 habitantes. También ocasionó daños en el norte de la provincia de Mendoza. La intensidad máxima del terremoto fue de IX grados Mercalli Modificada.	-31,400	-68,400
44	- <b>16 de enero de 1947, CÓRDOBA:</b> Produjo gran alarma y daños en las construcciones de Huerta Grande, Villa Giardino, La Falda y Valle Hermoso. En la ciudad de Córdoba hubo caídas de muros y tapias. Se estimó una intensidad de VII grados Mercalli Modificada.	-31,100	-64,500
45	- <b>21 de enero de 1948, CORRIENTES:</b> Afectó principalmente a Monte Caseros y Curuzú Cuatiá, en la provincia de Corrientes, donde se reportaron daños en las construcciones y alarma en la población. Fue sentido muy fuerte en Chaján y San José de Feliciano. Su intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-30,500	-58,000
46	- <b>25 de agosto de 1948, SALTA:</b> El departamento más afectado fue el de Anta, los mayores daños se reportaron en las localidades de Palomitas, La Trampa, Santa Rita y Las Pavas, donde se cayeron algunas casas y se formaron grietas en el suelo. El sismo se sintió en todo el norte argentino. La intensidad fue de IX grados Mercalli Modificada.	-24,900	-64,800

47	- 17 de diciembre de 1949, TIERRA DEL FUEGO: Se produjo el terremoto más importante del sur argentino. Tuvo su epicentro al oeste de la isla de Tierra del Fuego y afectó a las poblaciones de la isla y el sur de la provincia de Santa Cruz. Su intensidad fue de VIII grados Mercalli Modificada.	-54,000	-68,770
48	- 11 de junio de 1952, SAN JUAN: Afectó los departamentos de Pocito, Zonda y Ullum. Los daños más importantes se registraron en las localidades de El Abanico, Villa Aberastain, La Rinconada y Carpintería en Pocito; también en el pueblo de Zonda. Se estimó una intensidad de VIII grados Mercalli Modificada.	-31,600	-68,600
49	- 28 de mayo de 1955, CÓRDOBA: Afectó a Villa Giardino, departamento Punilla, fue registrado y sentido en la ciudad de Córdoba, causó gran alarma en la población. El sismo fue sentido en todo Cuyo y Chile central. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-30,800	-65,200
50	- 24 de octubre de 1957, LA RIOJA: Fue sentido en todo el oeste de la provincia, ocasionó daños de consideración en la localidad de Villa Castelli, Vinchina y Villa Unión, localidades ubicadas en el faldeo oriental de la Sierra de Umango. La intensidad del sismo fue de VII grados Mercalli Modificada.	-28,900	-68,000
51	- 12 de mayo de 1959, SALTA: Las zonas más afectadas fueron los departamentos de Orán y San Martín. En el pueblo de San Andrés, 60 km al oeste de Orán, produjo los mayores daños, destruyó viviendas y produjo el deslizamiento de laderas en los cerros. Se estimó la intensidad en VIII grados Mercalli Modificada.	-23,180	-64,650
52	- 21 de octubre de 1966, CATAMARCA: El área epicentral estuvo cerca del pueblo de Belén, donde se produjeron los mayores daños en las construcciones, tales como agrietamientos y desprendimiento de mamposterías. La intensidad fue de VII grados Mercalli Modificada.	-27,720	-67,340
53	- 30 de octubre de 1966, SALTA: Produjo daños moderados en las construcciones y gran alarma en la población de Tartagal, el sismo fue en horas de la madrugada y fue acompañado de réplicas de menor intensidad. Su intensidad fue de VI grados en la escala Mercalli Modificada.	-22,400	-63,900
54	- 10 de noviembre de 1966, SAN JUAN: Afectó la localidad de Media Agua, fue sentido fuerte en San Juan y norte de Mendoza. Se reportaron daños menores en las construcciones tales como grietas en las paredes. El sismo causó gran confusión y pánico en la población. Tuvo una intensidad de VI grados en la escala Mercalli Modificada.	-31,950	-68,400
55	- 25 de abril de 1967, MENDOZA: Causó derrumbes de las construcciones de adobe y edificios antiguos, se formaron grietas en paredes y rotura de vidrios, especialmente en el departamento Las Heras y en la Capital. Se sintió muy fuerte en el valle de Uspallata. La intensidad del sismo fue de VI grados Mercalli Modificada.	-32,700	-69,000
56	- 15 de octubre de 1968, CHACO: Las localidades afectadas fueron Corzuela y Campo Largo, donde produjo grietas en paredes de ladrillo y caída de revoques. Se sintió también en Avia Terai, Roque Sáenz Peña y Las Breñas. Con menor intensidad en Quitilipi, Machagai y La Tigra. La intensidad del sismo fue de VI grados Mercalli Modificada.	-26,870	-60,880
57	- 26 de septiembre de 1972, SAN JUAN: Produjo leves daños en la localidad de Mogna, causando derrumbes en los faldeos de los cerros cercanos a esta población. El sismo fue sentido en San Juan, Mendoza, San Luis y sur de La Rioja; con menor intensidad en Córdoba. Su intensidad máxima fue de VI grados Mercalli Modificada.	-30,907	-68,210

58	- <b>19 de noviembre de 1973, JUJUY:</b> El evento fue violento y prolongado, causó pánico y lesionados. Los mayores daños se registraron en la zona comprendida entre Santa Clara, Arroyo Colorado, Apolinario Saravia y Las Lajitas. El sismo fue sentido desde Paraguay hasta San Antonio de los Cobres y desde Tartagal a Tucumán. Se estimó una intensidad de VII Mercalli Modificada.	-24,578	-64,588
59	- <b>17 de agosto de 1974, SALTA:</b> Sismo de corta duración que afectó la población de Orán, donde se registraron daños materiales de importancia, varios edificios quedaron inhabitables. Fue sentido fuerte en Tabacal, Pichanal y Embarcación. La intensidad fue de VII grados Mercalli Modificada.	-23,000	-64,000
60	- <b>7 de junio de 1977, LA RIOJA:</b> Afectó las poblaciones de Patquía y San Ramón en La Rioja y Valle Fértil en la provincia de San Juan. Produjo grietas y daños menores en las construcciones de adobe. Fue sentido con menor intensidad en Villa Unión y Vinchina. Su intensidad fue VII grados en la escala Mercalli Modificada.	-29,743	-67,802
61	- <b>23 de noviembre de 1977, SAN JUAN:</b> Destruyó las construcciones del departamento Caucete, la duración del terremoto superó largamente el minuto en su fase destructiva. Causó la muerte de 65 personas y más de 300 heridos graves. Afectó los departamentos de 25 de Mayo, Sarmiento, Pocito y norte de Mendoza, donde las construcciones de adobe fueron destruidas en más de un 50%. La intensidad máxima del sismo fue IX grados Mercalli Modificada.	-31,041	-67,764
62	- <b>6 de diciembre de 1977, SAN JUAN:</b> Fuerte réplica del terremoto de Caucete, del 23 de noviembre, produjo daños en las ya debilitadas construcciones de Caucete y departamentos vecinos. Su intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-31,238	-67,901
63	- <b>17 de enero de 1978, SAN JUAN:</b> Réplica del terremoto del 23 de noviembre de 1977, sentida muy fuerte en toda la provincia. Produjo daños menores en el departamento Albardón. Fue sentido con una intensidad de VI grados Mercalli Modificada.	-31,251	-67,998
64	- <b>9 de mayo de 1981, TUCUMÁN:</b> Produjo daños en las construcciones de los pueblos de Burreyacú y Villa Benjamín Aráoz, ubicadas 45 km al noreste de la capital de la provincia. Causó alarma en los habitantes de Tucumán y Santiago del Estero. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-26,571	-64,896
65	- <b>26 de enero de 1985, MENDOZA:</b> Causó daños considerables en los departamentos del Gran Mendoza. Se reportaron pocas víctimas y heridos. La mayor destrucción se observó en los departamentos de Godoy Cruz y Las Heras. Resultaron más afectadas las construcciones de adobe o de ladrillos antiguas. La intensidad del sismo fue de VIII grados Mercalli Modificada.	-33,120	-68,820
66	- <b>29 de febrero de 1992, TUCUMÁN:</b> Fuerte sismo en el norte de la provincia, se reportaron daños en Los Nogales, departamento Tafí Viejo y Timbó, departamento Burreyacú. El sismo fue sentido con regular intensidad en San Miguel de Tucumán, que fue de VI grados en la escala Mercalli Modificada.	-26,689	-64,936
67	- <b>8 de junio de 1993, SAN JUAN:</b> Fue sentido fuerte en varias localidades de las provincias de San Juan, Mendoza y en Illapel, Chile, ocasionó daños leves en el departamento Calingasta, San Juan. La intensidad del sismo fue estimada en VI grados Mercalli Modificada.	-31,560	-69,234
68	- <b>30 de octubre de 1993, SAN JUAN:</b> Afectó la localidad de Barreal, departamento Calingasta, San Juan, causando gran alarma en la población como así también, a los pobladores del valle de Uspallata en Mendoza. Fue sentido también en Córdoba y San Luis. El mismo tuvo una intensidad de VI grados Mercalli Modificada.	-31,704	-68,232

69	- <b>16 de diciembre de 1993, JUJUY:</b> Una serie de temblores alarmaron a la población de San Francisco, departamento Valle Grande, se reportaron daños en las construcciones y deslizamientos de laderas. Algo similar sucedió en Pampichuela, Valle Grande y Serranías de Calilegua. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-23,567	-65,016
70	- <b>17 de junio de 1997, SANTIAGO DEL ESTERO:</b> Se reportaron daños en Termas de Río Hondo, tales como grietas en las paredes y techos de las viviendas. Sentido en Santiago del Estero, Tucumán y Catamarca. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-27,744	-64,753
71	- <b>28 de mayo de 2002, LA RIOJA:</b> Terremoto que afectó al departametro Castro Barros, causó 27 heridos leves, más de un centenar de viviendas destruidas o dañadas en Aminga, Anillaco, Chuquis, Pinchas, Agua Blanca, Los Molinos y Anjullón. La intensidad fue de VIII grados Mercalli Modificada.	-29,106	-66,839
72	- <b>4 de agosto de 2003, ISLAS ORCADAS:</b> Importantes daños en las instalaciones militares de las islas. La intensidad fue de VII grados Mercalli Modificada.	-60,532	-43,411
73	- <b>7 de septiembre de 2004, CATAMARCA:</b> Terremoto en Los Ángeles, Pomán y Saujil. Su intensidad fue de VII grados Mercalli Modificada en el sur de Catamarca y norte de La Rioja; V Mercalli Modificada en Tucumán y Santiago del Estero, III Mercalli Modificada en Jujuy, Salta, San Juan, Mendoza, San Luis y norte de Córdoba; II Mercalli Modificada Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes, La Pampa y Buenos Aires.	-28,600	-66,140
74	- <b>5 de agosto de 2006, MENDOZA:</b> Sismo destructivo en el área del anticlinal de Barrancas. No se reportaron víctimas, pero sí daños materiales en viviendas no sismorresistentes en los departamento de Lujan, Maipú, Guaymallén, Las Heras, Godoy Cruz, Capital, San Martín, Junín y Rivadavia. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-33,215	-68,933
75	- <b>10 de diciembre de 2008, MENDOZA:</b> Se reportaron daños en las construcciones en Potrerillos. En la ciudad y departamentos de Mendoza, se sintió más débil. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-32,941	-69,265
76	- <b>27 de febrero de 2010, SALTA:</b> Sismo destructivo en el departamento Cerrillos, provincia de Salta. Se reportaron 2 muertos e importantes daños materiales en las construcciones no sismorresistentes. La intensidad fue de VII grados Mercalli Modificada.	-24,872	-65,602
77	- <b>21 de febrero de 2011, TUCUMÁN:</b> Se informó daños en Ranchillos, Agua Dulce, Estación Aráoz y Vipos, Tucumán. Se sintió en Tucumán y Santiago del Estero. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-27,174	-64,983
78	- <b>6 de octubre de 2011, JUJUY:</b> Sentido muy fuerte en San Salvador de Jujuy, donde hubo rotura de vidrios y mampostería en las viviendas. Fue sentido en todo el noroeste argentino. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-24,248	-64,352
79	- <b>17 de octubre de 2015, SALTA:</b> Terremoto en El Galpón, Salta. Se reportó 1 muerto y 30 heridos. Hubo 170 viviendas dañadas, 20 debieron ser demolidas y otras apuntaladas. La intensidad fue de VII grados Mercalli Modificada.	-25,510	-64,460
80	- <b>20 de noviembre de 2016, SAN JUAN:</b> Sismo muy fuerte en la provincia de San Juan sentido en Mendoza, San Luis, Córdoba y La Rioja. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada.	-31,630	-68,660

**Observaciones.**

Cuando se hace referencia a víctimas se está indicando personas afectadas, es decir: heridos, muertos y/o desaparecidos.

Por otra parte las descripciones para cada sismo son solamente informativas, y se han tenido en consideración únicamente los datos y daños más significativos.

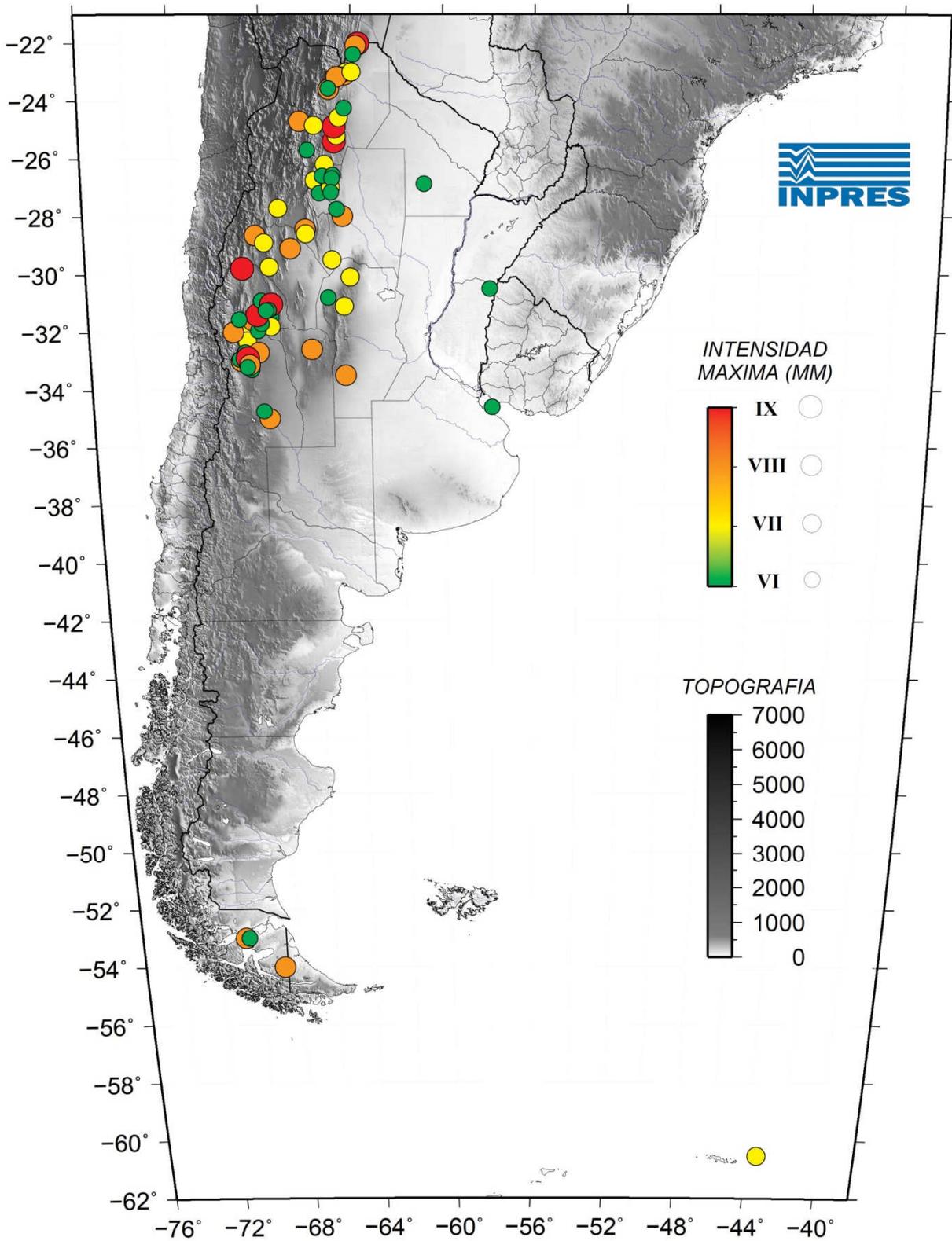


Figura 12. Terremotos históricos ocurridos en la República Argentina

### **II.3. Red Nacional de Estaciones Sismológicas (RNES)**

El INPRES tiene a su cargo la construcción, instalación, operación y mantenimiento de la RED NACIONAL DE ESTACIONES SISMOLÓGICAS (RNES). Esta Red está integrada, actualmente, por 50 estaciones distribuidas en todo el país (Figura 13). La mayor parte de ellas están comunicadas a la sede central del INPRES en tiempo real, por medio de telemetría en diferentes formas (UHF, VHF, teléfono o satélite). Esto permite que los analistas dispongan de los registros sísmicos en forma instantánea, facilitando la tarea de localización y caracterización de los sismos en pocos minutos después de ocurridos, en cualquier lugar del mundo.

Debido a la alta sensibilidad del equipamiento sismográfico, el emplazamiento de una estación sismológica debe realizarse en lugares preferentemente apartados, para evitar captar las vibraciones producidas por rutas, ciudades, fábricas, trenes, etc. (ruido cultural) y las producidas por lagos, ríos, bosques, viento, etc. (ruido natural). Además, el sensor debe ser colocado en túneles o pozos sobre roca dura, de ese modo se logra minimizar el ruido propio del terreno y con ello obtener una mayor amplificación, lo que permite registrar la microactividad de las zonas bajo estudio.

Esta Red Nacional de Estaciones Sismológicas se incrementa año a año su número, de acuerdo con un proyecto general diseñado por el INPRES, que tiene como objetivo registrar la sismicidad en todo el territorio nacional, con el mayor detalle posible.

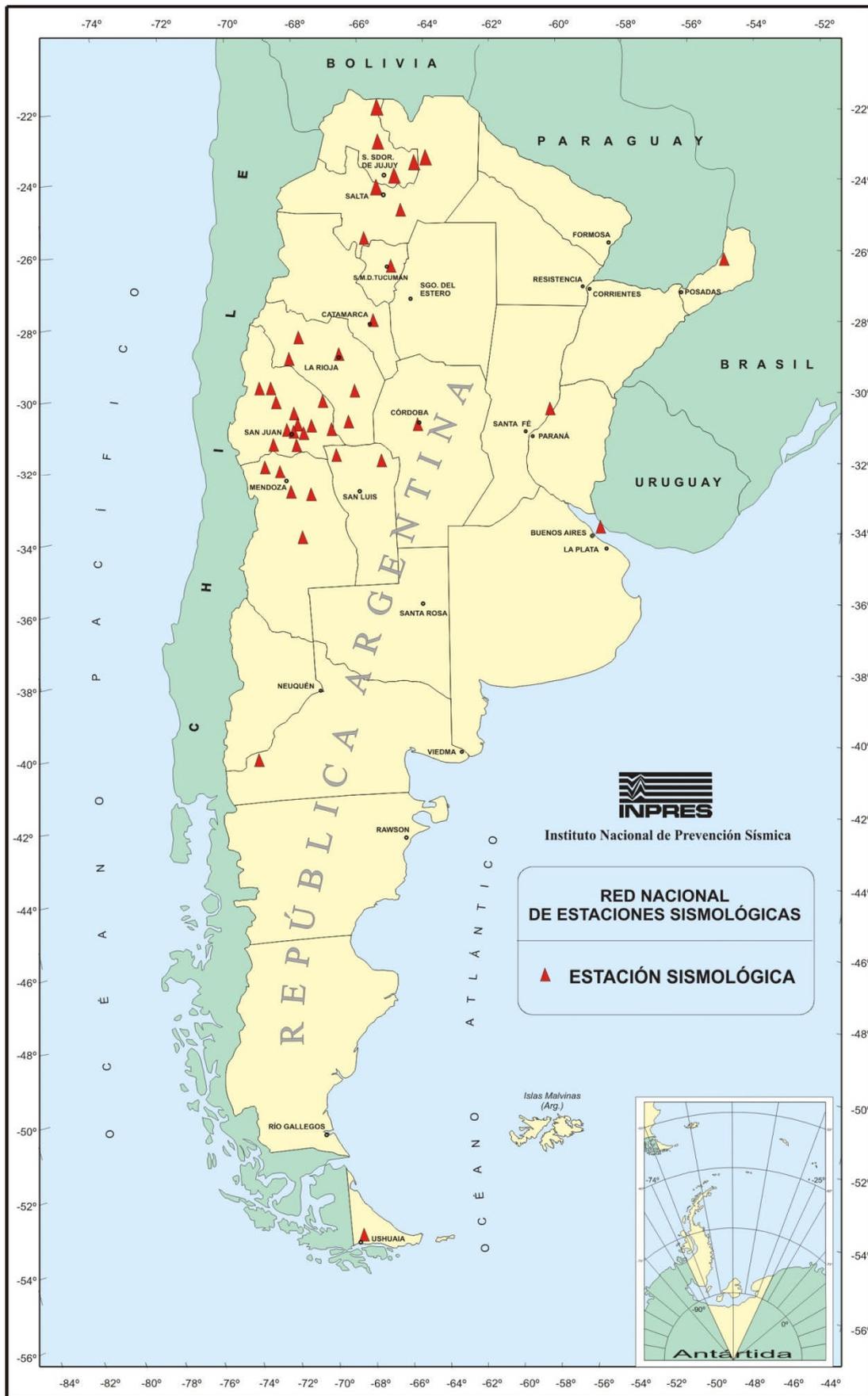


Figura 13. Red Nacional de Estaciones Sismológicas

## II.4. Origen, Objetivo y Avances de la Ingeniería Sismorresistente en Nuestro País

La ingeniería Sismorresistente es la rama de la Ingeniería Civil que se encarga de estudiar el comportamiento de las construcciones (edificios, puentes, presas de embalse, etc.) ante sismos, así como los materiales y métodos constructivos, con el propósito de fijar pautas (que se traducen en reglamentos, recomendaciones, publicaciones, etc.), que permitan proyectar, construir y reforzar obras que se comporten adecuadamente ante los sismos, a fin de mitigar los efectos que estos fenómenos producen en las mismas.



Figura 14. Daños en una Iglesia de San Juan.  
Terremoto del 15 de enero de 1944.

El nacimiento de esta disciplina en nuestro país, está íntimamente relacionado con la ocurrencia del Terremoto de San Juan el 15 de enero de 1944. La normativa existente hasta ese momento se limitaba a Ordenanzas Municipales, orientadas fundamentalmente a aspectos urbanos y edilicios. No se contaba con un reglamento que tratara el tema de la seguridad de las construcciones en forma integral, y se disponía solamente de prescripciones puntuales, muchas de ellas sin un respaldo técnico adecuado.

El terremoto del 15 de enero de 1944 produjo en el Gran San Juan (Capital y alrededores), que contaba con una población estimada de 90.000 habitantes, aproximadamente 10.000 muertos, un elevadísimo número de heridos y la destrucción total de alrededor del 80% de las construcciones existentes, incluyendo edificios públicos e industriales (Figuras 14 y 15). Además ocasionó una importante recesión económica que, más allá de las pérdidas materiales directas, puso en peligro la vendimia y otras labores agrícolas por el éxodo de la mano de obra.

Las primeras medidas de emergencia y de socorro a las víctimas fueron adoptadas por el gobierno en forma decidida, pero con todas las fallas propias de la improvisación. Las funciones municipales relacionadas con la demolición de construcciones seriamente dañadas, así como el control de la ejecución de viviendas de emergencia, fueron de hecho, asumidas por el Gobierno Provincial.

Dada la envergadura de la emergencia, el Gobierno Nacional dispuso la creación de un organismo autárquico, denominado «**Consejo de Reconstrucción de San Juan**», dependiente del Poder Ejecutivo Nacional, a través del Ministerio del Interior (Decreto N° 17.432 del 01-07-44). Entre las atribuciones que dicho organismo tenía, podemos citar.



Figura 15. Daños en construcciones de una calle céntrica de San Juan.  
Terremoto del 15 de enero de 1944.

**1**

**Elaboración del Código de Edificación de la Provincia de San Juan, de aplicación obligatoria en toda obra pública o privada a construir dentro de la Provincia.**

**2**

**Organización de una Oficina de Control del cumplimiento de las reglamentaciones insertas en dicho Código (Policía Edilicia), encargada de revisar y aprobar proyectos de obras públicas y privadas, dando énfasis al diseño estructural sismorresistente, y ejerciendo un severo control en todas las etapas del proceso constructivo de tales obras.**

De esta manera el gobierno nacional asumió funciones que, aunque perteneciente originariamente al ámbito municipal, fueron delegadas transitoriamente por los mismos municipios al Poder Ejecutivo Provincial.

El cuerpo técnico del Consejo de Reconstrucción elaboró el «**Código de la Edificación de la Provincia de San Juan**», el que constó de tres partes fundamentales:

- **I - Prescripciones Generales y Administrativas.**
- **II - Prescripciones de Estabilidad.**
- **III - Prescripciones Edilicias.**

En la Parte II se establecieron las prescripciones técnicas para el diseño, cálculo y construcción de estructuras sismorresistentes. Constituyeron en el país el primer reglamento de alcance provincial para construcciones de este tipo, y fue aplicado en forma integral y con carácter **obligatorio**. (el Código se puso en vigencia por Resolución N° 5580 del Honorable Consejo de Reconstrucción de San Juan, de fecha 31-07-51).

El «Consejo de Reconstrucción de San Juan» extendió su accionar al resto del país, construyendo e instalando las primeras estaciones sismológicas en algunas provincias, por lo que se transformó en el **«Consejo Nacional de Construcciones Antisísmicas y de Reconstrucción de San Juan»- CONCAR** – (Ley Nacional N° 16405 del 30-07-64), con algunas nuevas funciones respecto de su antecesor.

En el año 1973 el Gobierno de la Provincia de San Juan asume las funciones de **Planeamiento Urbano y Policía Edilicia** en todo el ámbito de la Provincia, a través de la **«Dirección de Planeamiento y Desarrollo Urbano»** –D.P.D.U. – (creada por Ley Provincial N° 3769 del 18-01-73).

La Nación asume su responsabilidad en cuanto a la prevención sísmica del país, creando el **Instituto Nacional de Prevención Sísmica -INPRES-** (ley Nacional N° 19616 del 08-05-72), quien tiene entre sus funciones de Elaborar y actualizar los Reglamentos para construcciones sismorresistentes a nivel nacional.

La experiencia adquirida por la ocurrencia de terremotos en nuestro país y en el mundo, provoca un avance continuo en el conocimiento de los efectos del fenómeno en las construcciones y, en consecuencia, una permanente actualización de los Reglamentos.

Los cambios más importantes producidos en los Reglamentos para construcciones sismorresistentes fueron.

1

**Año 1970 -Normas Antisísmicas CONCAR 70- promulgadas por el Consejo Nacional de Construcciones Antisísmicas y de Reconstrucción de San Juan. Adopta el capítulo VII del Proyecto de Reglamento Argentino para Estructuras de Hormigón (P.R.A.E.H.), y las pone en vigencia en forma obligatoria en el ámbito provincial. Es adoptado prácticamente por la totalidad de las provincias.**

2

**Año 1980 -Normas Antisísmicas Argentinas (N.A.A.80)- elaboradas por el INPRES. Se vuelca la experiencia del terremoto del 23-11-77 de Cauce – San Juan-. De aplicación en todo el territorio nacional.**

3

**Año 1984 Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes: Reglamento INPRES -CIRSOC 103- elaboradas por el INPRES y el Centro de Investigaciones de los Reglamentos de Seguridad para las Obras Civiles (CIRSOC). De aplicación en todo el territorio nacional.**

4

**Año 2013 Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes: Reglamento INPRES – CIRSOC 103- Parte II Construcciones de Hormigón Armado y Parte IV Construcciones de Acero. De aplicación en todo el territorio nacional.**

5

**Año 2017 Parte I Construcciones en General. De aplicación en todo el territorio nacional.**

6

**Año 2017 Parte V Soldaduras de Estructuras de Acero Sismorresistentes. De aplicación en todo el territorio nacional.**

7

**Año 2017 Parte III Construcciones de Mampostería.**

8

**Año 2017 Puentes de Hormigón Armado.**



Los Reglamentos, actualmente en vigencia, son de aplicación obligatoria en toda obra pública nacional, por parte de los responsables de su proyecto, ejecución y control.

Dado el régimen federal de nuestro país, en las obras públicas y/o privadas de carácter provincial o municipal, son las autoridades provinciales competentes las encargadas de velar por el cumplimiento de la reglamentación.

Hasta el presente, la mayoría de las provincias han adoptado el reglamento INPRES – CIRSOC 103. En el caso particular de San Juan, dicha normativa se encuentra vigente en todo el ámbito provincial, para las obras públicas y privadas.

## II.5. Propiedad Privada y Control Estatal

La aplicación del Reglamento INPRES CIRSOC 103 para Construcciones Sismorresistentes, en las etapas de proyecto y ejecución de las obras, asegura el no colapso de la estructura durante sismos muy severos de ocurrencia extraordinaria, cubriendo así uno de los aspectos fundamentales de la Prevención Sísmica, esto es, evitar pérdida de vidas humanas.

Partiendo del principio de que la seguridad pública es responsabilidad del Estado, la aplicación de Reglamentos para construcciones sismorresistentes en las obras públicas nacionales, provinciales y municipales resulta, de hecho, obligatoria.

En las obras privadas, se presenta con frecuencia un planteamiento del propietario respecto al cumplimiento de las prescripciones reglamentarias, ante el conflicto de Propiedad

Privada y Control Estatal. En este caso debe tenerse muy en cuenta el destino de la construcción puesto que, en aquellas cuyo funcionamiento implica la presencia de terceros (industrias, comercios, hoteles, etc.), el Estado debe exigir el cumplimiento de la reglamentación vigente en salvaguardia de la seguridad pública.

En las obras destinadas a vivienda, erróneamente se piensa que no estaría en juego la seguridad pública. Sin embargo debe considerarse que ésta es la suma de las seguridades individuales. Además, existen algunos factores a tener en cuenta, que reafirman la necesidad de la intervención del Estado a los fines de la exigencia del cumplimiento de los reglamentos sismorresistente, tales como.

- ✓ *La posibilidad de venta, alquiler o cambio de destino de la vivienda, lo que transferiría a sus nuevos ocupantes (permanentes o transitorios) el riesgo que pudo asumir, en su momento, el propietario original por la inobservancia de la reglamentación.*
- ✓ *La construcción de viviendas con fines comerciales por parte de empresas privadas, resultando en este caso el futuro ocupante de la misma, el que asume el riesgo que originalmente, en su carácter de propietario, pudo asumir el empresario.*
- ✓ *El hecho inobjetable de que, ante una situación de emergencia (como el caso de un terremoto), es el Estado, con todas sus instituciones, quien debe asistir a los damnificados. Es decir, el riesgo que puede estar dispuesto a asumir en principio el propietario, resulta transferido en parte al Estado.*

**Ante estas situaciones, resulta innegable la necesidad de la intervención del Estado como ente controlador de la aplicación del Reglamento para las Construcciones Sismorresistentes INPRES-CIRSOC 103, en cumplimiento de uno de sus roles fundamentales, que es la seguridad pública.**

## **II.6. Concepto Elemental para Interpretar los Efectos de un Terremoto en las Construcciones y en los Objetos**

### **II.6.1. Efectos en las construcciones.**

Podemos interpretar el efecto de un terremoto en las construcciones, como un movimiento brusco de sus fundaciones. Los parámetros que permiten estudiar las características de dicho movimiento y su efecto en las estructuras, son: el desplazamiento, la velocidad, la aceleración, la energía liberada, etc., todos en función del tiempo (pues es un efecto dinámico). Estos datos se obtienen del procesamiento de la información registrada por instrumental adecuado (sismógrafos, acelerógrafos, etc.).

El efecto que el viento produce en distintos elementos se puede representar por una fuerza horizontal en la dirección y sentido del mismo, cuya magnitud depende de su velocidad y de la superficie expuesta. Este fenómeno es intuitivamente interpretado por las personas que, ante la acción de un fuerte viento, se colocan de costado a la dirección del mismo, disminuyendo la superficie expuesta y, en consecuencia, la fuerza horizontal provocada.

A fin de interpretar intuitivamente el efecto que un sismo provoca en las construcciones, observemos lo que sentimos cuando viajamos de pie en un colectivo (Figura 16); nosotros representaríamos el edificio, nuestros pies, las fundaciones, y el piso del vehículo, el terreno de fundación. Cada vez que el colectivo experimenta un cambio en la velocidad (esto es una aceleración), sentimos una fuerza horizontal que nos empuja hacia atrás o hacia adelante según sea que arranque (aceleración positiva) o frene (aceleración negativa).

El valor de dicha fuerza dependerá de la aceleración del vehículo (que representaría el movimiento sísmico), y de nuestro peso (que representa la masa del edificio). Resulta evidente que cuanto mayor sea la aceleración y el peso, mayor será la fuerza experimentada.

De esta manera, en forma muy simplificada podemos interpretar el efecto del sismo en las construcciones como *una fuerza horizontal* cuyo valor se determina en función de la aceleración del terreno y de la masa del edificio.

La aceleración provocada por el sismo en el terreno puede tener cualquier dirección y sentido, y se representa a través de tres componentes: dos horizontales perpendiculares entre sí (por ejemplo norte-sur y este-oeste) y una vertical.

Las fuerzas horizontales son las principales responsables de los daños en las estructuras, y tienden a «volcar» los edificios; las verticales afectan fundamentalmente a partes estructurales en voladizo, tales como aleros y balcones.

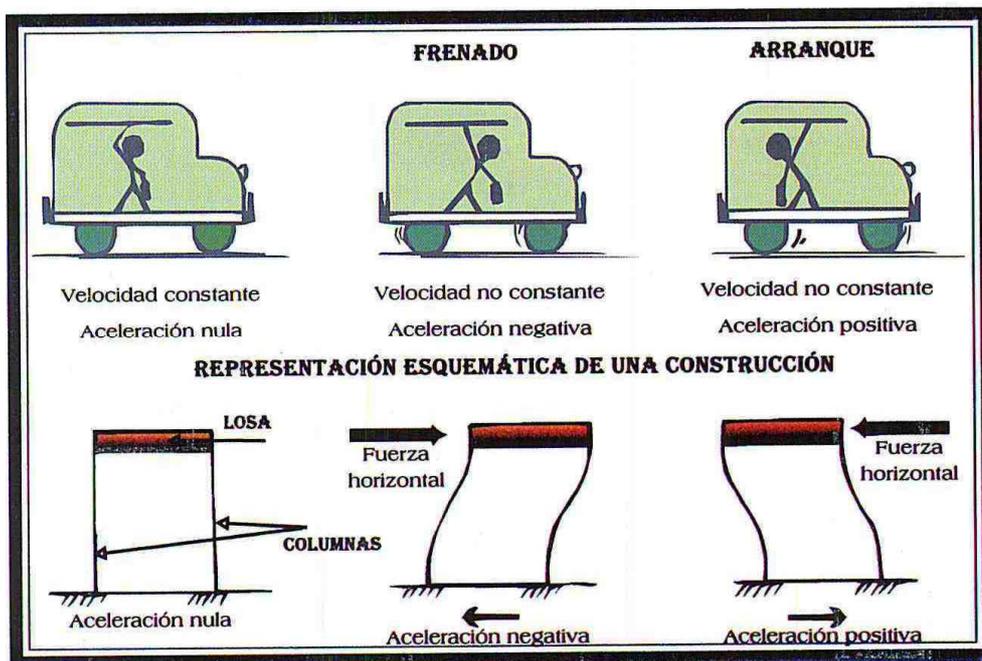


Figura 16. Representación esquemática del efecto del sismo en las personas y en las construcciones

## II.6.2. Efectos en los objetos.

Lo visto anteriormente es válido para cualquier elemento expuesto a la acción de un sismo. Es decir que un objeto cualquiera experimentará durante un sismo, fuerzas horizontales y verticales adicionales a su propio peso, las que serán proporcionales a la masa del mismo (Figura 17).

Si bien el sismo constituye un fenómeno dinámico, cuyo estudio implica tener en cuenta innumerables variables, podemos, en forma simplificada, considerar su efecto a través de la acción de tres fuerzas, adicionales al peso propio: dos fuerzas horizontales (según dos direcciones perpendiculares) y una fuerza vertical, aplicadas en el centro de gravedad (lugar donde se puede considerar concentrado el peso) del elemento.

La cuantificación de estas fuerzas es una tarea que necesita de la consideración de una serie de factores, tales como: las características del sismo, las condiciones del suelo, el tipo de estructura (sus características resistentes, estáticas y dinámicas), etc. No obstante, a los fines de evaluar este efecto en los elementos comunes en el hogar, la oficina, etc., se pueden considerar dichas fuerzas con un valor igual al peso del elemento, aplicadas en su centro de gravedad.

Este criterio debe utilizarse para realizar una revisión a conciencia de todos los objetos existentes en una vivienda, oficina, aula, etc., a fin de evitar el posible vuelco o caída de los mismos ante la ocurrencia de un sismo.

#### REFERENCIAS

- P** : peso del elemento  
**Fs1** : fuerza sísmica en la  
**Fs2** : dirección horizontal 1 ó 2  
**Fsv** : fuerza sísmica vertical.

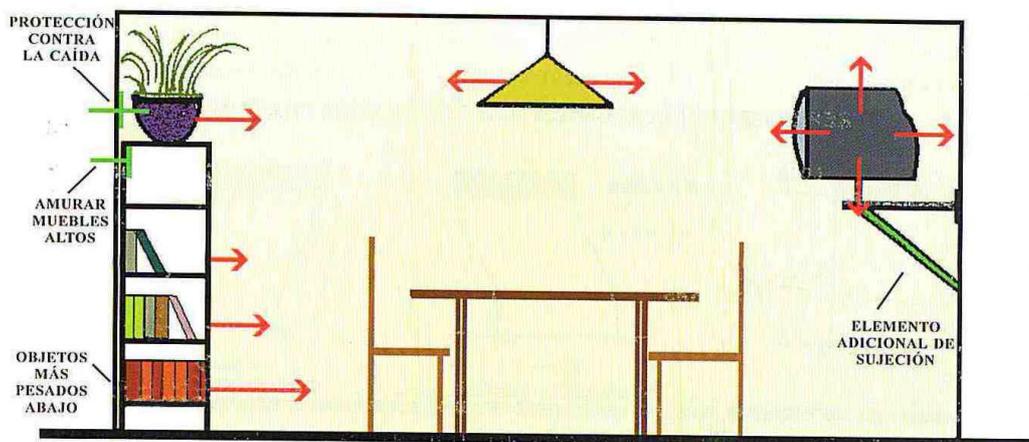
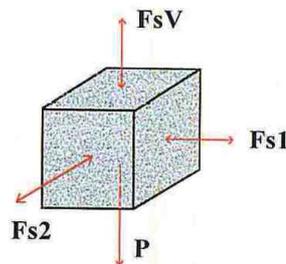


Figura 17. Efectos de las fuerzas sísmicas sobre los objetos

En función de lo antes indicado y como se observa en la (Figura 17), surge la conveniencia de:

- ✓ *Amurar los muebles altos.*
- ✓ *Colocar los objetos más pesados en los estantes inferiores.*
- ✓ *Evitar ubicar elementos pesados (tales como floreros) en lugares altos, sin una protección especial contra su caída.*
- ✓ *Verificar la estabilidad de los elementos y considerar un peso adicional igual a su propio peso, etc.*

## II.7. Red Nacional de Acelerógrafos (RNA)

El INPRES, tiene a su cargo la instalación y el mantenimiento de la RED NACIONAL DE ACELERÓGRAFOS (RNA). La misma cuenta en la actualidad con 160 aparatos, distribuidos en todo el país, como puede apreciarse en la (Figura 18). Se han incorporado avances tecnológicos en la materia, como por ejemplo, el registro digital, la adquisición de datos directamente a través de una computadora personal (P.C.), la obtención de registros de muy alta definición, y la posibilidad del manejo a distancia, por medio de la Vía Modem (comunicación con el aparato instalado en cualquier lugar del país por teléfono, desde la sede del INPRES, a través de una computadora) (Figura 19).

Para la ingeniería sismorresistente las aceleraciones constituyen un parámetro de fundamental importancia para el estudio del efecto de los sismos en las construcciones. El acelerógrafo es un instrumento que permite obtener un gráfico, que se denomina acelerograma (Figura 20), el cual muestra la variación de las aceleraciones en el lugar de su emplazamiento, en función del tiempo. Estos registros, permiten conocer las fuerzas que actúan sobre una estructura ante la ocurrencia de un terremoto de características destructivas (que se denomina terremoto de diseño).

El sismo de diseño, es el resultado del análisis de los diferentes terremotos registrados en el país y en otros lugares del mundo con características sísmicas similares a las nuestras. En general, se adopta el movimiento más destructivo que puede ocurrir en una determinada zona, con una recurrencia de 500 años (es decir, que ocurre, en promedio, una vez cada 500 años).

La peligrosidad sísmica, que es la probabilidad de que ocurran movimientos sísmicos de una cierta intensidad, en una zona durante un período de tiempo determinado depende del nivel de sismicidad de cada zona. El *Mapa de Zonificación Sísmica* del Reglamento INPRES-CIRSOC 103, identifica zonas con diferentes niveles de peligrosidad sísmica (Figura 21). Un valor que permite comparar la actividad sísmica en cada una de ellas es la máxima aceleración del terreno “ $a_s$ ” para el sismo de diseño antes definido. Esta aceleración se expresa en unidades de «g», siendo «g», la aceleración de la gravedad.

Los requerimientos reglamentarios son diferentes, de acuerdo a la zona donde se encuentre emplazada la obra, siendo más severos para la zona 4, y disminuyen a medida que se reduce la peligrosidad sísmica de la zona correspondiente.

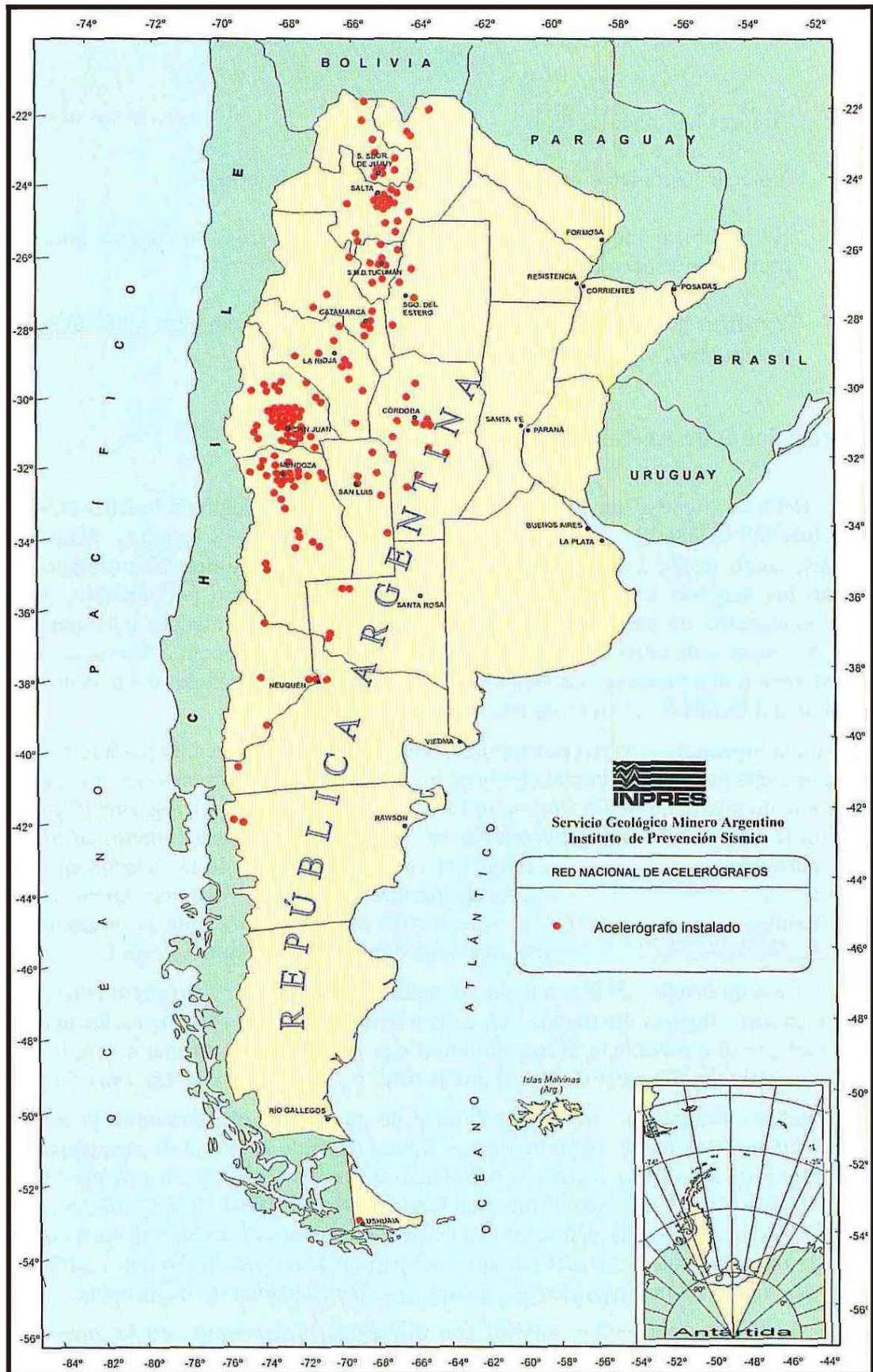


Figura 18. Red Nacional de Acelerógrafos

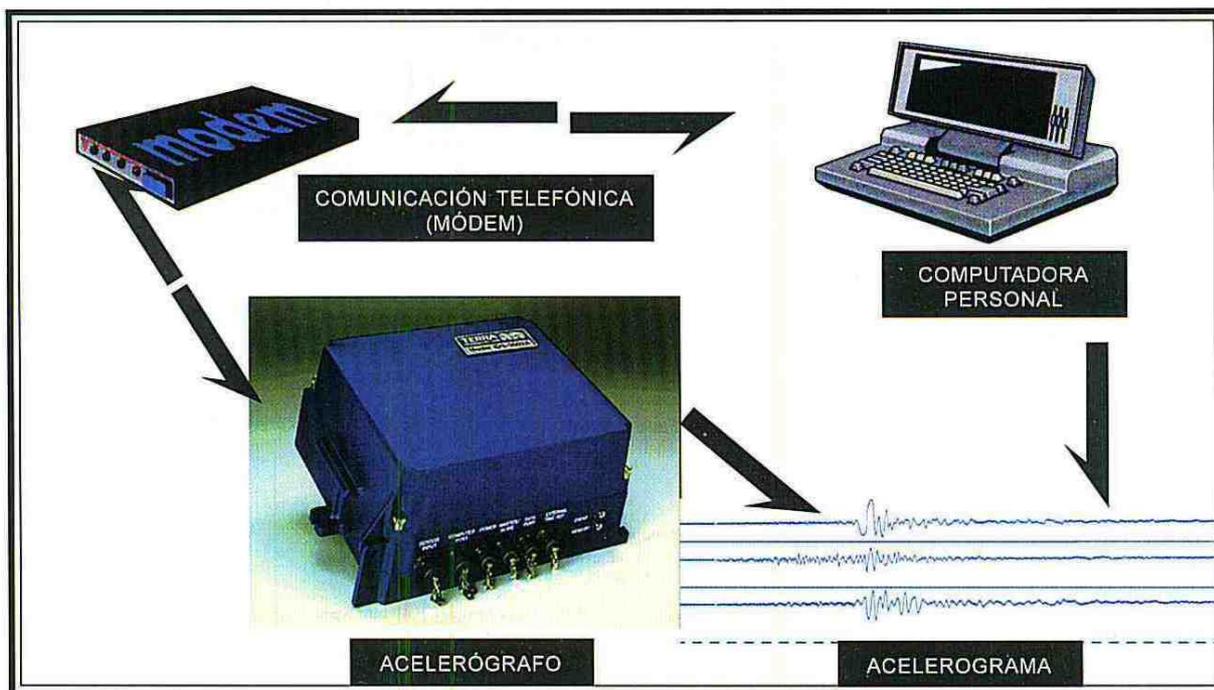


Figura 19. Componentes de una estación de la Red Nacional de Acelerógrafos

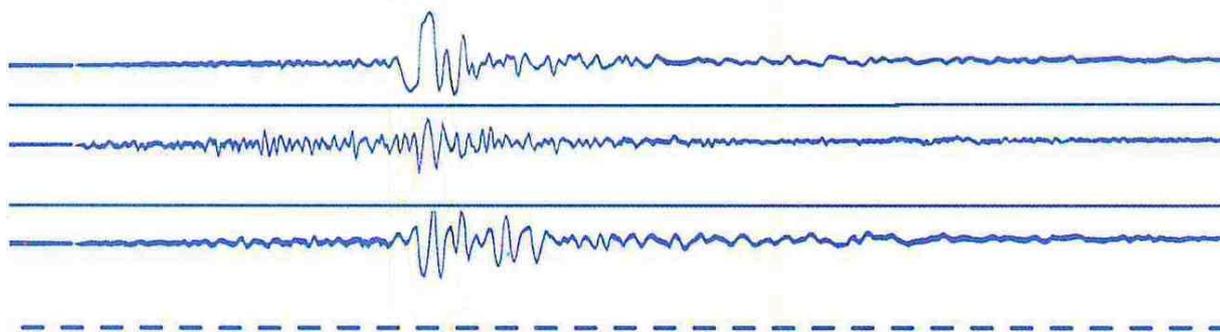


Figura 20. Registro obtenido de un acelerógrafo

Además de la actividad sísmica de cada lugar, debe también considerarse el *destino* de la construcción. Con este fin el Reglamento clasifica a las construcciones, asignándoles un «factor de riesgo», según su *destino* y *funciones* que puede interpretarse como un porcentaje adicional de seguridad, de acuerdo con el uso de la construcción. Por ejemplo, para hospitales, centrales de bomberos, centrales de energía, depósitos de materias radioactivas, etc., este porcentaje es del 50%; en tanto que para edificios educacionales, cines, teatros, estadios, hoteles, etc., es del 30%. De este modo se contempla la necesidad de que, ante la ocurrencia de terremotos destructivos, las construcciones esenciales puedan seguir funcionando.

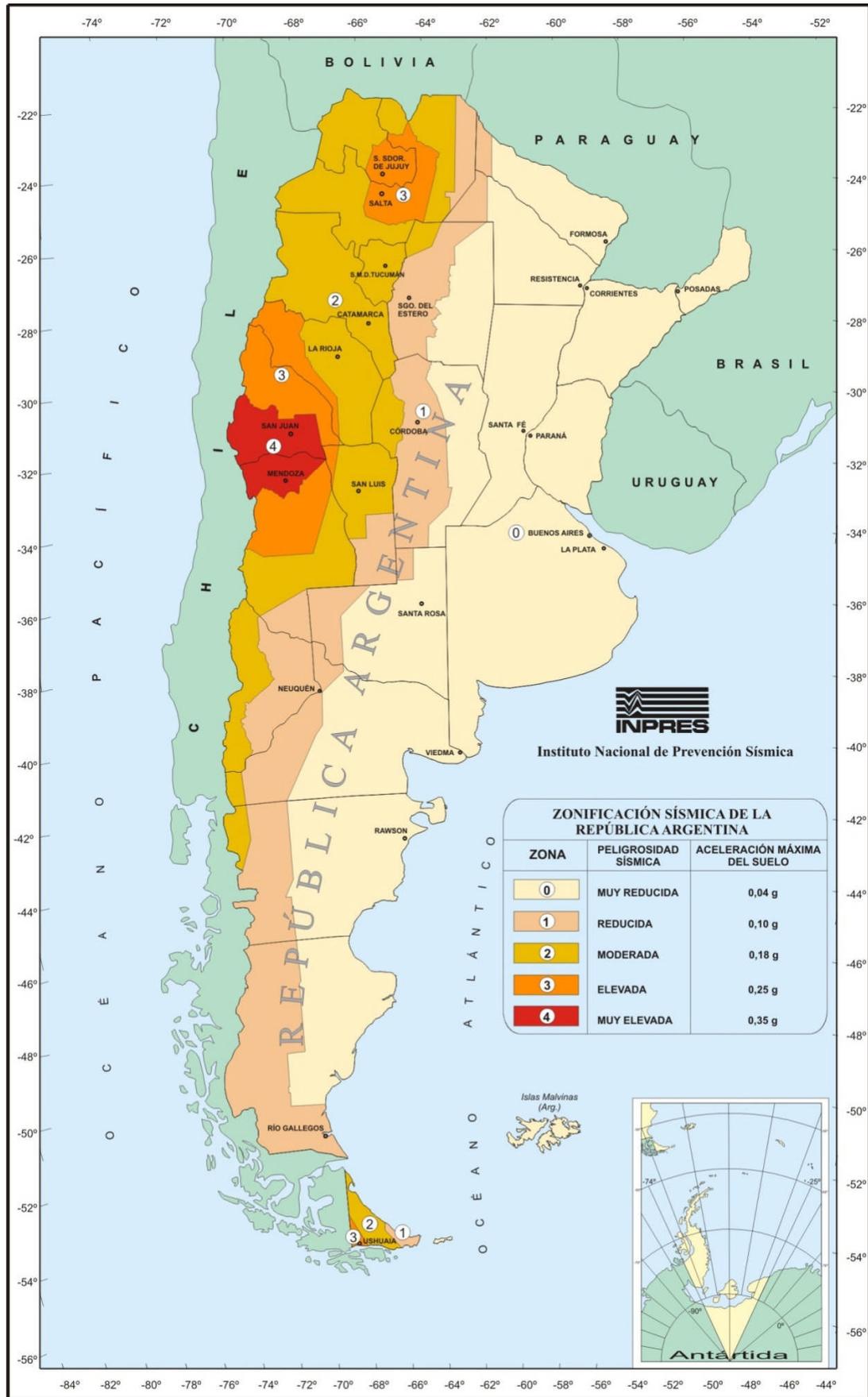


Figura 21. Mapa de Zonificación Sísmica de la República Argentina

## II.8. Concepto de Construcción Sismorresistente

*Se entiende por Construcción Sismorresistente, aquella en cuyo proyecto y ejecución se han considerado además de las cargas permanentes y las sobrecargas de servicio las acciones provocadas por el sismo, de acuerdo a las prescripciones reglamentarias. Son, en consecuencia, construcciones capaces de resistir adecuadamente los efectos provocados por un terremoto.*

El objetivo del Reglamento para Construcciones Sismorresistentes es evitar la pérdida de vidas humanas, lo que se logra asegurando que la construcción no colapse, es decir, que no se derrumbe, aunque los daños que pudiera sufrir por los efectos de terremotos muy severos no permitan la posterior recuperación de la misma.

- Evitar pérdida de vidas humanas y accidentes que pudieran originarse por la ocurrencia de cualquier evento sísmico.
- Evitar que se originen colapsos totales o parciales en las construcciones, que puedan poner en peligro la seguridad de las personas durante terremotos muy severos, de ocurrencia extraordinaria.

El grado de daños que se admite depende fundamentalmente del destino de la obra. Al respecto podemos clasificar a las construcciones en dos grandes grupos.

### ◆ 1.-CONSTRUCCIONES VITALES

**Son aquellas que cumplen funciones esenciales en caso de ocurrir un terremoto destructivo (hospitales, centrales de bomberos, etc.) o cuya falla produciría efectos catastróficos sobre vastos sectores de la población (centrales nucleares, diques, etc.). Para estas construcciones el nivel de daño admitido por la ocurrencia de fuertes terremotos es tal que no comprometa el normal funcionamiento de las mismas.**

### ◆ 2.- CONSTRUCCIONES NO VITALES

**Comprende aquellas destinadas a viviendas, oficinas, comercios, etc. En este tipo de obras el criterio del Reglamento está dirigido a evitar el colapso, es decir, a**

**salvaguardar vidas, aunque el estado de la construcción, después de la ocurrencia de un sismo destructivo, implique su demolición. Debe recordarse siempre, que la probabilidad de ocurrencia de un terremoto de estas características durante la vida útil de la construcción, es muy baja.**

Una construcción sismorresistente se logra a través de la conjunción de una serie de factores, tales como el diseño arquitectónico y estructural, los materiales utilizados, el control de la ejecución, etc. Como puede verse, los materiales por si solos no garantizan un buen comportamiento de la construcción ante terremotos; por ello es que no puede hablarse de materiales sismorresistentes, sino de materiales aptos. Como ejemplo puede decirse que una vivienda de ladrillo y hormigón armado no es necesariamente sismorresistente, pues tal condición depende del diseño y control en la ejecución de la misma.

*Existen materiales aptos para lograr construcciones seguras, y materiales no aptos (tales como el adobe), pero, de ninguna manera puede hablarse de materiales sismorresistentes.*

## **II.9. Efecto de Modificaciones (ampliaciones, remodelaciones, etc.), en la Seguridad Sísmica de la Construcción**

La ejecución de modificaciones (ampliaciones, aberturas, o agregado de elementos que afectan a la estructura original) sin un estudio adecuado, puede afectar sensiblemente la seguridad de la construcción, transformándola en una construcción riesgosa.

El análisis global de la obra, con las modificaciones a introducir, logrará mantener la seguridad original de la construcción.

*Se concluye de lo anterior la importancia que tiene el estudio por parte de especialistas, de las modificaciones a introducir en cualquier tipo de construcción.*

## **II.10. Disminución de la Vulnerabilidad en Zonas de Alta Peligrosidad Sísmica**

Es indudable el importantísimo aporte realizado por la Ingeniería Sismorresistente a la disminución de la vulnerabilidad sísmica de las construcciones. En la actualidad, el nivel de conocimiento del efecto sísmico en las estructuras, así como del comportamiento de los materiales, permite proyectar y ejecutar construcciones seguras ante la ocurrencia de terremotos.

No obstante lo antes indicado, el concepto actual de **vulnerabilidad sísmica** es mucho más amplio, e involucra a otras disciplinas cuya participación resulta hoy indispensable para lograr el nivel de seguridad deseado.

Podemos mencionar las consecuencias de la ocurrencia de un terremoto, y las personas directamente comprometidas con las mismas:

## **Consecuencias inmediatas**

**Destrucción parcial o total de construcciones:** Es éste, en general, el primer parámetro de evaluación; causa el mayor número de víctimas y pérdidas materiales directamente relacionadas con el terremoto. Las profesiones comprometidas son principalmente la arquitectura (diseño arquitectónico), la ingeniería sismorresistente (diseño estructural), y aquellas relacionadas con la ejecución de las obras.

## **Consecuencias mediatas**

- 1.- Falta de una respuesta adecuada a las necesidades de la población afectada, por ejemplo: servicio de traslado y atención de heridos; remoción de escombros y retiro de las víctimas; abastecimiento de agua potable; organización para la solicitud, recepción, clasificación y distribución de la ayuda externa; control de epidemias; etc. Resulta interminable la lista de profesionales o sectores comprometidos en esta etapa; podemos citar por ejemplo: ingenieros, el sector de la salud; el sector de servicios (agua, electricidad, gas, comunicaciones, etc.), bomberos; policía; sectores de gobierno; etc.
- 2.- **Otras situaciones** que se producen como consecuencia de la ocurrencia de un terremoto son: incendios; colapso de construcciones que resultaron dañadas durante el evento principal, por la ocurrencia de réplicas; saqueos; interrupción de actividades económicas (tales como cosecha, transporte, industria, etc.); éxodo poblacional; etc. Prácticamente la totalidad de la población se encuentra comprometida, y resulta de suma importancia su grado de preparación para enfrentar esta situación.

Como puede verse, la disminución de la **vulnerabilidad** en una zona, necesita de la intervención mancomunada del Estado y de la sociedad civil en su conjunto. El primero, a través de políticas públicas adecuadas, tendientes a un crecimiento ordenado de los asentamientos poblacionales; programas para la disminución de la vulnerabilidad en sectores ya construidos (por ejemplo, planes de crédito para la rehabilitación de estructuras existentes); mantenimiento de los servicios de emergencia con equipamiento y personal adecuado para enfrentar una situación de desastre; programas de información e instrucción a fin de lograr conciencia sísmica en la población; etc.



**La disminución de la vulnerabilidad es  
una RESPONSABILIDAD DE TODOS.**

## **CAPÍTULO III**

# **¿QUÉ HACER ANTES DE UN TERREMOTO?**



### III.1. ¿Qué hacer Antes de un Terremoto?

Dentro de este enunciado se encuentran comprendidas todas las acciones que deben llevarse a cabo antes de la ocurrencia de un terremoto, con la finalidad de disminuir los daños que el mismo pueda ocasionarnos; es decir, disminuir nuestra VULNERABILIDAD ante este fenómeno. Esta etapa se considerará totalmente cumplida cuando cada persona sepa perfectamente, en cualquier momento y lugar, lo que debe y lo que no debe hacer en caso de ocurrencia de un terremoto.

Todo lo anterior deberá quedar reflejado en el **Plan de Prevención Sísmica (PPS)**. Es importante que las personas involucradas en la elaboración del PPS, (sea un plan familiar, escolar, institucional, gubernamental, etc.), realicen lo más claramente posible, la siguiente evaluación:

- **Situación actual:** grado de preparación que se tiene para actuar en caso de que ocurra un terremoto.
- **Situación deseada:** grado de preparación que se desea alcanzar con el plan a elaborar. En este punto resulta sumamente conveniente definir metas a corto, mediano y largo plazo, de acuerdo con la realidad de partida, y la disponibilidad de medios, tanto materiales como humanos.

Debe tenerse presente que surgirán innumerables inconvenientes, muchos de los cuales serán difíciles de superar, al menos en el corto o mediano plazo. No obstante recuerde que cualquier avance será importante, por pequeño que parezca, ya que mejorará su actual situación. Una sola pauta adecuadamente instrumentada, puede salvar una vida, y una sola vida que pueda salvarse, justifica todo el esfuerzo empleado.

Tenga en cuenta que conocer su situación actual, aunque no le resulte posible modificarla (por ejemplo, una vivienda no sismorresistente), constituye un avance importante en la disminución de su vulnerabilidad. El desafío consiste en identificarlas y actuar en consecuencia, es decir:

- Corregir todas aquellas situaciones que pueden ser modificadas.
- Adaptar nuestro plan a aquellas situaciones que no pueden ser cambiadas.

### PAUTAS GENERALES

Las medidas a tomar antes de un sismo, se pueden agrupar en dos grandes temas, según se relacionen con la seguridad del edificio o con el comportamiento de las personas.

En el primer caso se dan las pautas generales que permitirán conocer los niveles de vulnerabilidad de las construcciones, en tanto que en el segundo se pretende definir un plan de acciones a seguir para crear en las personas la respuesta más adecuada cuando ocurra un terremoto.

### III.2. Guía para la Elaboración de un “Plan De Prevención Sísmica” (PPS)

El *Plan de Prevención Sísmica* (PPS) es el conjunto de medidas, elaboradas en forma colectiva para un establecimiento, edificio público, hogar, escuela, etc., cuya finalidad es disminuir el riesgo de toda la comunidad involucrada, ante la ocurrencia de un sismo. Esto incluye las acciones propias de la emergencia Plan de Emergencia Sísmica (PES).

Para su confección deben participar y colaborar activamente todas las personas directa o indirectamente relacionadas con el establecimiento.

En la elaboración de un PPS se deben considerar cuatro etapas fundamentales:

#### 1º Etapa: Capacitación del Personal.

Objetivo: Valoración de la amenaza o peligrosidad.

- Conocer la amenaza o peligrosidad.
- Motivar el compromiso.

#### 2º Etapa: Evaluación del Establecimiento.

Objetivo: Valoración de la vulnerabilidad.

- Vulnerabilidad Estructural (VE): Revisión de planos. Relevamiento estructural.
- Vulnerabilidad No Estructural (VNE): Revisión de aleros, cielorrasos, ventanas, barandas, ornamentos, luminarias, equipos de oficina, estanterías, red de servicios (agua, luz, gas), etc.
- Vulnerabilidad Funcional (VF): Revisión del funcionamiento de puertas y portones, estudio de las salidas de emergencia, vías de escape, flujo de personas, señalización, etc.

**3º Etapa: Elaboración del Plan de Prevención Sísmica (PPS) con su Plan de Emergencia Sísmica (PES). Difusión.**

Objetivo: Reducción del Riesgo.

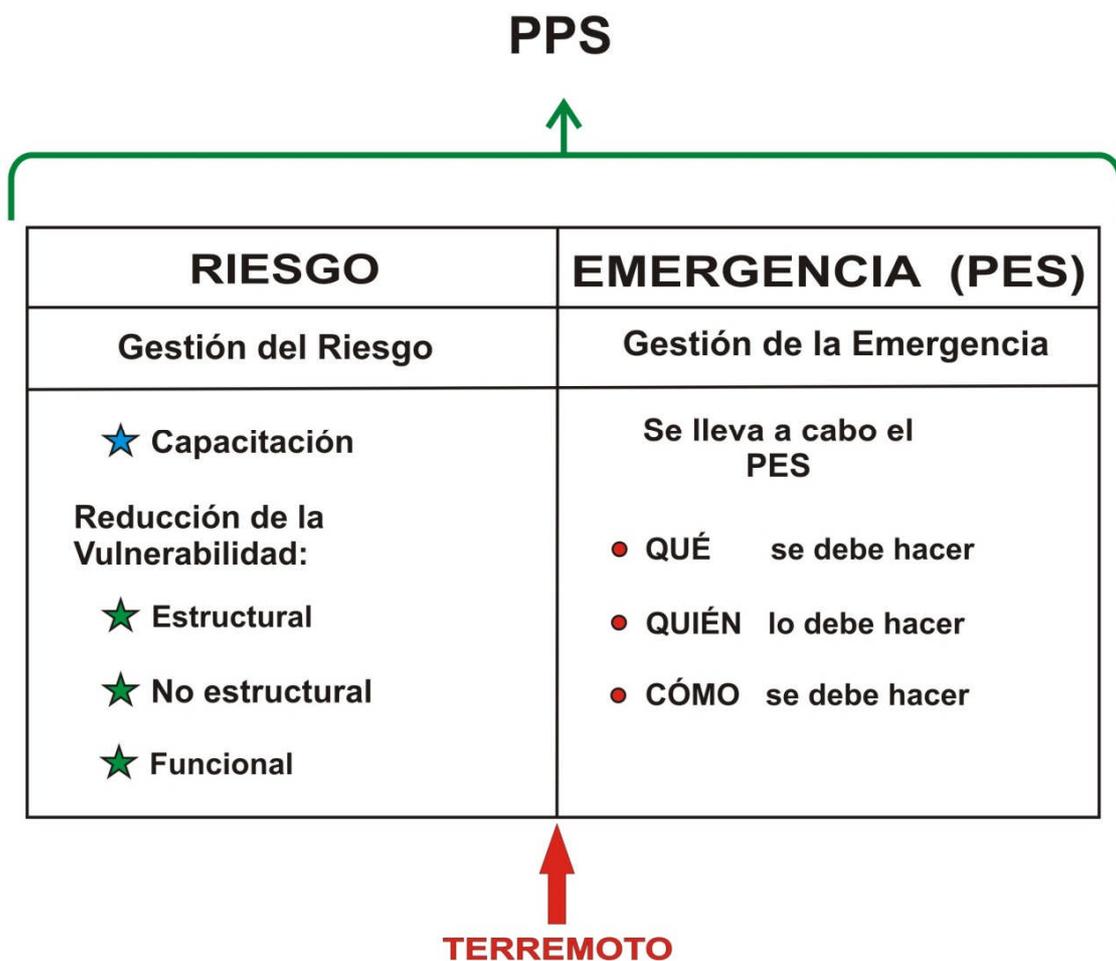
- Planificar las tareas de refacción y obras a ejecutar para la adecuación del edificio: a corto, mediano y largo plazo.
- Definir responsables.
- Coordinar con otros organismos: Cruz Roja, Bomberos, etc.
- Detallar acciones a seguir ante la emergencia PES.
- Dar amplia difusión.

**4º Etapa: Simulacros.**

Objetivo: Lograr conductas adecuadas. Conciencia sísmica.

- Valoración de la respuesta de las personas, evaluación y corrección del PES.

## Plan de Prevención Sísmica



## 1º Etapa: Capacitación del Personal

En esta primera etapa se da a conocer la amenaza o peligrosidad, de manera tal de entender el fenómeno sísmico, comprendiendo su origen y consecuencias; reconocer las características del lugar donde vivimos e identificar los riesgos a que estamos expuestos. Lo anterior permitirá incrementar la comprensión y reducir el riesgo de vida ante reacciones inapropiadas, producto del miedo por desconocimiento del fenómeno.

## 2º Etapa: Evaluación del Establecimiento

Ya se ha expresado que son las construcciones erigidas por el hombre la principal causa de los daños que sufren las personas ante un sismo, y debemos señalar que son justamente aquellas mal realizadas, las que tienen altas probabilidades de destrucción. También son causa de accidentes ciertos elementos que no forman parte de la estructura principal del edificio, tales como mobiliario, adornos, etc., que se agregan a las construcciones sin adoptar las previsiones necesarias. Por ejemplo, un elemento pesado colocado sobre un estante, puede desplomarse ante un terremoto, si no posee la adecuada sujeción.

Para iniciar el Plan de Emergencia Sísmica, debe conocerse perfectamente la seguridad del edificio en sus tres aspectos esenciales: estructural, no estructural y funcional. Este punto es de fundamental importancia puesto que de él depende la actitud a adoptar ante la ocurrencia de un terremoto.

### A – Seguridad Estructural del Edificio.

#### ➤ Revisión estructural del edificio.

Debe ser realizada por profesionales especializados. La misma definirá, lo más claramente posible, las condiciones de seguridad del edificio, tanto en su conjunto como de cada una de sus partes integrantes, permitiendo una clasificación en zonas, como se muestra a continuación:

**A.1 - Zona segura:** Estarán comprendidos en este grupo, aquellos sectores que ofrezcan una adecuada seguridad ante sismos.

**A.2 - Zona no segura o de riesgo:** Comprenderá aquellas zonas cuyas características estructurales no reúnen las condiciones que permitan considerarlas Sismorresistentes, ya sea por haber empleado materiales constructivos inadecuados (como por ejemplo, adobe), por falta del mantenimiento necesario y otras causas. Ante esta situación se dispone de las siguientes alternativas:

- Demolición del sector y de ser necesario y posible, su reemplazo por otro adecuado.
- Rehabilitación estructural, a fin de dotarlo de las condiciones de seguridad requeridas.
- Clara identificación del sector inseguro como ZONA DE RIESGO.

## **B – Seguridad No Estructural del Edificio.**

Comprende un relevamiento completo de las instalaciones complementarias, tales como:

- ✓ Red de gas.
- ✓ Red eléctrica.
- ✓ Instalación sanitaria (agua potable y de líquidos servidos).
- ✓ Instalaciones especiales (tales como oxígeno, aire comprimido, etc.).

Con este relevamiento se logrará tener una idea del grado de seguridad de estos servicios, y además, se obtendrá información clara y precisa que permitirá a cualquier persona del establecimiento identificar la ubicación de comandos que los interrumpen, tales como tableros generales de electricidad, llaves de paso de gas, etc.

Al igual que en el punto anterior, se pretende disminuir el riesgo de las instalaciones ante un sismo. En el caso que no sea posible el reemplazo o modificación de aquellas instalaciones que resulten inseguras, se deberá identificar claramente las mismas, clasificando el sector como ZONA DE RIESGO y demarcándolo adecuadamente.

## **C – Seguridad Funcional del Edificio.**

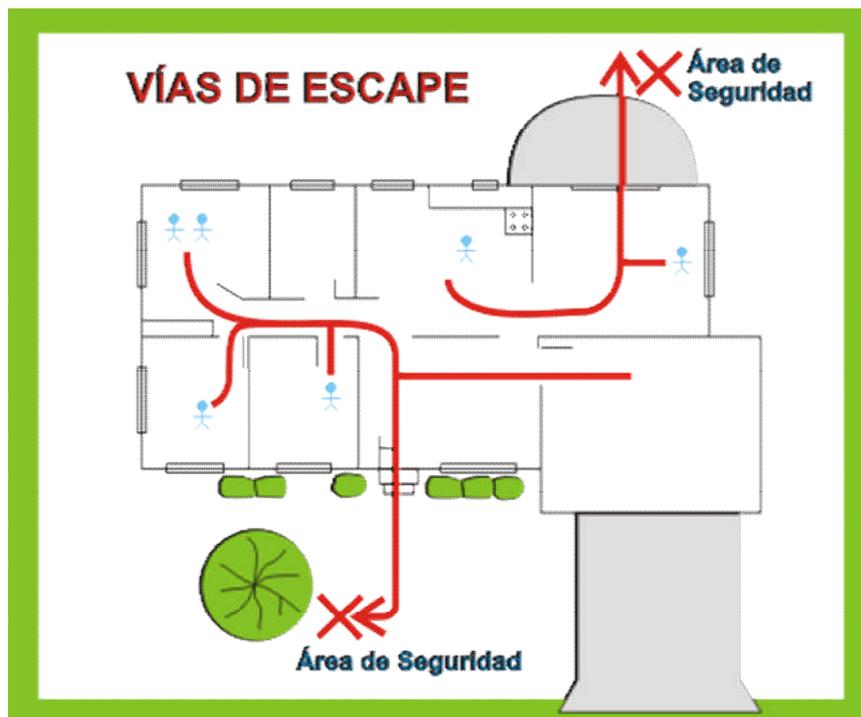
Comprende la verificación de todos los rubros vinculados con la funcionalidad del edificio que influyen en la seguridad, desde el punto de vista arquitectónico como concepción original del proyecto, y de las condiciones impuestas por el uso, ubicación del mobiliario, cambio de destino de locales, etc.

Algunos de los rubros a considerar son:

- Vías de escape.

Las mismas deberán identificarse, adecuarse a las necesidades y señalizarse en forma clara según su grado de seguridad y hacia dónde conducen, por ejemplo: vías principales de evacuación hacia zonas de seguridad, vías alternativas, vías no aptas, etc. Las vías de escape deben mantenerse permanentemente expeditas, es decir libres de todo tipo de obstáculo tales como sillas, plantas, etc.





➤ Puertas y portones.

Debe verificarse periódicamente el correcto funcionamiento de estos elementos, pues NO debe constituir un obstáculo adicional en el caso de una evacuación. Como pautas generales pueden mencionarse:

- ✓ *El huelgo entre el cerramiento y el marco debe ser lo más amplio posible, dentro de los límites de su funcionalidad, para disminuir las posibilidades de que la deformación del marco producida por un movimiento sísmico dificulte su apertura.*
- ✓ *En locales donde se concentra gran cantidad de personas (cines, templos, aulas, etc.) es indispensable que puertas y portones abran hacia fuera del lugar que cierran, pues en caso de que se traben es más sencillo empujar que tirar. Al menos en las vías de escape principales, se aconseja el uso de mecanismos de cierre tipo "antipánico", los cuales se accionan ante la presión sobre el mismo.*
- ✓ *Las puertas y portones que se encuentren incluidos en el trazado de una vía de escape deberán permanecer sin trabas ni llaves que dificulten su apertura durante el horario de ocupación del edificio.*

➤ Elementos ornamentales.

Elementos pesados tales como: estatuas, imágenes religiosas, adornos, etc., o revestimientos muy rígidos como: enchapados de mármol o ladrillo, etc., pueden desprenderse ante un sismo. Por constituir un serio peligro, deben ser adecuadamente fijados a la estructura, eliminados o claramente identificados y señalizados a fin de evitar su posible caída en caso de sismo.

➤ **Mobiliario.**

Los muebles altos (bibliotecas, estantes, armarios, etc.), así como tableros y torres de gimnasios, deben anclarse adecuadamente a fin de impedir su vuelco ante un sismo.

➤ **Superficies vidriadas.**

En superficies vidriadas de grandes dimensiones deben emplearse vidrios especiales (laminados o similares), fundamentalmente en las vías de escape de lugares muy concurridos. En toda otra situación, deberán preverse medidas de protección para evitar accidentes por la caída de trozos de vidrios ante la rotura de los mismos, tales como: telas metálicas contenedoras; películas plásticas adhesivas transparentes y partición a fin de disminuir las dimensiones de cada sector.



➤ **Zona de seguridad.**

Deben estar permanentemente libres de obstáculos que podrían impedir su uso específico; por ejemplo, no deben ser utilizadas como estacionamiento provisorio de vehículos.



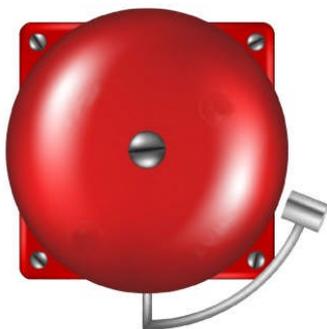
➤ **Extintores.**

Son elementos fundamentales ante una emergencia. Es de suma importancia contar con el número adecuado de los mismos, en los lugares más convenientes y en condiciones de uso, debiendo capacitar al personal sobre su correcta utilización.



➤ **Alarmas.**

En aquellos edificios que posean alarma para incendio u otra emergencia, se debe verificar periódicamente su funcionamiento e instruir al personal sobre su localización y uso. Contar con este tipo de elementos puede ser de gran ayuda en caso de una emergencia sísmica.



Es conveniente que las alarmas tengan un accionamiento independiente de la alimentación eléctrica, para evitar que queden fuera de servicio en caso de un corte de suministro.

Se considerará cumplido la 2º Etapa, relacionada con la seguridad del edificio, cuando:

1- Se hayan reducido al mínimo posible los riesgos inherentes al edificio, en sus aspectos estructurales, no estructurales y funcionales.



2- Se cuente con planos esquemáticos de cada sector del edificio, donde se indique claramente:

- ◆ Zonas de seguridad y de riesgo.
- ◆ Vías de escape principales y alternativas.
- ◆ Ubicación de tableros principales de electricidad, llaves de paso de gas, agua, oxígeno, etc.
- ◆ Existencia de extintores, alarmas, etc.



3- Se encuentren señalizados en el edificio, en forma clara y precisa, todos los elementos indicados en los planos.



4- Se haya alcanzado por parte de todas las personas involucradas, el conocimiento de la información contenida en los planos, su ubicación e identificación en el edificio, y el adiestramiento para su correcta utilización.

### 3º Etapa: Elaboración del Plan de Prevención Sísmica (PPS) con su Plan de Emergencia Sísmica (PES)

Con el propósito de lograr un apropiado comportamiento de las personas, tanto durante como después de un terremoto, se debe contar con un Plan de Emergencia Sísmica que especifique claramente la actitud a adoptar por cada uno en dicha circunstancia. El conocimiento de las disposiciones contenidas en el Plan, sumado a una ejercitación periódica de las medidas indicadas, que se obtiene a través de los Simulacros, logrará crear en la gente reacciones reflejas adecuadas en el momento de la emergencia.

Para cada caso particular (edificio escolar, conjunto habitacional, teatro, hospital, etc.) se elaborará un Plan de Prevención Sísmica, con su Plan de Emergencia, con las acciones para actuar específicamente en el momento de ocurrencia de un evento. Por lo tanto el Plan de Emergencia deberá contener toda la información básica necesaria para que cada persona sepa perfectamente cuál es la manera correcta de actuar durante y después de la ocurrencia de un terremoto, con el propósito de reducir su riesgo frente al mismo. Las conductas a adoptar están contenidas en los capítulos III y IV.

En el Plan de Prevención Sísmica se deberá definir disponer de, por lo menos, un botiquín de 1° auxilios y algunas herramientas menores.

### Botiquín de 1° auxilios

Es conveniente poseer un botiquín de emergencia con medicamentos debidamente identificados, los que deberán ser usados por personal estable de la institución, capacitado en primeros auxilios. Se detalla a continuación un listado de los elementos mínimos que deberá



poseer el mencionado botiquín: Vendas de 5 y 10 cm. Apósitos pequeños y grandes. Cinta adhesiva. Tijeras para cortar género. Gasa. Gasa envaselinada para quemaduras pequeñas. Antisépticos. Algodón. Se aconseja la consulta de un profesional médico para completar el listado anterior.

### Otros elementos

Resulta sumamente útil contar con un radio portátil a pilas, una linterna, y algunas herramientas, tales como martillo, pinzas, una pequeña pala de mano, etc. Estos elementos le permitirán permanecer informado, iluminarse en caso de que el sismo ocurra en horas de la noche, y se produzca el corte de la energía eléctrica, y realizar alguna tarea menor de rescate, en caso de ser necesario.



### Asignación de tareas.

Cada tarea, tal como el cierre de la llave de gas, el corte del suministro eléctrico, el traslado del botiquín de primeros auxilios, el accionamiento de la alarma, etc., debe tener claramente identificado a un responsable y al menos, a una persona que actúe como suplente.

Deben contemplarse todas las situaciones de ocupación del edificio de modo tal de asegurar que, en todo momento, se cuente con personal preparado para la realización de las tareas correspondientes.

## Difusión.

Una vez definido el Plan de Emergencia Sísmica, debe dársele amplia difusión, motivando su discusión entre las personas involucradas a fin de lograr optimizarlo a través de los aportes que se realicen y al mismo tiempo, inducir a una toma de conciencia y compromiso de cumplimiento.

La difusión debe alcanzar también a aquellas personas que, aunque no se encuentren dentro del edificio, puedan influir con su comportamiento en el desarrollo del Plan. Como ejemplos pueden citarse dos casos: los padres de los alumnos, para un Plan de Emergencia Sísmica Escolar (PESE) y los familiares de internados, en el caso de centros asistenciales.

Es importante hacer notar que lo que se pretende con la difusión es informar a la población acerca de los contenidos del Plan a fin de crear conciencia sísmica en todos y cada uno de los habitantes. Por esta razón, y con el propósito de no desvirtuar el objetivo indicado, es conveniente requerir la colaboración de personal especializado en las tareas de difusión, a fin de adecuar las explicaciones al nivel de educación de la población a informar, y evitar una posible interpretación errónea que podría generar temor y alarma.

Cualquier modificación realizada al Plan debe comunicarse de inmediato a todas las personas involucradas. Estas correcciones pueden deberse a ajustes resultantes de la realización de simulacros, cambios en las condiciones de ocupación y/o seguridad del edificio, etc.

En aquellos edificios en los cuales la presencia de personas ajenas al mismo es importante, tales como comercios, salas de espectáculos, centros asistenciales, etc., el Plan de Emergencia Sísmica debe contemplar muy especialmente esta situación. En tal sentido, se preparará al personal estable de la institución (brigadistas para asistencia) para la realización de las tareas que se consideren fundamentales, y se informará a los ocupantes ocasionales por medio de señales, afiches, letreros, etc., de fácil interpretación, sobre lo que deben hacer en caso de ocurrencia de un sismo.

## 4º Etapa: Simulacros

Los simulacros constituyen la última etapa del Plan de Emergencia Sísmica, ya que representan la evaluación real de su efectividad en el momento de ocurrencia del sismo. Por lo tanto, jamás deben realizarse antes de haber completado el mismo.

Los simulacros deben reproducir *fielmente* las pautas definidas en el Plan de Emergencia Sísmica en lo referente a cómo actuar durante y después de un sismo. De esta manera se podrán evaluar las conductas y procedimientos de las personas en estas circunstancias, permitiendo introducir las correcciones correspondientes, ya sea en dichas conductas o en el Plan, a fin de que el mismo represente finalmente la actitud real de las personas ante la ocurrencia de un sismo.



Podemos distinguir dos tipos de simulacros, de acuerdo con las acciones que se desarrollen en el mismo:

A.- Simulacro de acciones durante un terremoto.

Consiste en poner en práctica todas las acciones definidas en el Plan de Emergencia Sísmica correspondientes a la etapa «qué hacer durante un terremoto». En el CAPÍTULO III se dan las pautas para decidir dichas acciones en función de cada situación particular.

B.- Simulacro de acciones después de un terremoto.

En el CAPÍTULO IV se desarrollan las posibles situaciones que pueden presentarse inmediatamente después de un sismo. En este simulacro deberán ponerse en práctica las mismas, contemplando todas las variables posibles, tales como: daños en aquellos sectores definidos como *no seguros*, existencia de heridos y contusos, personas atrapadas en ascensores, etc.

A continuación se da una serie de lineamientos que deben tenerse en cuenta para la organización, realización y posterior evaluación de los simulacros. Para un mejor ordenamiento de los mismos, se han agrupado en: «objetivos» y «pautas básicas».

#### 1.- Objetivos de los SIMULACROS.

##### **a – Evaluar el Plan de Emergencia Sísmica**

La ejecución de un simulacro permite detectar errores en las acciones establecidas y corregirlos.

##### **b - Observar el comportamiento de las personas**

Con el propósito de corregir aquellas conductas inadecuadas factibles de ser modificadas o, en su defecto, adecuar la planificación a algunas conductas que no se adaptan totalmente al ideal de lo planificado.

##### **c – Crear adecuados hábitos de conducta**

A fin de generar en las personas reacciones reflejas correctas ante un sismo.

##### **d – Crear conciencia sísmica**

El objetivo es lograr que las personas que habitan en zonas sísmicas estén alertadas sobre la posibilidad de que ocurra un terremoto en cualquier momento y, en consecuencia, estén preparadas para hacer frente a ese hecho de modo tal de minimizar, dentro de sus posibilidades, las consecuencias del mismo.

## 2. – Pautas básicas para la realización de SIMULACROS.

### **a – Secuencia de los simulacros**

Debe realizarse el Simulacro de las acciones durante un terremoto tantas veces como sea necesario hasta lograr un resultado satisfactorio, a la vez que un ajuste adecuado del Plan (PES).

El Simulacro de acciones después de un terremoto, debe ser incorporado una vez completada la etapa anterior. En una primera instancia, en forma aislada y posteriormente, en forma completa, conjuntamente con el Simulacro de las acciones durante un terremoto.

### **b – Organización**

Deben reproducirse fielmente las pautas definidas en el Plan de Emergencia Sísmica a fin de lograr una evaluación real de la eficiencia de las mismas. De ninguna manera deben introducirse cambios durante su ejecución, pues esto dificultaría su posterior evaluación.

### **c - Momento de su realización**

Sólo cuando se ha logrado el máximo ajuste que es posible dar al Plan de Emergencia Sísmica, desde el punto de vista de su planificación, se está en condiciones de ejecutar un simulacro. Nunca deben realizarse con planes que aún no estén perfectamente definidos, pues la posterior corrección de pautas inadecuadas es sumamente dificultosa, además de desvirtuar los objetivos básicos propuestos.

### **d – Protagonismo**

Debe evitarse que la ejecución de Simulacros se asemeje a la representación de una obra de teatro. En tal sentido, debe crearse el clima que permita considerar que el sismo realmente está ocurriendo. Es importante la participación activa de todas las personas presentes, dado que, durante la ocurrencia de un terremoto real, todas se verían afectadas.

### **e - Horario de ejecución**

Debe tenerse presente que el sismo no distingue días ni horarios, en consecuencia debe variarse dicha situación de modo tal de cubrir, en la mejor forma posible, todas las circunstancias de ocupación del establecimiento.

### **f – Evaluación**

Uno de los principales objetivos de los simulacros es la evaluación del Plan de Emergencia Sísmica. No debe caerse en el error de evaluar el simulacro como un elemento aislado, pues éste representa en realidad la puesta en práctica del Plan definido. El resultado de cada Simulacro debe dar lugar a una revisión del Plan, a fin de su optimización.

Como pautas generales para una correcta evaluación se pueden mencionar.

- ✓ *Designar un grupo de personas que actúen como observadores. Si bien esto se contradice en parte con lo indicado en el punto «d», resulta indispensable para una adecuada evaluación del mismo.*
- ✓ *Debe rotarse el grupo de personas definido anteriormente a fin de que todos tengan, en algún momento, una conducta participativa y a la vez, la posibilidad de opinar sobre el desarrollo del simulacro.*
- ✓ *Las modificaciones al Plan de Emergencia Sísmica deben realizarse sólo después de lograr un total convencimiento de que las mismas son necesarias, y no el resultado de causas particulares del Simulacro.*

*El Simulacro es el punto final de todo el trabajo de preparación para la emergencia sísmica. No es un fin en sí mismo, sino la representación de un largo proceso de capacitación en el conocimiento del fenómeno sísmico, sus causas y efectos y en el comportamiento adecuado de las personas.*

**El terremoto será el verdadero  
evaluador de nuestro trabajo.**



## **CAPÍTULO IV**

# **¿QUÉ HACER DURANTE UN TERREMOTO?**



#### IV.1. ¿Qué hacer Durante un Terremoto?

En el presente Capítulo se indican los lineamientos básicos acerca de la actitud a adoptar durante la ocurrencia de un terremoto. La decisión al respecto dependerá de una serie de factores que deben ser evaluados en cada caso particular.

Es necesario puntualizar, sin embargo, que es imposible eliminar todos los riesgos a que están expuestas las personas por causa de un terremoto.

Todas las recomendaciones indicadas en el Capítulo III titulado ¿QUÉ HACER ANTES DE UN TERREMOTO? le posibilitan elaborar un **Plan de Prevención Sísmica**. Contar con dicho Plan le permitirá conocer las condiciones de seguridad estructural de su vivienda, lugar de trabajo, de la escuela a la que concurren sus hijos, etc. La finalidad de este Manual es lograr que cada edificio, público o privado, tenga su Plan de Prevención Sísmica, con su Plan de Emergencia Sísmica, de modo tal que ante la ocurrencia de un terremoto, cada persona, en cualquier lugar que se encuentre, sepa exactamente lo que «debe» y lo que «no debe» hacer. Esto le dará la tranquilidad de saber que el resto de su familia está haciendo lo correcto, aunque no esté con usted en el momento de producirse el sismo.

Teniendo en cuenta que, si en el corto o mediano plazo, no resulta posible lograr que cada edificio cuente con su Plan de Emergencia Sísmica, la persona debe ser capaz de estimar, el grado de seguridad del lugar en el que se encuentra. Esta actitud, con el tiempo, hará que evalúe siempre, aunque inconscientemente, las condiciones de su entorno y logre comportamientos adecuados casi automáticos.

Algunos aspectos generales, a tener en cuenta durante un terremoto son:

En primer lugar, cuando perciba un movimiento sísmico, *no debe suponer que el mismo es leve*, ya que es difícil prever en sus comienzos la intensidad que alcanzará y deben ponerse en práctica **inmediatamente** las medidas de protección.

Tenga en cuenta que los momentos previos a la fase violenta de un terremoto están generalmente precedidos por movimientos más leves, que pueden manifestarse con vibraciones en los vidrios de ventanas y puertas, cristalería, vaivén de elementos suspendidos, y en algunos casos pueden percibirse ruidos subterráneos. Estos segundos previos, pese a ser escasos deben aprovecharse íntegramente para ejecutar las acciones que ha definido específicamente para esta situación en el Plan de Emergencia Sísmica (**sin improvisar**).

Si bien cuando se realizan Simulacros puede utilizarse algún medio sonoro (timbre, campana, sirena, etc.) para indicar el inicio del sismo, durante un evento real, dicho aviso, generalmente, no existe. Es lógico pensar que las personas que realizan actividades normales serán capaces de percibir las primeras manifestaciones de un terremoto, sin esperar ningún anuncio que indique el mismo. Sin embargo, la activación, cuando comienza a percibirse un sismo, de algún medio previamente definido para indicar que debe ponerse en práctica lo realizado en los simulacros, puede ser beneficiosa, para aquellos que se encuentran realizando tareas que dificultan la percepción del movimiento (por ejemplo, actividades gimnásticas).

En segundo lugar *permanezca tranquilo, no se aterrorice, no grite, no corra ni empuje y transmita esa moderación a las personas que lo rodean*. Tenga en cuenta que si se ha preparado convenientemente, la serenidad le permitirá tomar la decisión más adecuada y hacer lo que corresponda (Figura 22).

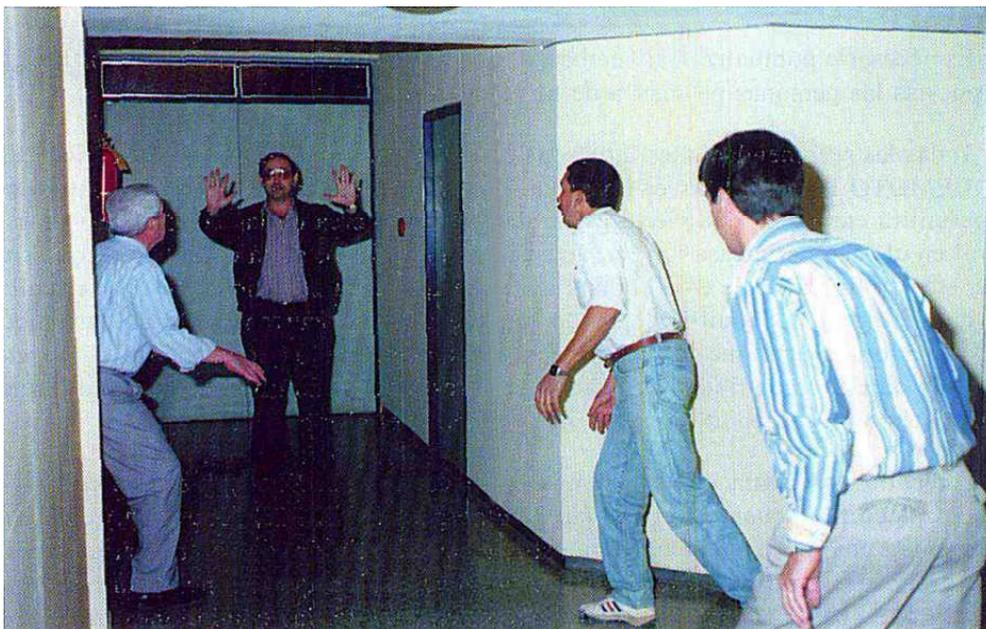


Figura 22. Es muy importante conservar la calma

Debido a que la fase violenta de un terremoto generalmente no dura más de un minuto, es conveniente contar lentamente de uno a sesenta mientras se encuentra en una zona segura y en posición de seguridad. Esta actitud puede calmar sus nervios y ser imitada por otros ayudando a transmitir la calma. Es muy posible que la fase violenta concluya antes de que usted termine de contar.

Esta recomendación es muy útil para el caso de tener personas a cargo, fundamentalmente niños (establecimientos escolares, guarderías, etc.), ya que se consigue distraer la atención de ellos disminuyendo la carga emocional de esos momentos.

Por último, hay que tener en cuenta la importancia que reviste proteger adecuadamente su cuerpo, y en forma especial su cabeza de la caída de diversos objetos. Para ello debe adoptar siempre una posición que ofrezca la menor superficie expuesta. Esta **posición de seguridad** consiste en ubicarse arrodillado en el lugar, con la cabeza lo más cerca posible de las rodillas y las manos entrelazadas cubriendo la cabeza. Si se posee a mano un libro, abrigo, etc., se lo podrá colocar sobre la cabeza como protección adicional (Figura 23).

Si bien las circunstancias en que puede sorprendernos un sismo son diversas, con el propósito de definir criterios de acción en función de las características del lugar en que nos encontramos, las consideraremos dentro de dos grandes grupos: Lugares Cerrados y Lugares Abiertos.

Las pautas que se indican más adelante, acerca de las acciones a seguir durante la ocurrencia de un sismo tienen como finalidad orientar a las personas encargadas de confeccionar el Plan de Emergencia Sísmica para decidir, en un lugar determinado y en cada situación posible, la actitud a tomar que representa el **menor riesgo**.



Figura 23. En lo posible, adoptar la posición de seguridad

Estas pautas deberán volcarse al Plan de Emergencia Sísmica específico de ese lugar, y serán puestas en práctica durante los Simulacros para ser posteriormente evaluadas y mejoradas. Se considera también que el conocimiento de dichas pautas mejorará las condiciones de seguridad de aquellas personas que durante un sismo se encuentren en un lugar que carezca de dicho Plan.

## IV.2. Lugares Cerrados

### IV.2.1. Cuando la Construcción donde se encuentra es Sismorresistente.

Si se encuentra en un lugar que estructuralmente se considera seguro, la premisa básica es “*No abandonar el lugar*”, pues el riesgo de desplazarse hacia otra zona (por ejemplo un espacio abierto) podría ser mayor. No obstante, dentro de una construcción sismorresistente pueden existir zonas de riesgo por la presencia de elementos que no han sido posibles eliminar, reemplazar o fijar durante el relevamiento y clasificación de la seguridad del lugar (etapa descrita en el Capítulo III QUE HACER ANTES DE UN TERREMOTO). El listado de actitudes recomendadas que sigue, no es exclusivo ni excluyente, y deberá ser interpretado y adaptado para cada caso en particular:

- ✓ *Permanecer en el lugar.*
- ✓ *Mantener la calma, no gritar, no correr ni empujar a los demás.*
- ✓ *Alejarse inmediatamente (recorriendo la menor distancia posible) de lugares donde existan objetos cuya caída e impacto sobre una persona puedan provocar heridas, tales como: lámparas colgantes, tubos fluorescentes, estatuas, muebles altos, bibliotecas, superficies vidriadas, etc.*
- ✓ *Protegerse siempre de la caída de objetos aprovechando cualquier mueble firme y cercano que pudiera encontrar (mesa, silla, pupitre, banco, escritorio, etc.) para colocarse debajo de él y, en caso de no encontrar ninguno, cubrirse la cabeza con algún objeto duro (libro, bandeja metálica), adoptando al mismo tiempo una posición de seguridad protegiéndose con manos y antebrazos (Figura 24).*

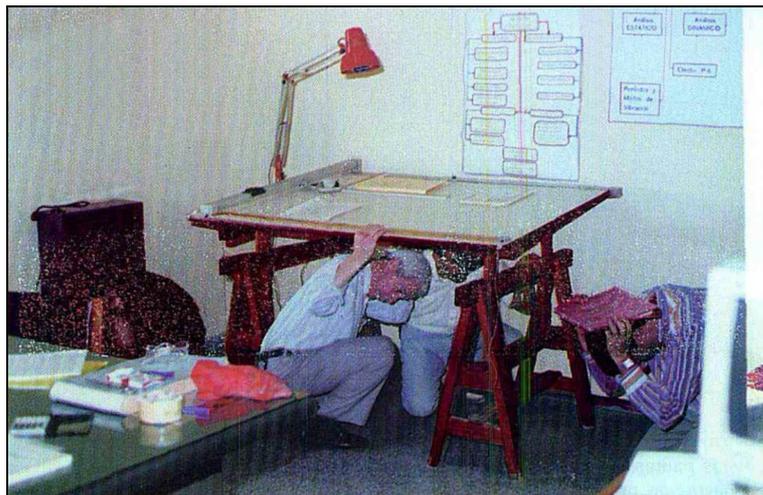


Figura 24. Buscar protección recurriendo a algún medio que asegure la integridad física

- ✓ *Una reacción positiva e inmediata puede ser vital para evitar heridas.*
- ✓ *No salir a balcones bajo ninguna circunstancia.*
- ✓ *No utilizar escaleras o ascensores. En el caso de la escalera, debe recordar que el movimiento puede hacerle perder el equilibrio y por lo tanto caer y herirse seriamente; además, si se produce una avalancha la misma podría provocar más víctimas por aplastamiento que el propio terremoto. En el caso de los ascensores, un corte de energía o la deformación de la estructura que impida su funcionamiento, lo dejará atrapado.*
- ✓ *Si se encuentra en una escalera debe dirigirse al descanso más próximo y quedarse allí, en posición de seguridad.*
- ✓ *Si está dentro de un ascensor y éste se detiene, espere a que lo rescaten manteniendo la calma y tratando de calmar al resto de los ocupantes.*
- ✓ *Si se encuentra en un local con aglomeración de personas (gimnasio, templo, tienda, cine, teatro, etc.) **debe permanecer en el lugar** y aplicar las medidas de protección indicadas anteriormente. No acuda inmediatamente a las salidas para no provocar un tumulto.*

#### IV.2.2. Cuando la Construcción donde se encuentra no es Sismorresistente.

En este caso resulta crucial evaluar el riesgo que representa la construcción donde se encuentra con relación al que implica su traslado hasta una zona segura durante el terremoto.

La decisión de abandonar el lugar se adoptará sólo si:

- A) Existe una zona segura a la que pueda accederse en un tiempo menor que el que dura el terremoto (aproximadamente un minuto).
- B) Traslarse hasta dicha zona no implica cruzar por lugares potencialmente más peligrosos que el lugar donde se encuentra.

**Si la decisión es la de abandonar el lugar:**

- ✓ *Dirigirse con premura, a la zona segura más próxima, pero manteniendo la calma,*

*sin correr y sin empujar.*

- ✓ *Durante el traslado a la zona segura deberá protegerse de la caída de objetos, cubriéndose la cabeza con algún elemento duro (libro, bandeja metálica, etc.), o en su defecto con manos y antebrazos (Figura 25).*
- ✓ *Una vez en la zona segura, deberá proceder de acuerdo con lo indicado para dicha situación.*

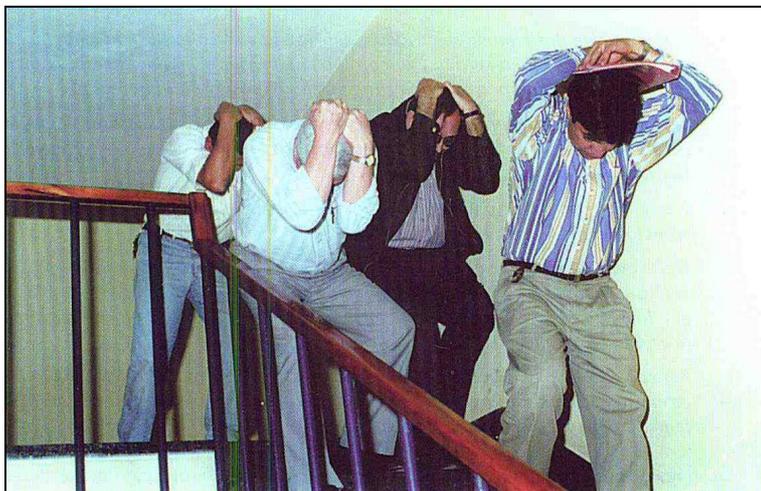


Figura 25. Trasladarse a zona segura, en orden y protegiéndose de la caída de objetos

#### **Si no es posible abandonar el lugar:**

- ✓ *Buscar una protección adecuada de la posible caída de elementos u objetos, por ejemplo ubicarse bajo algún mueble firme que pudiera encontrar (Figura 24), tales como: mesa resistente, cama, banco, escritorio, etc., permaneciendo siempre alejado de lámparas que puedan caerse, vidrios que estallen, muebles y ornamentos que pierdan el equilibrio y caigan, etc.*
- ✓ *Adoptar una posición de seguridad.*
- ✓ *En caso de encontrarse en lugares no seguros, con aglomeración de personas, debe ser consciente de que si bien hay peligro en permanecer en el lugar, dicho riesgo resulta menor que el de intentar abandonar el mismo. Respetando las recomendaciones indicadas para zonas seguras.*

#### **IV.3. Lugares Abiertos**

En los lugares abiertos, en general, existen menores posibilidades de accidentes.

- ✓ *En un espacio abierto tenga en cuenta el peligro que representa la caída de postes, líneas de alumbrado o tanques de agua elevados, el hundimiento de cámaras sépticas y pozos negros, y los muros medianeros que puedan volcarse. Aléjese inmediatamente de las zonas riesgosas y diríjase a áreas más seguras.*
- ✓ *Si se está desplazando por la vereda, aléjese inmediatamente de los paramentos de los edificios, ya que pueden caer vidrios, trozos de mampostería u ornamentos.*
- ✓ *No se desplace por la calle ya que los vehículos en movimiento pueden atropellarlo, pues los conductores no perciben el sismo inmediatamente.*
- ✓ *Colóquese en posición de seguridad y cubriéndose la cabeza con cualquier elemento*

*a su alcance o, en su defecto, con los antebrazos y manos.*

- ✓ *Si está conduciendo un vehículo deténgase tan pronto como sea posible, tratando de ubicarse en el lugar que considere que ofrezca el mínimo riesgo. Permanezca en el interior del vehículo.*
- ✓ *No se detenga sobre puentes y viaductos ni debajo de ellos, ni tampoco cerca de edificios altos.*
- ✓ *Debe evitar detenerse cerca de postes y líneas eléctricas, especialmente si existen cables cortados. Si un cable cae sobre el vehículo debe permanecer dentro de él hasta que llegue ayuda, ya que éste lo mantendrá aislado mientras no toque ningún elemento metálico del mismo.*
- ✓ *Sólo se recomienda abandonar el vehículo si se ve obligado a detenerlo por alguna circunstancia, en un lugar que usted estime inseguro. En este caso deberá dirigirse inmediatamente a una zona abierta que considere de menor riesgo.*

## CAPÍTULO V

# ¿QUÉ HACER DESPUÉS DE UN TERREMOTO?



## V.1. ¿Qué hacer Después de un Terremoto?

En este Capítulo se dan recomendaciones acerca del comportamiento a observar por la población en los momentos inmediatamente posteriores a la ocurrencia de un terremoto.

- ✓ *Si se encuentra dentro de un edificio, debe mantener la calma y esperar que los objetos que lo rodean cesen de moverse.*
- ✓ *Sin abandonar la posición de seguridad, verifique que se encuentra en buenas condiciones físicas y que no ha sufrido heridas de importancia que le impidan moverse o desplazarse.*
- ✓ *Si está en su casa, proceda de inmediato a cerrar las llaves maestras del gas, electricidad y agua, para evitar accidentes posteriores (incendios, contaminación de agua por rotura de cañerías, etc.).*

- ✓ *Compruebe si hay heridos entre las personas que lo rodean. Si alguna de ellas requiere atención, practique, en lo posible, los primeros auxilios. Si las heridas son graves debe solicitar inmediata ayuda médica. No debe trasladar a los heridos graves a menos que note peligro de derrumbe inmediato*



- ✓ *El agua almacenada en tanques de reserva domiciliaria, depósitos de inodoros, etc., debe ser racionalmente utilizada, ya que normalmente se trata de agua potable y se ignora cuándo podrá restablecerse el servicio normal.*



- ✓ *Si el edificio presenta daños evidentes, debe abandonar el lugar lo más rápidamente posible, sin perder la calma ni correr, dirigiéndose a la zona segura más cercana, preferentemente espacios abiertos, ya que las réplicas podrían provocar derrumbes que agravarían la situación. Para este caso, aplique las recomendaciones para la Evacuación, que se presenta más adelante.*

- ✓ *Debe prepararse para las réplicas del terremoto, que podrían comenzar a percibirse pocos minutos después de producido el fenómeno y que, en algunos casos, pueden alcanzar intensidades próximas a la del terremoto principal. En consecuencia, debe permanecer atento para aplicar las medidas de seguridad ya indicadas en el Plan de Emergencia Sísmica.*

- ✓ *No baje las escaleras corriendo.*
- ✓ *No encienda fósforos ni conecte llaves eléctricas. Utilice para iluminarse una linterna con pilas o baterías.*



- ✓ *Manténgase informado a través de cualquier medio de lo que está aconteciendo, ya que puede recibir informaciones y recomendaciones importantes.*
- ✓ *No propague rumores infundados.*
- ✓ *No coma ni beba nada que esté en recipientes abiertos en los que puede haber caído algún vidrio astillado.*
- ✓ *Preste atención cuando deba abrir las puertas de roperos o placares para evitar que puedan herirlo los objetos sueltos que caen de los estantes.*
- ✓ *No use el teléfono, salvo en el caso que requiera auxilio para un herido grave, ya que las líneas deben permanecer libres el mayor tiempo que sea posible para ser utilizadas por los servicios de emergencia (Hospitales, Bomberos, Policía, etc.).*
- ✓ *Procure no circular por las calles a menos que se trate de un caso de extrema urgencia.*
- ✓ *Si usted debe evacuar su vivienda deje en lugar bien visible un mensaje para los demás miembros de su familia, indicando hacia dónde se ha dirigido.*



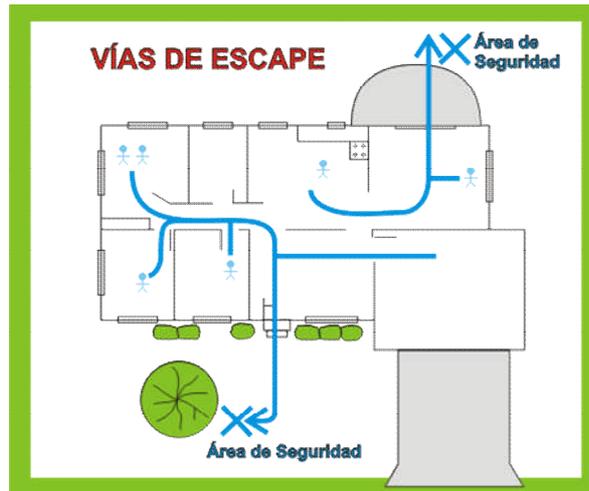
## V.2. Recomendaciones para la evacuación

En toda construcción, sea ésta sismorresistente o no, debe tenerse en cuenta la posible evacuación de las personas hacia **zonas seguras** prefijadas, para el caso de que el terremoto produzca daños en el edificio que impliquen la conveniencia de su evacuación.

Para este fin deben definirse claramente las zonas seguras (espacios abiertos) a las que deben dirigirse las personas, según el lugar donde se encuentren.

Las pautas básicas para la evacuación, que forman parte del Plan de Emergencia Sísmica, son:

- ✓ *Definir, para cada local del edificio, las zonas de seguridad a las que deben dirigirse sus ocupantes.*
- ✓ *Demarcar claramente los recorridos hacia dichas zonas, que deben cumplir con los siguientes requisitos:*
  - ☒ *Ser el camino más seguro.*
  - ☒ *Entre los más seguros, el más corto.*
  - ☒ *Permanecer constantemente libre de obstáculos.*



- ✓ *En el caso de que el camino incluya el cruce de una calle, se deberán prever los mecanismos para la interrupción del tránsito.*
- ✓ *Tener en cuenta la posibilidad de la existencia de heridos por la dificultad que implica su traslado. Para estos casos resulta conveniente preparar personas para ayudar en dicha tarea (brigadistas): las mismas deben poseer conocimientos básicos de primeros auxilios.*
- ✓ *La decisión de evacuar el edificio debe ser tomada por personal estable del mismo.*
- ✓ *La evacuación debe anunciarse a través de algún tipo de señal sonora (sirena, campana, etc.) cuyo funcionamiento sea independiente de la energía eléctrica. La señal debe ser perfectamente identificada por los ocupantes del edificio.*





**CAPÍTULO VI**  
**SEÑALIZACIÓN**



## VI.1. Señalización

El presente Capítulo tiene por finalidad dar a conocer la estandarización utilizada en la República Argentina de todas las señales y colores empleados en seguridad; los cuales se rigen por las **Normas IRAM 10005-1**: “Colores y señales de seguridad. Colores y señales fundamentales”, y **Normas IRAM 10005-2**: “Colores y señales de seguridad. Aplicación de los colores de seguridad en señalizaciones particulares”. <http://catálogo.iram.org.ar>.

## VI.2. Definiciones Generales

**Color de seguridad:** A los fines de la seguridad, el color asigna un significado definido.

**Símbolo de seguridad:** Representación gráfica que se utiliza en las señales de seguridad.

**Señal de seguridad:** Aquella que, mediante la combinación de una forma geométrica, de un color y de un símbolo, da una indicación concreta relacionada con la seguridad. La señal de seguridad puede incluir un texto (palabras, letras o cifras) destinado a aclarar su significado y alcance.

**Señal suplementaria:** Aquella que tiene solamente un texto destinado a completar, si fuese necesario, la información suministrada por una señal de seguridad.

## VI.3. Colores y Señales de Seguridad

La función de los colores y las señales de seguridad es atraer la atención sobre lugares, objetos o situaciones que puedan provocar accidentes u originar riesgos a la salud, así como indicar la ubicación de dispositivos o equipos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad.

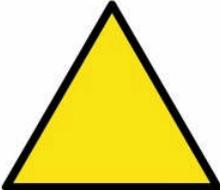
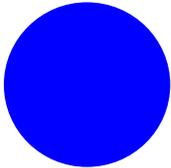
La normalización de señales y colores de seguridad sirve para evitar, en la medida de lo posible, el uso de palabras en la señalización de seguridad. Tiene por finalidad definir un lenguaje común para que todas las personas puedan interpretarlas, independientemente en qué lugar se encuentren.

**Cuadro resumen de los colores de seguridad y colores de contraste (IRAM 10005-1)**

Color de Seguridad	Significado	Aplicación	Formato y color de la señal	Color del símbolo	Color de contraste
Rojo	Pararse Prohibición Elementos contra incendio	Señales de detención Dispositivos de parada de emergencia. Señales de prohibición	Corona circular con una barra transversal superpuesta al símbolo	Negro	Blanco
Amarillo	Precaución	Indicación de riesgos (incendio, explosión, radiación ionizante)	Triángulo de contorno negro	Negro	Amarillo
	Advertencia	Indicación de desniveles, pasos bajos, obstáculos, etc.	Banda de amarillo combinado con bandas de color negro a 45°		

<b>Verde</b>	Condición segura Señal informativa	Indicación de rutas de escape. Salida de emergencia. Estación de rescate o de Primeros Auxilios, etc.	Cuadrado o rectángulo sin contorno	Blanco	Verde
<b>Azul</b>	Obligatoriedad	Obligatoriedad de usar equipos de protección personal	Círculo de color azul sin contorno	Blanco	Azul

**Formas geométricas de las señales de seguridad (IRAM 10005-1)**

Señales	Figura	Ejemplo
<p>➤ <b>Señales de prohibición:</b> El color del fondo debe ser blanco. La corona circular y la barra transversal rojas. El símbolo de seguridad debe ser negro, estar ubicado en el centro y no se puede superponer a la barra transversal. El color rojo debe cubrir, como mínimo, el 35 % del área de la señal.</p>		 <b>Prohibido el paso de peatones</b>
<p>➤ <b>Señales de advertencia:</b> La forma de las señales de advertencia es un triángulo con el vértice hacia arriba. El color del fondo debe ser amarillo. La banda triangular debe ser negra. El símbolo de seguridad debe ser negro y estar ubicado en el centro. El color amarillo debe cubrir como mínimo el 50 % del área de la señal.</p>		 <b>Riesgo eléctrico</b>
<p>➤ <b>Señales de obligatoriedad:</b> La forma de las señales de obligatoriedad es un círculo. El color de fondo debe ser azul. El símbolo de seguridad debe ser blanco y estar ubicado en el centro. El color azul debe cubrir, como mínimo, el 50 % del área de la señal.</p>		 <b>Vía obligatoria para peatones</b>
<p>➤ <b>Señales informativas:</b> La forma de las señales informativas deben ser cuadradas o rectangulares, según convenga a la ubicación del símbolo de seguridad o el texto. El símbolo de seguridad debe ser blanco. El color del fondo debe ser verde. El color verde debe cubrir como mínimo, el 50 % del área de la señal.</p>		 <b>Dirección que debe seguirse</b>
<p>➤ <b>Señales suplementarias:</b> La forma geométrica de la señal suplementaria debe ser rectangular o cuadrada. En las señales suplementarias el fondo debe ser blanco con el texto negro o bien el color de fondo debe corresponder al color de la señal de seguridad con el texto en el color de contraste correspondiente.</p>		 <b>SALIDA</b>

#### VI.4. Medidas de las Señales

Las señales deben ser tan grandes como sea posible y su tamaño deber ser congruente con el lugar en que se colocan o con el tamaño de los objetos, dispositivos o materiales a los cuales se fijan. En todos los casos el símbolo debe ser identificado desde una distancia segura.

El área mínima **A** de la señal está relacionada por la siguiente fórmula con la distancia más grande **L**, a la cual la señal debe ser advertida:

$$A \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo **A** el área de la señal en metros cuadrados y **L** la distancia a la señal en metros. Esta fórmula es conveniente para distancias inferiores a 50 m.

La norma **IRAM 10005- Parte 2** establece, a nivel nacional, los colores de seguridad y las formas de las señales de seguridad relacionadas específicamente para las instalaciones contra incendio, y los medios de escape.

Esta norma indica la señalización de los elementos destinados a combatir los incendios, tales como matafuegos, hidrantes, pulsadores de alarmas, símbolos y pictogramas para identificar las clases de fuegos, y la señalización específica para la ubicación de equipos en la lucha contra incendios.

#### VI.5. Clases de Fuegos y Extintores

Los fuegos se clasifican en 4 clases según su naturaleza, lo que implica que para combatirlos también se necesitan extintores de características adecuadas para tal fin.

##### Clase A

Estos fuegos son de combustibles ordinarios tales como madera, papel, telas, cauchos y diversos materiales plásticos. Se identifican con un símbolo que es una letra "A" encerrada en un triángulo de color verde.

Extintor: Agua pulverizada. Polvo químico seco (PQS). Espumígenos (AFFF).

##### Clase B

Estos fuegos provienen de materiales y gases inflamables: naftas, aceites, grasas, ceras, solventes, pinturas, etc. Se los identifica con la letra "B" encerrada en un cuadrado de color rojo.

Extintor: Polvo químico seco (PQS). Espumígenos (AFFF).

##### Clase C

Este tipo de fuego se da en equipos energizados eléctricamente; por seguridad personal es necesario usar un elemento extintor no conductor de la electricidad. Luego de proceder a desconectar la energía eléctrica, el fuego corresponderá a uno clase A o B. El símbolo es la letra "C" encerrada en un círculo de color azul.

Extintor: Polvo químico seco (PQS). Anhídrido carbónico (CO2)

### Clase D

Aquí se incluye la combustión de ciertos metales como aluminio, titanio, circonio (en calidad de partículas o virutas), y no metales como el magnesio, sodio, potasio, azufre, fósforo etc., que al arder alcanzan temperaturas elevadas (2.700°C – 3.300°C), y que requieren para su sofocación de un elemento extintor específico. El símbolo es una letra “D” encerrada en una estrella de 5 puntas de color amarillo.

Extintor: Polvo específico para metales.

### Clase K

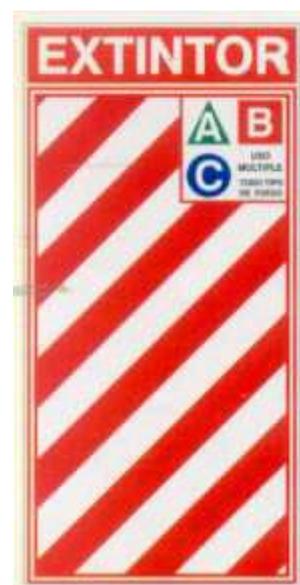
Esta clase involucra a grasas y aceites presentes en las cocinas, de ahí su denominación K = Kitchen (cocina en inglés). El símbolo utilizado es un cuadrado negro, con la letra “K” al centro.

Extintor: Acetato de potasio.

### Señalización de los equipos extintores.

Para señalar la ubicación de un matafuego se debe colocar una chapa-baliza, tal como la ilustrada en la figura. Esta es una superficie con franjas rojas de 10 cm de ancho inclinadas en 45° sobre un fondo blanco. La parte superior de la chapa deber estar ubicada a 1,20 a 1,50 metros respecto del nivel de piso.

Se debe indicar en la parte superior derecha de la chapabaliza las letras correspondientes a los tipos de fuego para los cuales es apto el matafuego ubicado. El tamaño de las letras debe ser suficientemente grande como para ser visto desde una distancia de 5 metros.



## Símbolos para la identificación de las clases de fuegos

CLASES DE FUEGOS	SÍMBOLO	TIPO DE FUEGO	SÍMBOLO
A	Triángulo que encierra en su interior una letra A	BASURA PAPEL MADERA	
B	Cuadrado que encierra en su interior una letra B	NAFTAS PINTURAS SOLVENTES	
C	Círculo que encierra en su interior una letra C	EQUIPO ELÉCTRICO	
D	Estrella que encierra en su interior una letra D	METALES MAGNESIO SODIO	
K	Cuadrado que encierra en su interior la letra K	GRASAS ACEITES	

## VI.6. Señalización Específica para Emergencia Sísmica

Si bien aún no están normalizadas las señales específicas de Emergencia Sísmica, se presentan aquí algunas de las más reconocidas y comerciales. Siempre respetando el código de colores establecido por las Normas vigentes.





**PARTE II**

**LA SEGURIDAD SÍSMICA  
EN LAS ESCUELAS**

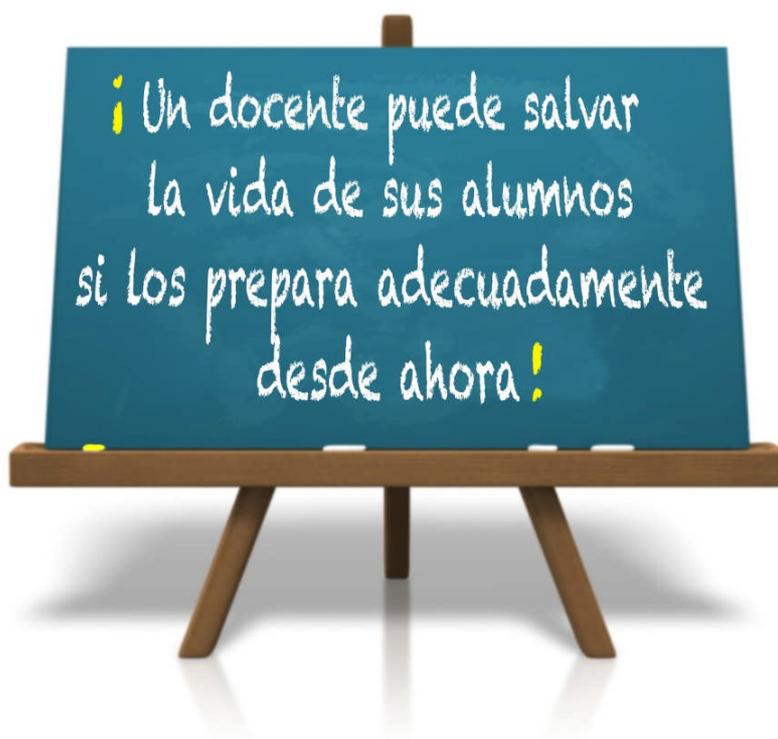


## LA SEGURIDAD SÍSMICA EN LAS ESCUELAS

### INTRODUCCIÓN

Atendiendo las condiciones particulares en que se desarrolla la actividad escolar, se ha considerado necesario establecer mayores precisiones en las actitudes a adoptar, por la comunidad educativa, para enfrentar la amenaza sísmica.

Por tal motivo, la primera parte de este Apéndice, CÓMO CONVIVIR CON LOS TERREMOTOS, contiene rudimentos para crear una adecuada conciencia sísmica en quienes pueden verse involucrados, en una emergencia originada por un terremoto. En la segunda parte, GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE PREVENCIÓN SÍSMICA (PPS), con su PLAN DE EMERGENCIA SÍSMICA ESCOLAR (PESE), se dan orientaciones sobre los principales aspectos que deben tener en cuenta quienes tengan a su cargo dicha planificación.





## **CAPÍTULO VII**

# **COMO CONVIVIR CON LOS TERREMOTOS**



## VII. COMO CONVIVIR CON LOS TERREMOTOS

Para mitigar los efectos de un terremoto es indispensable conocer las medidas preventivas y aplicarlas correctamente.

Los sismos atemorizan a la población; hablar sobre ellos, su origen, sus características, y discutir sobre qué hacer antes, durante y después de su ocurrencia, facilita la interpretación del fenómeno y disminuye el temor al mismo.

La primera manifestación de un terremoto puede ser un movimiento suave, acompañado de ruidos que, si bien no causan daños físicos, pueden producir un impacto emocional, especialmente en estudiantes que no estén preparados.

Cuando se percibe un peligro la reacción natural es de temor, y cuando éste está presente la persona actúa según formas de conductas previamente establecidas. De ahí la importancia que tienen las medidas de adiestramiento, pues formando buenos hábitos podemos obtener respuestas efectivas.

Ya que nuestra provincia se encuentra en una zona de alta peligrosidad sísmica, es preciso tomar conciencia de que debemos aprender a convivir con los sismos.



Debe ser un hábito de vida pensar con anticipación qué hacer ante un sismo, para proceder en consecuencia.

Para un mejor ordenamiento e interpretación del contenido del presente manual de adiestramiento, se han agrupado las medidas a tomar en: *qué hacer antes, qué hacer durante y qué hacer después de un sismo.*

### **Marco Conceptual:**

- ✓ Qué se entiende por *Plan de Prevención Sísmica (PPS)*: Es el conjunto de medidas y acciones que se deben implementar con anterioridad a la ocurrencia de un terremoto, con el fin de eliminar o disminuir el impacto sobre la población, los bienes, los servicios y el ambiente.
- ✓ Qué se entiende por Plan de Emergencia Sísmica Escolar: Contiene las políticas, la organización y los métodos para enfrentar de manera clara, oportuna y eficaz una situación de emergencia o desastre, en sus distintas fases. Se encuentra dentro del PPS.
- ✓ Qué se entiende por Simulacro: Es una práctica sobre cómo se debe actuar en caso de emergencia, sigue instrucciones establecidas en el PESE. Está basado en procedimientos de seguridad y protección civil. Evidencia la capacidad de respuesta de la población y su realización permite reevaluar y realimentar los planes.

## **VII.1. Dentro del Establecimiento Escolar**

### **VII.1.1. Antes de un Terremoto.**

Las víctimas de un terremoto son, por lo general, producto de la destrucción parcial o total de las construcciones y/o instalaciones hechas por el hombre, y del inadecuado comportamiento de las personas ante el evento. Por tal razón resulta imprescindible elaborar un PPS del establecimiento escolar; en el Capítulo IV se dan algunos lineamientos para su realización.

Las medidas a tomar antes de un sismo se han agrupado según se relacionen con la seguridad del establecimiento escolar o el comportamiento de las personas.

#### **A. Con Referencia al Establecimiento Escolar**

Es responsabilidad de los directivos mantener el establecimiento escolar en condiciones que brinde seguridad a sus ocupantes.

Durante un sismo es probable que el edificio sufra daños, como caídas de revoques, grietas, etc., sin que ello implique necesariamente que se derrumbe. Por eso, con anticipación, debe efectuarse una revisión estructural, no estructural y funcional del edificio por parte de profesionales especializados, a fin de evaluar las condiciones de seguridad. De esta revisión puede resultar un programa de remodelaciones y/o refuerzos, cuya ejecución deberá programarse en función de la urgencia de las mismas.

Se menciona a continuación, en forma no excluyente, un listado de medidas preventivas

relacionadas con la seguridad del establecimiento escolar ante la ocurrencia de un evento sísmico:

- ✓ Prever medidas de protección en superficies vidriadas para evitar los accidentes provocados por la caída de trozos de vidrios ante la rotura de los mismos (disminución de las dimensiones, telas metálicas contenedoras, películas adhesivas transparentes, etc.). (Figura 26).



Figura 26. Ejemplo de reducción de dimensiones de superficies vidriadas

- ✓ Anclar, con criterio técnico, muebles altos; colocar los objetos más pesados en su parte inferior; asegurar estantes, imágenes religiosas, adornos, etc., que puedan ser removidas de su sitio por un sismo.
- ✓ Revisar los tendidos eléctricos, red de agua, gas, tanques de reserva, etc., a fin de corregir aquellas situaciones que presenten un peligro potencial ante un sismo.
- ✓ Conocer los mecanismos que interrumpen los servicios mencionados.
- ✓ Si hay laboratorios en el establecimiento, mantener tanto la cristalería como los reactivos peligrosos en armarios que brinden amplia seguridad.
- ✓ Controlar el buen funcionamiento de puertas y portones.
- ✓ Contar con un botiquín móvil de primeros auxilios con los medicamentos debidamente identificados; colocar en dicho botiquín la lista de alumnos de cada uno de los grados, la que deberá mantenerse actualizada.
- ✓ Asegurar tableros y torres en los gimnasios.
- ✓ Mantener expeditas las vías de acceso hacia las zonas de seguridad.
- ✓ Evitar el estacionamiento de vehículos frente a la entrada del establecimiento; es posible que se necesite disponer de ese espacio ante una situación de emergencia.

- ✓ Conocer el adecuado uso de extintores para casos de incendio.
  - ✓ Detectar y señalar zonas de riesgo (cámaras sépticas, ubicación de tanques de agua, tendidos eléctricos, cornisas, etc.).
  - ✓ Identificar y señalar zonas de seguridad.
  - ✓ Identificar y señalar vías de escape o acceso a las zonas de seguridad y a las zonas de riesgo.
  - ✓ Confeccionar planos del edificio escolar con señalización de zonas de riesgo, vías de escape y zonas de seguridad. Dichos planos deberán colocarse en lugares visibles.
- NOTA:** Con el propósito de uniformar las señalizaciones, se deberán adoptar aquellas establecidas en normas aprobadas por organismos competentes y autorizados por el Ministerio de Educación.



## B. Con Referencia al Comportamiento de Docentes y Alumnos

- ✓ El docente deberá contar con un PPS para su hogar, a fin de que su familia sepa qué hacer ante un sismo, ya que ante esta situación, su responsabilidad es permanecer en la escuela.
- ✓ Se debe dar a conocer a los padres el PESE del establecimiento escolar y acordar con ellos cómo proceder:
  - en qué caso deben acudir al colegio.
  - quién retirará al niño y de qué lugar.
  - en qué término de tiempo deben hacerlo, etc.

- ✓ No se debe alarmar a los alumnos con explicaciones sensacionalistas. Se explicará el origen y efectos de los sismos en forma científica, adecuando las exposiciones y ejercicios preparatorios a la edad de los alumnos.
- ✓ Deberán instrumentarse las medidas necesarias para ejercitar el adecuado comportamiento de docentes y alumnos durante y después de un sismo, mediante simulacros; en el Capítulo V se dan pautas para su realización.

### VII.1.2. Durante un Terremoto.

Ante la evidencia de un sismo, es fundamental que el docente conserve la calma, evitando que el pánico se apodere de él, y ejecute las acciones del **PESE**, previsto para el establecimiento (Capítulo IV).

Si los alumnos han sido bien preparados, esperarán instrucciones y responderán adecuadamente a las mismas.



Se presentan a continuación normas de conducta a observar durante el terremoto, para las distintas situaciones posibles dentro del establecimiento: 1) Dentro del aula, 2) En el patio.

*Cómo actuar si se encuentra:*

#### 1. Dentro del Aula

De la revisión estructural del edificio pueden resultar las siguientes alternativas: a) El aula es un lugar seguro y b) El aula no es un lugar seguro.

##### 1.a. El aula es un lugar seguro

Cuando perciba un temblor, el docente deberá:

- ✓ Dar aviso a los alumnos con voz alta, clara y sin gritar, diciendo por ejemplo: ¡Tiembla! ¡Cubrirse! Ante esa consigna, el niño adoptará su posición de seguridad en forma rápida y adecuada. Esta posición implica estar alejado de las zonas de riesgo, tales como superficies vidriadas, armarios altos, lámparas, objetos colgantes, etc. La posición de seguridad se ilustra en la (Figura 27).

- ✓ Abrir las puertas del aula.
- ✓ Ubicarse en su propia zona de seguridad, adoptando la posición que se indica en la (Figura 28).

El niño debe permanecer en su posición de seguridad hasta recibir nuevas instrucciones.

Rara vez la fase intensa de un sismo excede los sesenta segundos. Se sugiere, a fin de permitir evaluar por parte del docente el tiempo transcurrido y distraer la atención del niño, que una vez ubicados en su posición de seguridad, cuenten en voz alta, de 1 a 60, en forma pausada.



Figura 27. El aula es un lugar seguro. Alejamiento de las zonas de peligro.



Figura 28. El aula es un lugar seguro. Posición de seguridad.

### 1.b. El aula no es un lugar seguro

Cuando perciba un temblor, el docente deberá:

- ✓ Dar aviso a los alumnos, diciendo por ejemplo: ¡Tiembra! ¡Cubrirse! ¡Salgamos!
- ✓ Abrir las puertas del aula.

Los alumnos deberán adoptar la posición de seguridad según se indica en la (Figura 29), y en forma ordenada evacuar el aula, dirigiéndose hacia la zona de seguridad asignada en el “Plan de Emergencia Sísmica Escolar”.

Es importante que, en forma inmediata, alumnos y docentes se alejen de las zonas de riesgo (superficies vidriadas, armarios altos, objetos colgantes, etc.).

En este tipo de aula, es de fundamental importancia, mantener libre de obstáculos (bancos, papeleros, etc.) la zona de circulación hacia las vías de escape.



Figura 29. El aula no es un lugar seguro. Evacuación del aula.

## **2. En el Patio**

Existen varias situaciones a contemplar:

- Según las características del espacio:
  - Patio abierto.
  - Patio cubierto.
  - Patio seguro.
  - Patio con riesgo.
  - Patio con obstáculos (canteros, árboles, mástiles, bustos, etc.).
  
- Según las características de la actividad:
  - Formaciones de entrada o salida.
  - Recreos.
  - Actos.
  - Clases de Educación Física.
  - Horas libres, etc.

A los fines del presente manual, todas estas situaciones se han englobado en dos grupos, considerando la seguridad de la zona en cuestión: a) El patio es un lugar seguro y b) El patio no es un lugar seguro. Esta clasificación surgirá de la revisión estructural del establecimiento realizada previamente.

### 2.a. El patio es un lugar seguro

No obstante esta clasificación, pueden existir en él zonas puntuales de riesgo, como superficies vidriadas, cámaras sépticas, bustos, tableros, zonas próximas a construcciones no seguras, etc., las que deberán estar claramente señalizadas.

Cualquiera sea la actividad que se esté desarrollando, al percibir el sismo, docentes y alumnos deberán:

- ✓ Alejarse de las zonas de riesgo.
- ✓ Adoptar posición de seguridad según se indica en la (Figura 30).
- ✓ Permanecer en el lugar y en silencio.
- ✓ Esperar instrucciones.



Figura 30. El patio es un lugar seguro. Posición de seguridad.

### 2.b. El patio no es un lugar seguro

Esta condición puede deberse:

- ☑ En un patio cerrado, a la vulnerabilidad de la cubierta de techo, de los cerramientos, etc.
- ☑ En un patio abierto, a las malas condiciones de las construcciones perimetrales (aleros, medianeras, etc.), que signifiquen un riesgo.

En el patio no seguro, es fundamental tener claramente identificadas y señalizadas las vías de escape hacia las zonas de seguridad a las cuales deberán dirigirse docentes y alumnos inmediatamente después de percibido el sismo. Esto se hará en forma rápida y ordenada, sin correr y desplazándose adoptando la posición de seguridad indicada en la (Figura 29).

Es preciso que cada establecimiento contemple las diferentes actividades que se desarrollan en el patio, con el fin de organizar apropiadamente la evacuación o permanencia en el lugar, según las características del mismo.

### **VII.1.3. Después de un Terremoto.**

#### **1. Revisión del Establecimiento Escolar**

Inmediatamente después de ocurrido un terremoto y si el edificio escolar no ha sufrido daños importantes, tales como derrumbes parciales, las autoridades del establecimiento y los docentes, en cumplimiento de las tareas asignadas en el PESE, deberán hacer una evaluación de los posibles daños ocurridos en la escuela, tratando de identificar los siguientes aspectos:

- Caída de revoques, cielorrasos, fisuras en muros, etc.
- Caída o daños en elementos salientes tales como aleros.
- Asentamientos del terreno en algunos sectores que se pueden manifestar en forma visible, a través de desniveles.
- Correcto funcionamiento de puertas y ventanas.
- Pérdida de la vertical de muros aislados (desaplome).
- Rotura de vidrios.
- Caída de cables de la red eléctrica.
- Rotura de cañerías de agua y gas.
- Estado de cámaras sépticas y pozos ciegos.
- Estado de la estructura del tanque de agua.
- Otros.

De esta revisión puede resultar:

#### **1.a. No se observan daños**

En este caso se autorizará la permanencia de los alumnos en el establecimiento.

#### **1.b. Se observan daños**

Ante la evidencia de daños como los indicados, la Directora o el personal responsable del establecimiento, deberá disponer la **evacuación inmediata**.

Es necesario tener presente las réplicas que se producen a continuación de un terremoto, las que si bien son en general de menor intensidad, pueden provocar el derrumbe de las estructuras o elementos dañados.

### **2. Evacuación**

#### **2.a. Objetivo y ejecución**

El objetivo fundamental de la evacuación es concentrar a los alumnos y personal del

establecimiento en el lugar elegido de antemano, que reúne las condiciones de seguridad requeridas.

### **¿Cuándo se dispone la evacuación?**

La evacuación se llevará a cabo cuando el personal directivo o responsable del establecimiento considere que, por alguna razón, el alumnado está en peligro. Esta decisión surgirá si, de la evaluación efectuada al edificio escolar, se comprueban daños tales como los detallados en el punto anterior.

### **¿De qué manera se lleva a cabo?**

Decidida la evacuación, se activará una **alarma**, cuyo funcionamiento sea independiente de la red eléctrica, fácilmente audible e identificable, que indicará el comienzo inmediato de la evacuación.



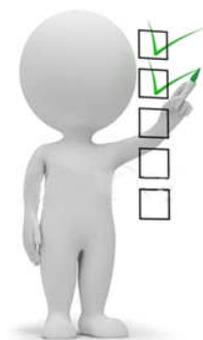
Para ello, los directivos, los docentes, el personal de funciones auxiliares y administrativos, tendrán una función asignada con anticipación. Si bien cada uno posee una actividad determinada, es conveniente que conozca las tareas de los demás, a fin de suplirlos en caso necesario.

Es conveniente que cada establecimiento posea un listado con dichas tareas

## ASIGNACIÓN DE TAREAS

TAREA	RESPONSABLE
◆ Activar alarma. ....	Personal Directivo.....
◆ Abrir puertas de acceso a los lugares de concentración y seguridad.....	
◆ Cerrar las llaves de paso de agua. ....	
◆ Cortar suministro eléctrico. ....	
◆ Cerrar las llaves de paso de gas.....	
◆ Cortar el tránsito.....	
◆ Traslado del botiquín móvil de primeros auxilios. ....	
◆ Despejar rutas de escape. ....	
◆ Evacuación de los niños. ....	Maestra a cargo del grado .....
◆ Asegurarse que todo el personal y alumnado haya sido evacuado.....	
◆ Evaluación de daños dentro del aula. ....	Maestra a cargo del grado .....

Este listado no es excluyente y se deberá adecuar según las necesidades de cada establecimiento.



Las tareas indicadas serán asignadas preferentemente al personal que no tenga alumnos a su cargo (personal administrativo, maestros especiales, porteros, etc.); sin embargo, algunas de estas tareas podrán estar a cargo de docentes, en la medida que su realización no afecte su actividad principal, que es la de conducir a sus alumnos hacia la zona de seguridad definida en el PESE.

### 2.b. Desplazamiento a la zona de concentración

Los docentes deberán controlar que los alumnos:

- ✓ Se desplacen caminando rápido en posición de seguridad (Figura 31) y ordenadamente por las vías de escape, hacia la zona de concentración establecida en el PESE.
- ✓ Se alejen de las barandas (Figura 31).

- ✓ Bajen con precaución las escaleras, sin empujar, en un número de columnas adecuado al ancho de las mismas (Figura 32).



Figura 31. Desplazamiento a la zona de concentración. En posición de seguridad y alejados de las barandas.

Deberán prestar preferente atención a aquellos alumnos que tengan dificultades transitorias o permanentes para desplazarse.

Si por alguna razón debiera utilizarse una vía alternativa de escape, deberá tenerse especial precaución en los posibles riesgos que la misma pudiera presentar.



Figura 32. Desplazamiento a la zona de concentración. Descendiendo las escaleras con precaución.

### **2.c. En la zona de concentración**

Una vez finalizada la evacuación, los docentes deberán realizar las siguientes tareas en la zona de concentración:

- ✓ Inspección general del grupo.
- ✓ Detección de heridos y clasificación de acuerdo con la gravedad de las lesiones.
- ✓ Prestar primeros auxilios.
- ✓ Procurar la asistencia médica adecuada, en caso de resultar necesario.
- ✓ Tomar asistencia utilizando las listas de alumnos que se encuentran en el botiquín móvil de emergencia. En caso de detectar la falta de algún niño, el docente informará a la autoridad escolar y se instrumentarán las medidas para su localización.
- ✓ Permanecer en la zona de concentración hasta completar el retiro de los niños de acuerdo con lo establecido en el PESE.

### **3. Habilitación del edificio escolar**

Una vez superada la situación de emergencia y antes de reanudar las actividades escolares, el personal directivo deberá elevar a la superioridad un informe de los daños observados en el establecimiento, a fin de que una comisión técnica designada especialmente evalúe la seguridad del edificio y determine las condiciones necesarias para su habilitación.

## **VII.2. Fuera del Establecimiento Escolar**

A continuación, se dan una serie de recomendaciones a tener en cuenta en caso de que durante la ocurrencia del sismo el alumno se encuentre fuera del establecimiento escolar; ya sea en dirección al mismo, de regreso a su hogar o realizando tareas escolares.

### **1. En camino a la escuela o a su casa**

#### **1.a. Si se traslada a pie**

Los padres deben estar en conocimiento del recorrido habitual efectuado por sus hijos y aconsejarles tomar el de menor peligro (tener presente tendidos eléctricos, construcciones elevadas, densidad de tránsito, etc.)

El alumno deberá:

- ✓ Alejarse de todas las construcciones que representen un peligro potencial.
- ✓ Mantenerse alejado de cables de tendido eléctrico, ya que cuando el temblor es fuerte, suelen cortarse y quedar pendientes en el aire o sobre el suelo, constituyendo un gran peligro.
- ✓ Conducirse aprisa, pero sin correr.
- ✓ No introducirse en edificios.
- ✓ Informar a equipos de socorro sobre situaciones de riesgo que hayan detectado en el camino.

### **1.b. Si se traslada en vehículo**

En este caso la responsabilidad recae sobre el conductor del vehículo, el que deberá obrar acorde con las siguientes instrucciones:

- ✓ Reducir la velocidad y lentamente ubicarse en la zona de menor riesgo (alejado de puentes, líneas de alta tensión, construcciones elevadas, antenas, etc.); es difícil controlar el vehículo durante un sismo.
- ✓ Evacuar inmediatamente el vehículo, en caso de haberse visto obligado a detenerlo en un lugar inseguro, dirigiéndose con los alumnos a una zona de menor riesgo.

### **2. Fuera del edificio escolar, acompañado por docentes, realizando tareas escolares**

En este caso la responsabilidad recae en el docente, el que deberá:

- ✓ Dejar previamente indicado en la escuela el recorrido planificado del contingente, notificando cualquier cambio introducido, a fin de posibilitar su ubicación.
- ✓ Buscar la zona de mayor seguridad adoptando la posición de seguridad.
- ✓ Evaluar, pasado el sismo, la conveniencia de regresar a la escuela o de esperar con sus alumnos el auxilio correspondiente.
- ✓ Llevar el botiquín móvil de emergencia.

## **CAPÍTULO VIII**

# **GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UN “PLAN DE PREVENCIÓN SÍSMICA”-PPS- PARA UN ESTABLECIMIENTO ESCOLAR**



## **GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UN “PLAN DE PREVENCIÓN SÍSMICA”-PPS- PARA UN ESTABLECIMIENTO ESCOLAR**

El PPS es el conjunto de medidas anticipadas a un evento sísmico, elaboradas en forma colectiva, cuya finalidad es disminuir el riesgo de la comunidad educativa ante la ocurrencia del mismo.

Para su confección deben colaborar activamente los docentes, alumnos, asociaciones de padres, y todas las personas directa o indirectamente relacionadas con la escuela.

En la elaboración de un PPS se deben considerar cuatro etapas fundamentales:

### **1º Etapa: Capacitación del Personal**

Objetivo: Valoración de la amenaza

- Conocer la amenaza.
- Motivación.

### **2º Etapa: Evaluación del Establecimiento Escolar**

Objetivo: Valoración de la vulnerabilidad

- Vulnerabilidad Estructural (VE):

Revisión de planos.

- Relevamiento estructural.
- Vulnerabilidad No Estructural (VNE):
  - Revisión de aleros, cielorrasos, ventanas, barandas, ornamentos, luminarias, equipos de oficina, estanterías, red de servicios (agua, luz, gas), etc.
- Vulnerabilidad Funcional (VF):
  - Revisión del funcionamiento de puertas y portones, estudio de las salidas de emergencia, vías de escape, urbanismo, flujo de personas, señalización, etc.

### **3º Etapa: Elaboración del PPS con su PESE. Difusión**

Objetivo: Reducción del Riesgo.

- Planificación de las tareas de refacción y obras a ejecutar para la adecuación del edificio: a corto, mediano y largo plazo.
- Definir responsables.
- Coordinar con otros organismos: Cruz Roja, Bomberos, etc.
- Amplia difusión.

**4º Etapa: Simulacros**

Objetivo: Lograr conductas adecuadas. Conciencia sísmica.

- Valoración de la respuesta de las personas, evaluación y corrección del PESE.

**Plan de Prevención Sísmica**



## **ACCIONES A CONSIDERAR PARA LA REALIZACIÓN DEL PLAN DE PREVENCIÓN SÍSMICA ESCOLAR (PPS)**

Un cambio de actitud en las personas y las instituciones debe concretarse por medio de la acción educativa permanente. Por lo tanto, la cultura sobre los riesgos y los desastres ha de fraguarse en la familia, la escuela, los centros de trabajo y la sociedad en general, como contextos educativos.

Pero por sobre todo, es el docente la persona más adecuada para realizar el trabajo de concienciación, difusión y promoción tendientes a elaborar Planes de Prevención Sísmica y a la ejecución de Planes Escolares para actuar en la Emergencia.

Por lo tanto, resulta muy importante realizar Talleres de Conciencia Sísmica, con la intervención de todas las personas involucradas con la comunidad escolar: alumnos, docentes, personal de maestranza, padres, choferes de movilidades escolares, etc., a quienes se les solicitará colaborar con ideas y sugerencias para la elaboración de un PPS escolar para el establecimiento.

Es conveniente que cada docente realice un PPS con su grupo de alumnos. Posteriormente se elaborará un PPS único del establecimiento, para lo cual previamente se analizarán las sugerencias indicadas en los PPS individuales realizados; para finalmente confeccionar el PPS del establecimiento escolar.

Cabe destacar que el PPS debe contener el PESE, elaborado para actuar específicamente en la emergencia

A continuación se indican algunas acciones a considerar con la finalidad de proporcionar pautas a tener en cuenta para la elaboración de un PPS escolar:

Investigar sobre sismos, sus orígenes y terremotos históricos del lugar (provincia). Ingresando a la página del INPRES (<http://www.inpres.gov.ar>), y accediendo a “Sismología” y luego a “Docentes y alumnos” (<http://contenidos.inpres.gov.ar/alumnos/docentes>), se dispone de varios temas de interés para analizar y desarrollar en el aula.

Investigar en internet, libros, folletos, revistas, diarios, archivos históricos y bibliotecas, respecto a los desastres experimentados en su comunidad en el pasado, debido a un terremoto.

Identificar los posibles riesgos asociados a un sismo (como licuefacción del terreno, incendio, alud, avalancha, deslizamientos de laderas, inundación, aluvión, etc.), que pueden afectar el establecimiento escolar o su entorno.

Analizar, sobre un plano del establecimiento escolar, la estructura del edificio. Detallar las fallas y deterioros observados en la estructura del edificio. Consultar con un profesional idóneo si el mismo es sismorresistente.

Analizar, sobre un plano del establecimiento escolar, la estructura del edificio. Detallar las fallas y deterioros observados en la estructura del edificio. Consultar con un profesional idóneo si el mismo es sismorresistente.

Analizar la vulnerabilidad No Estructural y Funcional del establecimiento escolar.

Analizar las zonas con riesgo de incendio en caso de un terremoto.

Determinar qué riesgos potenciales internos y externos, al edificio escolar, existen: medianeras, tanques de agua, pozo negro, tendidos eléctricos, postes de alumbrado, etc.

Identificar todas las llaves de paso y de corte de los servicios del establecimiento escolar (agua, luz, gas). Todo el personal responsable debe conocer claramente cómo se interrumpe c/u de ellos.

Analizar el entorno del edificio escolar: calles, veredas, plazas, espacios verdes, vías de salidas, etc.

Identificar, en un plano del establecimiento escolar, los lugares seguros y no seguros, y vías rápidas para el desplazamiento hacia un lugar seguro.

Controlar y verificar la existencia de extintores y alarmas.

Discutir posibles soluciones para reducir las distintas vulnerabilidades, y compartir con la comunidad educativa su PPS.

Detallar qué organismos de auxilio y/o de ayuda existen cerca de la escuela, y a qué distancia (policía, bomberos, hospital, defensa civil, etc.). Incluir sus teléfonos y direcciones.

Analizar las distintas rutas de acceso al establecimiento escolar, para los servicios de ambulancias, bomberos, etc.

Indicar las mejoras necesarias para hacer más seguro el establecimiento escolar, y realizar los presupuestos respectivos.

Establecer planes de corto, mediano y largo plazo para concretar las mejoras detalladas en el punto anterior.

Definir elementos de señalización y diagramar afiches de “Cómo actuar en caso de terremoto”. Establecer los lugares de colocación.

Convenir, de común acuerdo, un lugar seguro de congregación fuera del establecimiento escolar (patio, parque, plaza, etc.), en caso de realizar una evacuación. Deberá estar claramente expresado en el PESE.

Establecer pautas de comportamiento frente a la emergencia.

Detallar los elementos de un equipo de 1° auxilios, y establecer un lugar de ubicación para su fácil localización en caso de una emergencia. La Cruz Roja, un centro asistencial u hospital pueden asesorar al respecto, y cómo se debe equipar un botiquín de emergencia.

Incentivar a los alumnos a realizar el **Plan de Prevención Sísmica** para su hogar.



## **CAPÍTULO IX**

# **GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE SIMULACROS**



## GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE SIMULACROS

El **simulacro** consiste en poner en práctica el conjunto integral de acciones establecidas ante la ocurrencia de un sismo, con el propósito de generar en las personas conductas tendientes a disminuir el riesgo. El simulacro deberá realizarse tantas veces como sea necesario a fin de que, ante la ocurrencia de un sismo real, cada persona del Plantel Educativo sepa cómo actuar cualquiera sea el lugar, la actividad y situación en la que se encuentre.

Con el simulacro se pretende además:

Detectar errores en las acciones establecidas y corregirlas.

Observar el comportamiento de las personas a fin de:

Corregir aquellas conductas inadecuadas factibles de ser modificadas.

Adecuar el Plan de Acción teniendo en cuenta las conductas observadas.

Crear adecuados hábitos de conductas.

Crear conciencia sísmica.

Cada simulacro debe enriquecerse del anterior y enriquecer al siguiente.

El simulacro comprende dos etapas:

**Durante un Terremoto:** Consiste en poner en práctica el conjunto de acciones definidas en el Capítulo: VII.1.2. Durante un Terremoto.

**De evacuación:** Comprende la ejecución de las acciones indicadas anteriormente para la evacuación del establecimiento escolar.

### **Pautas a tener en cuenta en la realización de simulacros:**

- 1) Incorporar el **Simulacro de Evacuación** una vez que se hallan logrado conductas adecuadas en el **Simulacro “Durante el Sismo”**, para lo cual éste deberá realizarse tantas veces como sea necesario.
- 2) El maestro no se limitará a observar la conducta de los alumnos. Deberá participar activamente en la ejecución del simulacro adoptando las actitudes recomendadas para cada situación.



Figura 33. Participación activa del docente en la realización del simulacro

- 3) Reproducir con la mayor fidelidad posible lo elaborado en el PESE a fin de detectar deficiencias y realizar ajustes en el mismo.
- 4) Deberá variarse el horario de ejecución de los simulacros de manera tal de lograr que cada alumno esté preparado para actuar ante un sismo en cualquier actividad que se encuentre desarrollando.
- 5) Medir el tiempo de evacuación, como una de las pautas para lograr la vía de escape más adecuada y la optimización del uso de la misma.
- 6) Designar un grupo de docentes que actúe como observador del simulacro, con el objeto de evaluar el mismo. Una vez corregidos los errores observados, es conveniente intercambiar los integrantes del grupo con la doble finalidad de que todo el personal participe activamente del simulacro y tenga oportunidad de realizar aportes.

## BIBLIOGRAFÍA

BOLT, Bruce, 1981. *Terremotos*. Barcelona: Reverté.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LOS REGLAMENTOS NACIONALES DE SEGURIDAD PARA OBRAS CIVILES, INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA, 1983. *Normas argentinas para construcciones sismorresistentes. Reglamento INPRES-CIRSOC 103*. Buenos Aires: INTI-CIRSOC. Partes 1, 2, 3.

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES, 1994. *¿Qué hacer en caso de sismo?* México: CENAPRED

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES, 1989. *Terremotos, medidas de precaución*. Perú: CISMID.

GASS, I. G., SMITH, Peter J. y WILSON, R. C. L. 1971, *Understanding the earth; a reader in the earth sciences*. Cambridge: M.I.T Press.

INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA, 1977. *Zonificación sísmica de la República Argentina*. San Juan: INPRES, Publicación técnica no. 5.

INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA, 1978. *Manual de prevención sísmica*. San Juan: INPRES, vols. 1, 2.

INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA, 1982. *Microzonificación sísmica del Valle de Tulum, provincia de San Juan, República Argentina: informe técnico general*. San Juan: INPRES, vols. 1, 2, 3.

INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA, 2016. *Prevención sísmica: manual de adiestramiento para docentes de nivel primario*. San Juan: INPRES.

MAGALLÓN MOLINA, Florencio, SEGURA, Claudio S., UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA, 1992. *Cómo enfrentar un terremoto: manual para docentes*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

SAUTER, Franz, 1989. *Fundamentos de ingeniería sísmica*. Tecnológica de Costa Rica: Costa Rica, vol. 1.

SISTEMA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES, 1991. *Mi amiga la tierra: preparémonos para el próximo terremoto*. Bogotá: SNGRD.

SMITH, Peter J., 197. *Temas de Geofísica*. Barcelona: Reverté.

WYLLIE, Peter J., 1976. *The way the earth works: An introduction to the new global geology and its revolutions development*. New York: John Wiley & Sons Inc.

## AGRADECIMIENTOS

Al Cuartel Central de Bomberos de San Juan por su colaboración en la revisión y corrección del **CAPÍTULO V: “SEÑALIZACIÓN”**.