

**PROGRAMA NACIONAL
DE
EMERGENCIAS MEDICAS**

**MANUAL DE
RESCATE EN ESPACIOS
CONFINADOS**

1991

Elaborado por:

**JUAN A. CAMPOS ZUMBADO
T.E.M.**

INTRODUCCION

En los últimos cinco años, nuestro país ha evidenciado la necesidad de contar con personal entrenado en labores de Rescate en Espacios Confinados (REC.). Esto derivado del incuestionable hecho de haberse presentado una serie de eventos sísmicos, que han afectado zonas pobladas en diferentes grados de importancia.

El manual no pretende hacer expertos o técnicos especializados en la materia mencionada, tan solo se busca desarrollar un curso de manera formal e intensa, suministrando conocimientos y destrezas que permitan a los participantes, el estar preparados para enfrentar labores de rescate ante una situación de colapso de edificio o de deslizamiento, con el mínimo de tiempo y equipo posible.

El texto menciona procedimientos tanto técnicos como organizativos, que permiten a un rescatista actuar con eficiencia y eficacia, logrando con ello aumentar las posibilidades de supervivencia de las posibles víctimas de una emergencia como la antes citada.

Conviene señalar que, hasta donde nos ha llegado la información, no parece existir un texto que resuma todos aquellos, datos o informes referentes a un campo tan específico como el de REC. De ahí deriva su notable importancia.

Cabe señalar, como antecedente que el precursor y motivador del presente trabajo fue el señor Gerardo Fernández Solís, quien en 1988 redactó un pequeño manual de REC., a fin de utilizarlo en la Universidad de Costa Rica en el Programa de formación de Asistentes de Emergencias Médicas (AEM). Cuando, en 1989, Fernández logró interesar a personeros de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), de la importancia de que existiera un curso de esta naturaleza, es cuando gracias al financiamiento del Programa Nacional de Emergencias Médicas (PRONEM), se tomaron los objetivos iniciales, se modificaron y ampliaron, dando posteriormente como resultado el presente manual.

AGRADECIMIENTO

Se le agradece la colaboración brindada en lo aspectos didácticos y técnicos a las siguientes personas:

Didáctica

Lic. Leda Virginia Campos Espinoza
Prof. Víctor Manuel Rojas Pereira

Técnico

Mter. Luis Diego Morales Matamorros
Dra. Rocío Saenz Madrigal
Lic. Norma Solís Sánchez
Lic. Fernando Molina Zuñiga
Lic. Leda Virginia Campos Espinoza
Ing. Luis Eduardo Guilá Ezquivel
Tnte. Carlos J. Castillo, R.N., EMT-P, Metropolitan Dade County fire Department
TEM. Apolonio Rodríguez Siles
TEM. Alvaro Montero Sánchez
TEM. Zeidy Vargas Valverde
AEM. Rubén Cerdas Alvarado
AEM. Gerardo Fernández Solís

Así mismo aquellos que de una u otra forma han colaborado en la realización de este manual.

Programa Nacional de Emergencias Médicas (PRONEM)
Organización de Asistencia para Catástrofes en el Exterior (OFDA/AID)
Oficina Panamericana de la Salud (OPS)
Comisión Nacional de Emergencias, especialmente el área de Informática y Operaciones.
Instituto Nacional de Seguros, al departamento de Informática y la oficina del Benemérito Cuerpo de Bomberos.
Sistema de Informatica del Sector Vivienda y Asentamientos Humanos (SISVAH).

Y muy especialmente a los señores TEM. Apolonio Rodríguez Siles y al AEM. Gerardo Fernández Solís por su valiosa y desinteresada colaboración para que este manual fuera publicado.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PRONEM
1991	INDICE	1992

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	1
3.1. ASPECTOS TEORICOS DE LOS SISMOS Y EL EFECTO DE LAS ONDAS SISMICAS EN LAS INFRAESTRUCTURAS	8
EL ORIGEN DE LOS SISMOS	8
Descripción de la teoría de la deriva continental	8
Clasificación de los sismos	9
Teoría tectónica de placas	10
Teoría de rebote elástico	11
LAS ESCALAS SISMICAS	11
Escala de intensidad	11
Escala de intensidad Mercalli modificada (MM)	12
Escala de magnitud	18
EL FENOMENO DE LA PROPAGACION DE LAS ONDAS SISMICAS	19
Ondas internas y de superficie	19
EL FENOMENO DE LA AMPLIFICACION	19
Condiciones locales del suelo	21
Condiciones topográficas	21
Geología local	22
3.2. DIFERENTES TIPOS DE ESTRUCTURAS Y SU COMPORTAMIENTO ANTE LOS SISMOS	23
ESTRUCTURAS MAS UTILIZADAS EN NUESTRO PAIS	23
RECONOCER LOS EFECTOS SISMICOS SOBRE LAS ESTRUCTURAS	23
Las estructuras	23
Edificios de planta baja flexible o piso blando	24
Efectos de columna corta	27
Falla por cortante	29
Efecto de torsión	30
Daños secundarios en la mampostería	33
ZONAS DE ALTO RIESGO EN COSTA RICA	34
El litoral Pacífico o Región Arco - Fosa	35
Valles y Serranías del Interior (Arco magnético y cuencas intra - arco)	36
Llanuras del Norte y del Caribe (Area Tras - Arco)	37
Los efectos combinados de las amenazas geológicas	37
3.3. ASPECTOS PSICOLOGICOS DERIVADOS DE UN DESASTRE	40
ALGUNAS CONDUCTAS COMUNES DE LAS VICTIMAS EN LOS DESASTRES	40
La reacción del ser humano ante un estrés	43
CONSECUENCIAS PSICOLOGICAS EN EL PERSONAL DE RESCATE	48
El estrés en el desastre	48

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PRONEM
1991	INDICE	1992

Perfil de personalidad de los socorristas	50
Reacciones al estrés provocado por el desastres	50
Reacciones inmediatas	51
El estrés del rescate	51
Reacciones a largo plazo	53
Estrategias para la intervención eficaz de las víctimas de desastre	53
Formas de mitigar el estrés en los socorristas	54
Servicios de apoyo psicológico en la escena del desastre	56
Aspectos psicológicos para la reducción del estrés en el personal de rescate	57

3.4. COMPONENTES Y CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS BASICOS DE PROTECCION PERSONAL	59
DEFINICION DE EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	59
CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	59
Protección de la cabeza	59
Protección de los ojos	60
Protección auditiva	62
Protección de las extremidades	63
Protección integral	64
Protección respiratoria	64
CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	64
SELECCION DE LOS EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	65
EQUIPOS DE PROTECCION RESPIRATORIOS	65
Equipos purificadores de aire	66
Equipos abastecedores de aire	68
EQUIPO DE PROTECCION RESPIRATORIA UTILIZADO EN NUESTRO MEDIO	70
Modelo SURVIVAIR	70
Modo de empleo	71
Advertencias	76
Forma de quitarse el equipo	77
Modelo MSA	77
LOS COMPONENTES DE UN EQUIPO DE PROTECCION RESPIRATO- RIA	79
FACTORES PARA LA SELECCION DE RESPIRADORES	80
CUIDADO Y CONSERVACION	81
Código de colores para los protectores respirato- rios	81
CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS DE ACUERDO A LA ATMOSFERA	82
Deficiencia de oxígeno	82
Gases tóxicos	82
Gases tóxicos con partículas	83
Partículas tóxicas	83
MANTENIMIENTO Y CUIDADO DE LOS EQUIPOS DE PROTECCION RESPIRATORIA	83

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PRONEM
1991	INDICE	1992

	Requerimientos ANSI y OSHA	83
	Reparación solo por personal calificado	84
	Etiquetas de inspección	84
	Los cilindros	84
	Medidas de seguridad para los cilindros	84
	Limpieza e higiene	86
	Procedimientos de inspección y mantenimiento	88
	Registro	88
	Inspección	89
	MANIPULACION DE EMERGENCIA	93
3.5	EQUIPOS UTILIZADOS EN LAS MANIOBRAS DE BUSQUEDA Y RESCATE	94
	EQUIPOS A UTILIZAR EN RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	94
	Equipo para ascenso y descenso	94
	Equipo para cortar	95
	Equipo para tensar y halar	97
	Equipos para separar	98
	Equipo para demolición	100
	Equipo personal	101
	Equipo para realizar rescate en ascensores	102
	Equipos varios	102
	CONSIDERACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS	103
	Precauciones en el uso del equipo para cortar	103
	Precauciones en el uso del equipo para halar	103
	Normas de operación y seguridad de la quijada de la vida	104
	SELECCION DE LOS EQUIPOS MAS RECOMENDADOS	104
3.6	COMPONENTES BASICOS DE UNA MOCHILA DE RESCATE	106
	MOCHILA O MORRAL DE RESCATE	106
	HERRAMIENTAS DE UNA MOCHILA DE RESCATE	106
	LABORES A EJECUTAR CON LA MOCHILA DE RESCATE	116
	NORMAS BASICAS PARA EL USO DE LA MOCHILA DE RESCATE	116
3.7.	ASPECTOS BASICOS DE LA ORGANIZACION DE LOS GRUPOS DE RESCATE	118
	ASIGNACION DE LABORES EN LOS MIEMBROS DE UN GRUPO DE RESCATE	118
	El jefe de operaciones	119
	El jefe del grupo de rescate	119
	El encargado de comunicaciones	119
	El encargado de materiales	120
	Personal de rescate	120
	PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCION DE UN PLAN DE RESCATE	122
	Planificación del rescate en espacios confinados	122
	Reconocimiento inicial	122
	Información	123

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PRONEM
1991	INDICE	1992

Valoración de la escena	123
SISTEMA OPERATIVO DE EMERGENCIAS EN COSTA RICA	125
Organización general	126
Directrices para la efectiva comunicación en el COE	128
Líneas de mando en el COE	128
Ubicación	129
Puesto de mando	129
Jefe de operaciones	129
Organización general	130
Zonas y áreas	130
Directrices para la efectiva comunicación en el puesto de mando	139
Lineas de mando en el puesto	139
Representantes del Gobierno	140
Los medios de comunicación colectiva	141
3.8. PLANIFICACION DE LAS ETAPAS DE UNA OPERACION DE RESCA- TE	142
LAS ETAPAS DE UNA OPERACION DE RESCATE	142
PROCEDIMIENTOS BASICOS A SEGUIR EN LAS DIFERENTES ETA- PAS DE UNA OPERACION DE RESCATE	142
Atención de lesionados en áreas descubiertas	142
Rescate inmediato y búsqueda en edificaciones ligeramente dañadas	143
Exploración de puntos posibles de supervivencia	144
Exploración adicional y remoción selecta de escom- bros	145
Etapas N°5	146
Etapas N°1 y N°3	146
PRECAUCIONES DURANTE LA OPERACION DE BUSQUEDA Y RESCA- TE	147
3.9. CARACTERISTICAS DE UN EDIFICIO COLAPSADO	149
INDICADORES DE COLAPSO	149
CARACTERISTICAS DE LOS EDIFICIOS COLAPSADOS	150
Tipos de edificios colapsados	151
3.10. NORMAS QUE REGULAN EL SEÑALAMIENTO EN UNA OPERACION DE RESCATE.	
TIPOS DE SEÑALIZACION	155
MATERIALES PARA LA SEÑALIZACION	155
Código para grandes desastres	156
CODIGOS DE SEÑALIZACION	157
3.11. TECNICAS PARA APUNTALAR ESTRUCTURAS CON RIESGO DE COLAPSO	
LEVANTAMIENTO Y SOPORTE DE ESTRUCTURAS (APUNTALAMIEN-	160

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PRONEM
1991	INDICE	1992

TO)	160
NORMAS PARA APUNTALAR	162
TECNICAS DE APUNTALAMIENTO	163
3.12. TECNICAS DE PENETRACION, BUSQUEDA Y RESCATE DENTRO DE EDIFICIOS COLAPSADOS	167
CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS CONFINADOS	167
TECNICAS DE PENETRACION	167
Búsqueda y rescate a "Cielo Abierto"	167
Búsqueda y rescate a través de trincheras	169
Búsqueda y rescate a través de muros, pisos o paredes	171
Búsqueda y rescate a través de galerías	172
GALERIAS	172
3.13. ASPECTOS BASICOS DE LAS RADIOCOMUNICACIONES EN LAS LABORES DE RESCATE	179
EQUIPOS DE COMUNICACIONES EN RESCATE	179
BANDAS RADIALES A UTILIZAR EN OPERACIONES DE RESCATE	179
INDICATIVO Y CODIGOS INTERNACIONALES	180
LAS COMUNICACIONES DEL RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	181
MEDIDAS DE SEGURIDAD	183
3.14. NOCIONES GENERALES SOBRE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA	184
LOS DESLIZAMIENTOS DE TIERRA	184
FACTORES DE INFLUENCIA EN LOS DESLIZAMIENTOS	184
3.15. TRIAGE	
CLASIFICACIÓN MASIVA DE VÍCTIMAS	186
¿Quienes deben hacer la clasificación de víctimas: "TRIAGE"?	187
Oficiales de " TRIAGE "	188
La tarjeta del triage	188
Significado de los colores	191
Lesiones de acuerdo con el color	193
3.16 EL MANEJO DE PACIENTES CON EL SINDROME DE COMPARTIMIENTO Y DE APLASTAMIENTO.	197
EL SINDROME DE COMPARTIMIENTO	197
EL SINDROME DE APLASTAMIENTO (Crush Syndrome o Síndrome de Bywaters)	201
ANEXO 1	208
GLOSARIO	211
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	217

<i>PRONEM</i>	<i>RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS</i>	<i>PRONEM</i>
<i>1991</i>	<i>INDICE</i>	<i>1992</i>

BIBLIOGRAFIA 218

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 1
1991	OBJETIVOS DEL CURSO	1992

OBJETIVOS

El participante estará en capacidad de:

- P.E.3.1 Comprender los aspectos teóricos de los sismos y el efecto de las ondas sísmicas en las infraestructuras.
- 3.1.1 Conocer el origen de los sismos. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 80%).
- 3.1.2 Describir las escalas de Richter y Mercalli. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral con un rendimiento no menor al 80%).
- 3.1.3 Conocer el fenómeno de propagación de las ondas sísmicas contra las estructuras. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor del 80%).
- 3.1.4 Conocer el fenómeno de Amplificación. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral con un rendimiento no menor del 80%).
- P.E.3.2 Identificar los diferentes tipos de estructuras y su comportamiento ante los sismos.
- 3.2.1 Describir los tipos de estructuras más utilizadas en nuestro país. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral con un rendimiento no menor del 90%).
- 3.2.2 Reconocer los efectos sísmicos sobre las estructuras. (Haciendo uso de varias transparencias). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor del 90%).
- 3.2.3 Identificar las zonas de alto riesgo en nuestro país. (Haciendo uso del mapa). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor del 90%).
- P.E.3.3 Comprender los aspectos psicológicos derivados de un desastre.

PRONEX	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG.2
1991	OBJETIVOS DEL CURSO	1992

- 3.3.1 Identificar algunas conductas comunes de las víctimas durante las cuatro fases de un desastre. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor a un 80%).
- 3.3.2 Identificar los aspectos psicológicos que puedan afectar al rescatador durante las operaciones de rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 80%).
- P.E.3.4 Reconocer los componentes y características de los equipo básicos de protección personal.
- 3.4.1 Definir equipo de protección personal. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 70%).
- 3.4.2 Dados tres equipos de protección personal. Clasifique cada uno en forma independiente. (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 100%).
- 3.4.3 Reconocer las características de los equipos de protección personal. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 100%).
- 3.4.4 Seleccionar los equipo de protección personal de acuerdo con las recomendaciones generales. (Dado un paquete de equipo). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 100%).
- 3.4.5 Reconocer los dos grupos de equipos de protección respiratoria. (Dados dos equipos purificadores de aire y abastecedor de aire). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 90%).
- 3.4.6 Reconocer los equipos de protección respiratoria utilizados en nuestro medio. (Dado un equipo de: ARAC, MSA y SURVAIVOR). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 90%).
- 3.4.7 Identificar cada uno de sus principales componentes. (Dado un equipo de protección respiratorio). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 80%).

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 3
1991	OBJETIVOS DEL CURSO	1992

- 3.4.8 Identificar el equipo de protección respiratoria a utilizar para ingresar a una zona con contaminante. (Dada una situación de espacio confinado). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 90%).
- 3.4.9 Colocarse cualquiera de los equipos de protección respiratoria. (Dado tres situaciones de emergencia). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 100%).
- 3.4.10 Ejecutar los procedimientos básicos para su mantenimiento. (Haciendo uso de cualquier equipo de protección respiratoria). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 80%).
- 3.4.11 Aplicar los procedimientos de emergencias en la utilización de los equipos de protección respiratoria. (Dado en un tunel de práctica dos situaciones de emergencias simuladas). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor del 100%).
- P.E.3.5 Identificar los equipos de rescate más comúnmente utilizados en las diferentes maniobras.
- 3.5.1 Describir los diferentes equipos a utilizar en REC. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor del 90%).
- 3.5.2 Describir las medidas de seguridad al utilizar los equipos de rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 100%).
- 3.5.3 Seleccionar los equipos más recomendados a utilizar. (Dadas tres situaciones simuladas). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 90%).
- P.E.3.6 Conocer los componentes básicos de una mochila de rescate.
- 3.6.1 Enumerar los materiales y herramientas que debe portar una mochila de rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 100%).

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 4
1991	OBJETIVOS DEL CURSO	1992

- 3.6.2 Identificar cada material y herramienta. (Dada una mochila de rescate). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 100%).
- 3.6.3 Describir los posibles trabajos que se puedan efectuar con los materiales y herramientas de una mochila de rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 90%).
- 3.6.4 Conocer las normas básicas para el uso de la mochila de rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 90%).
- P.E.3.7 Comprender los aspectos básicos de la organización de los grupos de rescate.
- 3.7.1 Describir el trabajo de cada miembro del grupo de rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 100%).
- 3.7.2 Describir los procedimientos a utilizar en la ejecución de un plan de rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 90%).
- 3.7.3 Describir el sistema para la Administración Operativa de Emergencias en Costa Rica. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con rendimiento no menor al 90%).
- P.E.3.8 Planificar las cinco etapas de una operación de rescate en espacios confinados.
- 3.8.1 Reconocer las cinco etapas de una operación de rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 80%).
- 3.8.2 Explicar los procedimientos básicos de cada etapa en una operación de rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 90%).

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG.5
1991	OBJETIVOS DEL CURSO	1992

- 3.8.3 Describir las precauciones durante una Operación de búsqueda y Rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con rendimiento no menor al 90%).
- P.E.3.9 Identificar las características de un edificio colapsado.
- 3.9.1 Reconocer los diferentes indicadores de colapso en edificios. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 100%).
- 3.9.2 Identificar las diferentes características de los edificios colapsados de acuerdo con el grado de destrucción. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 100%).
- P.E.3.10 Conocer las normas que regulan el señalamiento en una operación de REC.
- 3.10.1 Reconocer los diferentes tipos de señalamiento en edificios colapsados. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 100%).
- 3.10.2 Identificar los materiales de señalamiento a utilizar en los edificios colapsados. (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento no menor al 100%).
- 3.10.3 Reconocer los códigos de señalamiento recomendados. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita o práctica con un rendimiento global no menor al 90%).
- P.E.3.11 Identificar las técnicas para apuntalar estructuras con riesgo de colapso.
- 3.11.1 Identificar en dónde es necesario apuntalar. (Dada una situación de daño). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 90%).
- 3.11.2 Reconocer las normas elementales para el soporte de las estructuras. (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento no menor al 100%).

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG.6
1991	OBJETIVOS DEL CURSO	1992

- 3.11.3 Aplicar las técnicas básicas para apuntalar. (Haciendo uso de madera, clavos, herramienta y escombros). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 100%).
- P.E.3.12 Conocer las técnicas de penetración, búsqueda y rescate dentro de edificios colapsados.
- 3.12.1 Clasificar los espacios confinados de acuerdo con la posibilidad de supervivencia. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 90%).
- 3.12.2 Utilizar las técnicas de penetración. (Dada una situación de estructura colapsada). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 100%).
- 3.12.3 Utilizar la técnica recomendada. (Dada una situación de galería). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor del 90%).
- P.E.3.13 Conocer los aspectos básicos de las radiocomunicaciones en las labores de rescate.
- 3.13.1 Identificar los tipos de radios utilizados en operaciones de rescate. (Haciendo uso de varios radio transmisores). (Ganará el objetivo cuando obtenga un rendimiento global no menor al 90%).
- 3.13.2 Identificar las bandas radiales a usar durante una operación de rescate. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 80%).
- 3.13.3 Utilizar los códigos internacionales de comunicaciones. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 90%).
- 3.13.4 Conocer la estructura formal de las comunicaciones por medio de radio transmisores. (Ganará el objetivo cuando demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 90%).
- 3.13.5 Conocer las medidas de seguridad para utilizar equipos de radio en una operación de rescate. (Ganará el objetivo cuando demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 90%).

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG.7
1991	OBJETIVOS DEL CURSO	1992

- P.E.3.14 Conocer las nociones generales sobre deslizamientos de tierra.
- 3.14.1 Explicar los parámetros y factores de influencia en los deslizamientos. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 80%).
- 3.14.2 Conocer los deslizamientos activos en Costa Rica. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 80%).
- 3.15.1 Auxiliar al personal sanitario destacado en labor de triage. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma oral en una sesión de discusión de grupo y con una participación del 80%).
- 3.16.1 Conocer el manejo del paciente con el Síndrome Compartimental y de Aplastamiento. (Ganará el objetivo cuando lo demuestre en forma escrita u oral y con un rendimiento no menor al 80%).

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 8
1991	SISMOS	OBJ. 3.1

3.1. ASPECTOS TEORICOS DE LOS SISMOS Y EL EFECTO DE LAS ONDAS SISMICAS EN LAS INFRAESTRUCTURAS.

3.1.1. EL ORIGEN DE LOS SISMOS

La especialidad de Rescate en Espacios Confinados tiene su origen en los efectos de los sismos, dado que éstos son la causal provocadora de colapsos en las diferentes estructuras construidas por el hombre.

Conceptos:

Sismo o seísmo es una palabra de origen griega que abarca otros vocablos dentro de su contexto, como son: terremoto (del latín terramemotus) o temblor.

Sismo es el "movimiento originado por fenómenos geológicos o causas artificiales, en un punto de la corteza terrestre, y que se propaga en forma de ondas concéntricas a dicho punto, haciendo oscilar la superficie de la tierra en diferentes direcciones" (1).

Temblor es "un evento sísmico percibido en la superficie como una vibración o sacudida del terreno, sin causar daño y destrucción" (2); Terremoto es el "evento destructivo que causa daños severos y víctimas" (3).

Todo terremoto es un temblor, pero no todo temblor es un terremoto.

1. Descripción de la teoría de la deriva continental.

La teoría de la deriva continental fue dada a conocer en el año 1912 por el Científico Alemán Alfred Wegener en la cual argumenta que los continentes se desplazan como gigantescos bloques de corteza sobre un manto líquido.

La teoría de Wegener indica que "hace unos doscientos millones de años, todos los continentes estuvieron unidos y formaron una sola masa continental", al que él llamó Pangea, palabra derivada del Griego "todas las tierras" (Fig. 1).

Esta teoría trajo muchas controversias en medios científicos; pero durante las tres últimas décadas, especialmente en las ramas de geología, sismología y oceanografía, han llegado a corroborar las ideas básicas de Wegener; y aunque parte de sus teorías han sido revisadas, modificadas y otras han resultado equivocadas, los puntos importantes de su argumento se han confirmado.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG.9
1991	SISMOS	OBJ.3.1

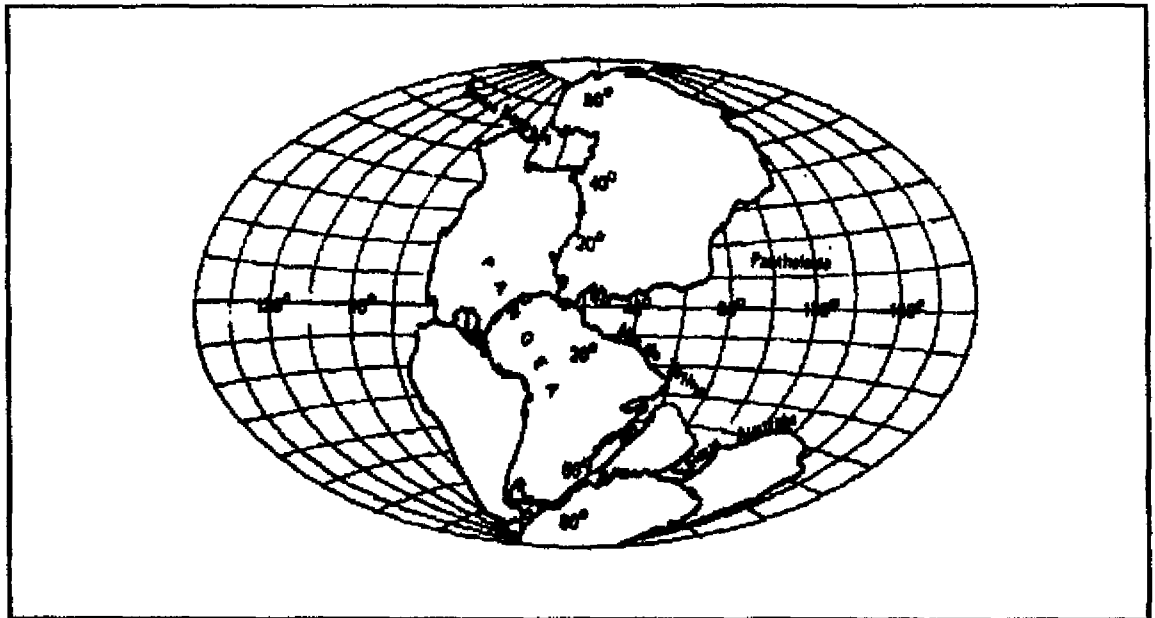


Figura 1 El continente universal Pangea, tal como era hace doscientos millones de años, de acuerdo con la teoría de Wegener.

2. Clasificación de los sismos.

Los sismos se pueden clasificar en tectónicos, volcánicos y plutónicos.

Los sismos que nos afectan de menor o mayor grado y demuestran mayor interés para nosotros son los de origen tectónico y volcánico. Los sismos tectónicos "implican una deformación de la corteza terrestre en forma de pliegues o fracturas"; se llaman también tectónicos o de carácter estructural (del griego tekto= construir)" (4). Son éstos los más importantes, por lo que la energía liberada es extraordinariamente mayor que la de los otros dos tipos, y sus características normalmente son más destructivas.

El origen se asocia con la deformación de la corteza terrestre, estudio que se complementa con el análisis de las teorías "tectónicas de placas" y de "rebote elástico" que se señala más adelante.

Los sismos de origen volcánico se producen por fuerzas provenientes de fracturas, explosiones o fallas en las inmediaciones del edificio volcánico, como resultado de los movimientos de lava dentro de la cámara magmática y se caracterizan por ser de baja

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 10
1991	SISMOS	OBJ. 3.1

magnitud e intensidad, por lo que sus efectos son sentidos en los alrededores del volcán.

3. Teoría tectónica de placas

Esta teoría muy relacionada con Wegener, dice que "la corteza terrestre está dividida en siete u ocho gigantescas placas que se mueven errática y despaciosamente sobre el globo, llevando consigo mares y continentes", cuando las placas se rozan y aún chocan entre sí, a estos eventos se les denomina sismos interplaca.

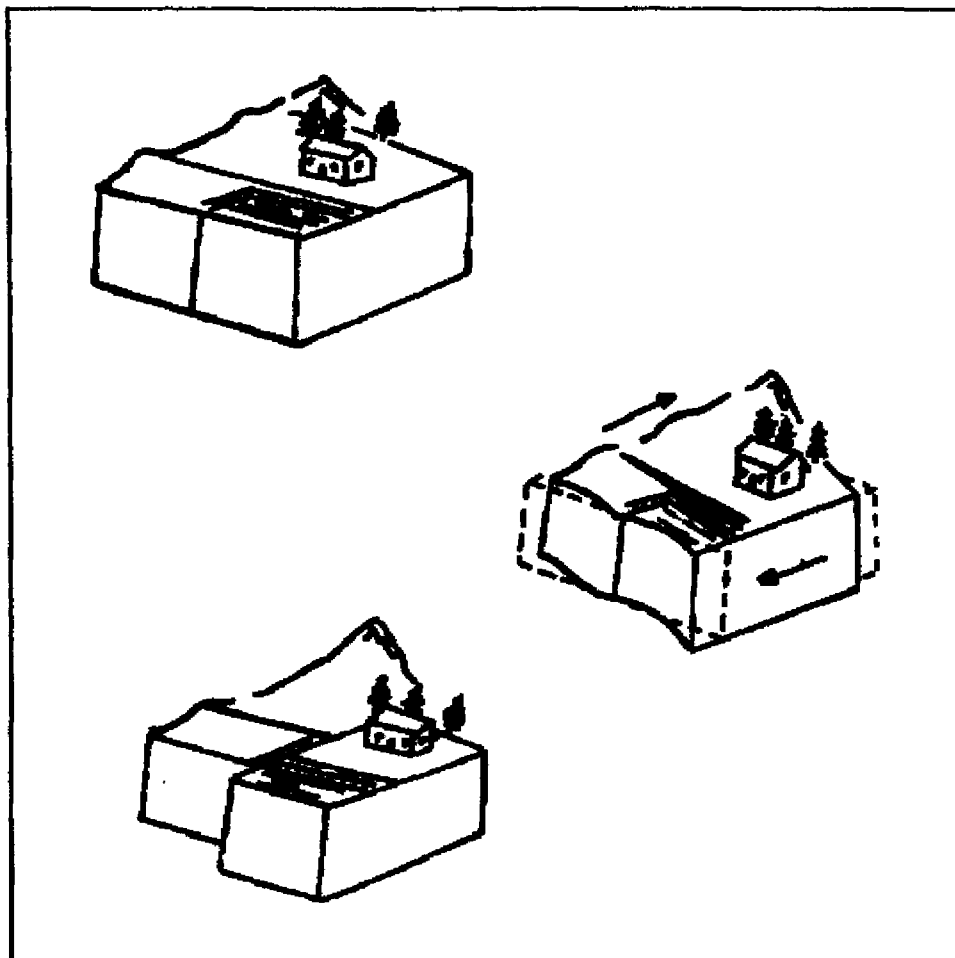


Figura 2 De acuerdo con la Teoría de Rebote Elástico, una falla incapacitada de movimiento hasta que la presión se haya hecho en las rocas o en cualquier lado, esta presión es activada por el cambio gradual de la corteza de la tierra.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 11
1991	SISMOS	OBJ. 3.1

4. Teoría de rebote elástico.

Como se aprecia en la figura 2, la tierra está dividida y se mueve provocando roces entre las diferentes placas; de esto habla la teoría de rebote elástico, y dice que los "esfuerzos orogénicos causan deformaciones de la corteza terrestre y, acumulan energía potencial en forma de esfuerzos por compresión o tensión. Eventualmente, puede acontecer que la magnitud de la deformación con la tensión o compresión consiguiente es tal que, excede la resistencia de las rocas de la corteza terrestre y se produce una fractura, es decir, hay un desplazamiento o deslizamiento de un lado de la corteza con respecto al otro a lo largo del plano de una falla.

En la fractura, las rocas adyacentes al lado de la falla saltan a una posición de reposo, iniciándose vibraciones que se propagan por el medio elástico de la estructura terrestre y son el sismo en sí.

3.1.2. LAS ESCALAS SISMICAS

En el campo de los sismos se han diseñado a través del tiempo, innumerables escalas que han dado parámetros sobre los efectos causados, basándose unas veces en la violencia de éstos y en la cantidad de energía emitida.

Por ello, se han clasificado las escalas sísmicas en: intensidad y magnitud.

1. Escalas de intensidad

La escala de intensidad sísmica se puede definir como la fuerza o violencia del movimiento de la tierra en una región, en término de los efectos que provoca el sismo en la comunidad, en las obras tanto naturales como artificiales de un lugar.

La determinación del grado de intensidad no se puede hacer con un solo punto del área afectada, es necesario la determinación de diferentes lugares, y construir luego las curvas de igual intensidad sísmica o curvas isosísticas que dan una idea inmediata de esta zona (Fig. 3).

Los contornos resultantes, por lo general, muestran un máximo en la zona epicentral, con regiones de menor intensidad rodeando esta área.

Las irregularidades observadas en las curvas isosistas están relacionadas, generalmente, con zonas de condiciones geológicas diferentes, mostrándose a partir de las curvas las relaciones de elasticidad de las diferentes formaciones geológicas.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG.12
1991	SISMOS	OBJ.3.1

Varias escalas se han ideado, "las más importantes dividen la intensidad de 1 a 3, de 1 a 10, y de 1 a 12, llamándose la de triple escala, la de Rossi Forel, y la de Mercalli Cancali".(5)

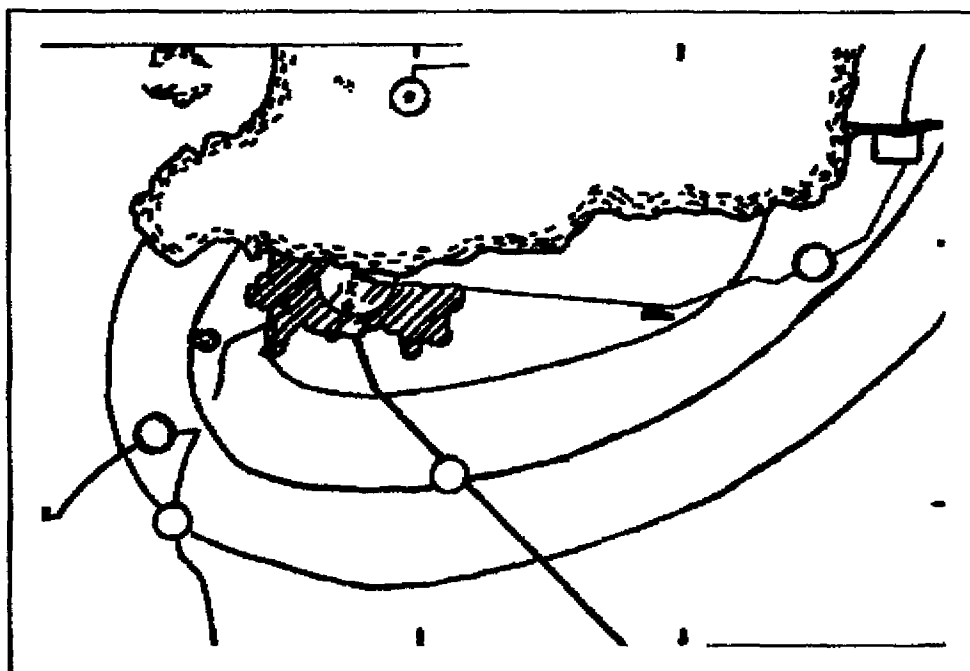


Figura 3 Mapa de isosistas del terremoto de Managua, Nicaragua, del 23 de diciembre de 1972 (M=6,2). La máxima intensidad en el área epicentral alcanzó un grado IX en la escala Mercalli Modificada. (Adaptado de J.W. Dewey et al., 1973).

a. Escala de intensidad Mercalli modificada (MM) (6)

CONSTRUCCION

CARACTERISTICAS

- | | |
|--------|---|
| Tipo A | - Estructuras de acero y hormigón armado bien diseñadas, calculadas para resistir fuerzas laterales. Buena construcción, materiales de primera calidad. |
| Tipo B | - Estructuras de hormigón armado, no diseñadas en detalle para resistir fuerzas laterales. Buena construcción y materiales. |

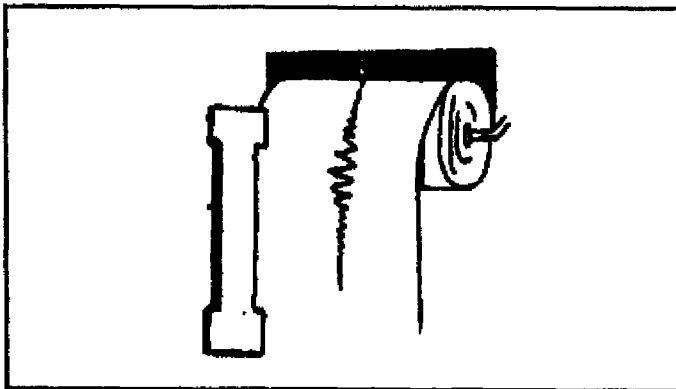
PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG.13
1991	SISMOS	OBJ.3.1

Tipo C - Estructuras no tan débiles como para fallar la unión de las esquinas, pero no reforzadas ni diseñadas para resistir fuerzas horizontales. Construcción y materiales corrientes.

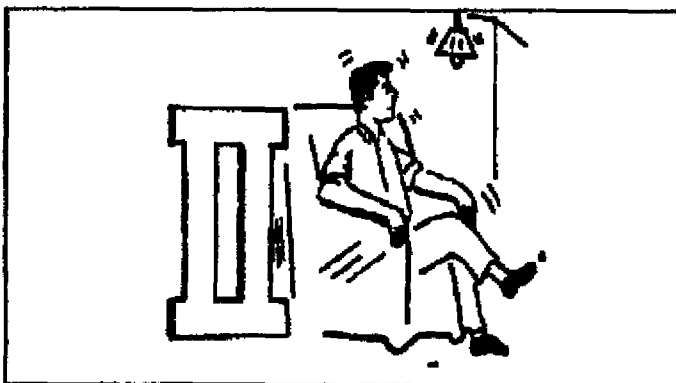
Tipo D Construcciones de materiales pobres, tal como el adobe, baja calidad de construcción. No resistente a fuerzas horizontales.

VALOR DE INTENSIDAD

DESCRIPCION

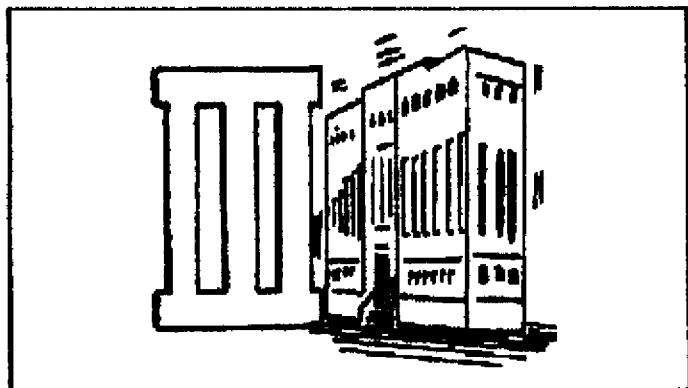


No es sentido por las personas. Es detectado sólo por instrumentos.

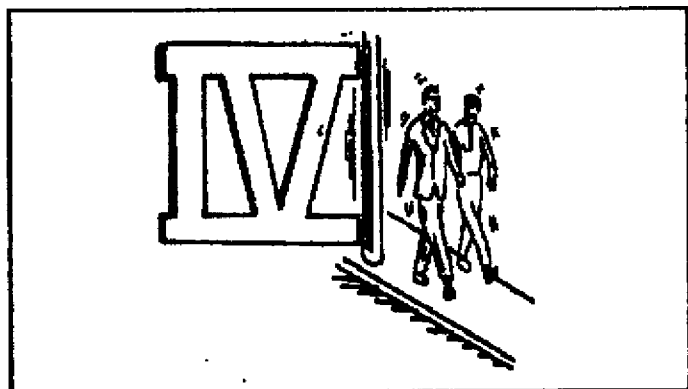


Es sentido por personas en posición de descanso, en pisos altos o situación favorable.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG.14
1991	SISMOS	OBJ.3.1

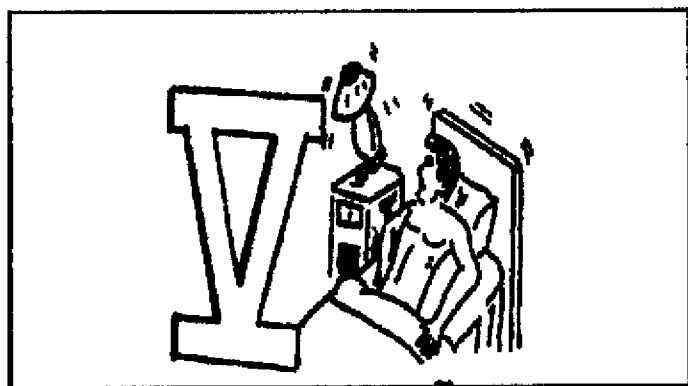


Es sentido en el interior. Los objetos suspendidos oscilan. Se siente vibraciones como si pasara un camión ligero. Su duración es apreciable. Puede no ser reconocido como un temblor.



Los objetos suspendidos oscilan. Se sienten vibraciones como el paso de un camión pesado o la sensación de sacudida, como de un balón golpeando las paredes. Los Automóviles parados se balancean. Las ventanas, los platos, las puertas vibran.

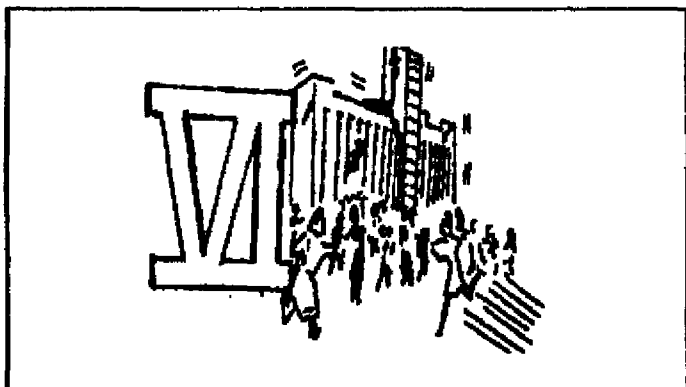
Los cristales tintinean. Los cacharros de barro se mueven. En el rango alto de IV, los tabiques y armazones de madera crujen.



Si se está al aire libre se aprecia la dirección. Los que están durmiendo se despiertan. Los líquidos se agitan, algunos se derraman. Los objetos pequeños inestables son desplazados o volcados. Las puertas se balancean, se cierran, se abren.

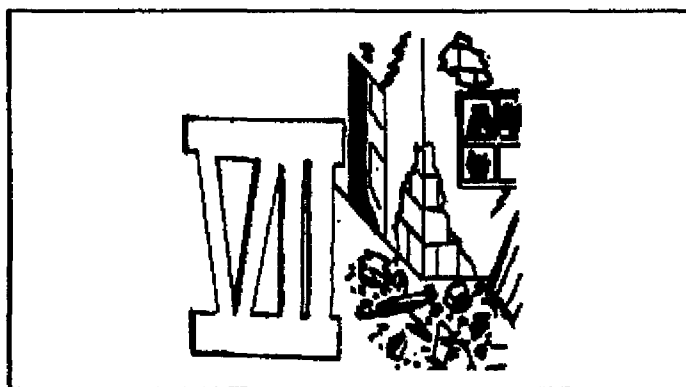
Los contraventanas y cuadros se mueven. Los péndulos de los relojes se detienen, comienzan a andar, cambian de período.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 15
1991	SISMOS	OBJ. 3.1



Es sentido por todos. Muchos se asustan y salen al exterior. La gente anda inestablemente. Las ventanas, los platos y los objetos de vidrio se rompen. Los adornos, los libros, etc. se caen de las estanterías. Los cuadros se desploman.

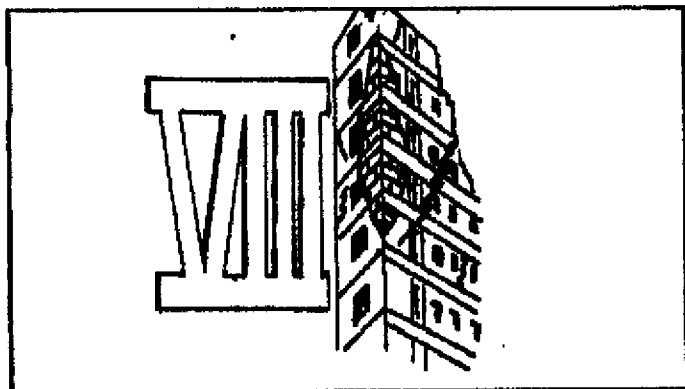
Los muebles se mueven y vuelcan. Los revestimientos débiles y las construcciones de tipo D se agrietan. La campanas pequeñas suenan (iglesias, colegios). Los árboles y los arbustos son sacudidos visiblemente.



Es difícil mantenerse en pie. Los conductores lo perciben. Los objetos suspendidos tiemblan. Muebles rotos. Los daños a edificios de tipo D incluyen grietas. La chimeneas débiles se rompen a ras del tejado.

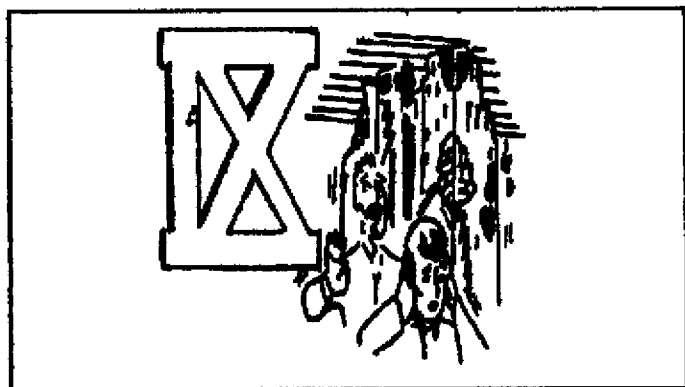
Se puede observar la caída de: cielos rasos, ladrillos, piedras, tejas, cornisas, también antetechos no asegurados y ornamentales de arquitectura. Se ven algunas grietas en edificios de tipo C, olas en estanques, agua enturbiada con barro, pequeños corrimientos y hundimientos de arena o montones de grava. Las campanas grandes suenan. Canales de cemento para regadío dañados.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 16
1991	SISMOS	OBJ. 3.1



Afecta la conducción de los vehículos. Se observan daños en edificios de tipo C, colapso parcial; Algún daño en construcciones de tipo B, nada en edificios de tipo A. Caída de algunas paredes de mampostería.

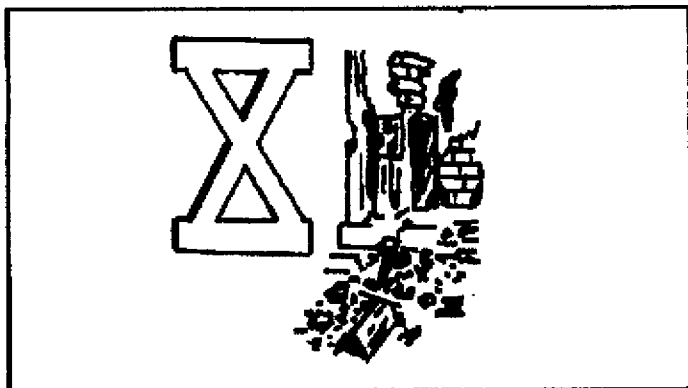
Giro, caída de chimeneas, rimeros de fábricas, monumentos, torres, depósitos elevados. La estructura de las casas se mueven sobre los cimientos si no están sujetas; trozos de pared sueltos o arrancados. Ramas de árboles rotos. Cambios en el caudal o temperatura de fuentes y pozos. Grietas en suelo húmedo y pendientes profundas.



Pánico general. Construcciones de tipo D destruidas; edificios de tipo C seriamente dañados, algunas veces con colapso total; edificio de tipo B con daños importantes. Daño general en los cimientos. Armazones arruinados. Daños serios en embalses.

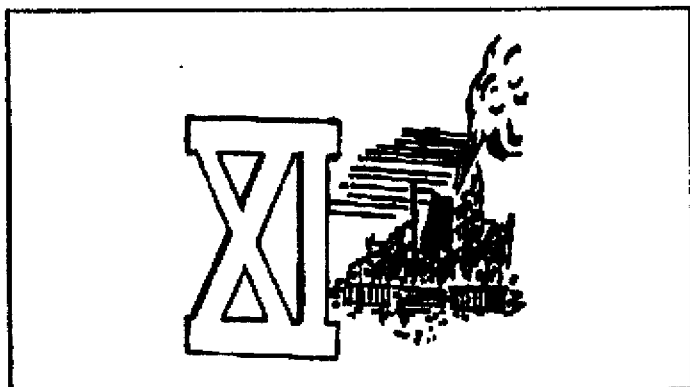
Tuberías subterráneas rotas. Amplias grietas en el suelo. En áreas de aluvial eyección de arena y barro, aparecen fuentes y cráteres de arena. (Fenómeno de licuefacción)

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 17
1991	SISMOS	OBJ. 3.1

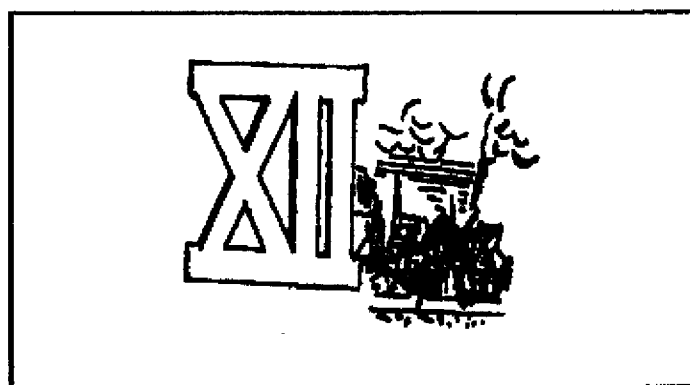


Aparece destruida la mayoría de las construcciones y estructuras de armazón con sus cimientos. Algunos puentes y edificios bien construidos en madera se observan destruidos. Daños serios en presas, diques y terraplenes.

Grandes corrimientos de tierra. El agua rebalsa las orillas de los canales, ríos, lagos, etc. Arena y barro desplazados horizontalmente en playas y tierras planas. Rieles torcidos.



Rieles muy torcidos. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio.



Daños prácticamente totales. Grandes masas de rocas desplazadas. Visuales y líneas de nivel deformadas. Objetos proyectados al aire.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 18
1991	SISMOS	OBJ. 3.1

2. Escala de magnitud

La escala de magnitud se define como "la medida de la cantidad de energía liberada por el movimiento sísmico", es una medida objetiva relacionada con la energía.

La necesidad de disponer de una escala hizo que Charles F. Richter trabajara con centenares de terremotos para llegar a las siguientes conclusiones:

a) Si dos sismos ocurren en el mismo sitio, el más fuerte deja un trazo mayor en el papel de registro de una estación sísmológica; se aprecia, por tanto, la fuerza y energía de los sismos comparando la amplitud de las ondas registradas.

b) Si se dispone de varias estaciones diseminadas en una vasta región, con instrumentos idénticos que respondan de la misma manera a las distintas clases de ondas generadas por los sismos, se podrá hacer una comparación entre los trazos registrados de cada uno de ellos.

c) Con el fin de que todas las estaciones tengan un punto de referencia para comparar la energía o fuerza de los sismos en su foco, es necesario establecer un "sismo patrón" al que atribuyamos un valor cero (análogo a la escala de temperatura). Richter pensó que lo más práctico sería escoger, como patrón cero, un sismo muy débil, con el objeto de que cualquier otro tuviera un valor positivo; podría darse el caso de temblores tan pequeños que tengan magnitudes negativas, pero no es común en los trabajos de sísmología.

El temblor de "magnitud cero" tendría su epicentro a 100 Km. de distancia de la estación registradora y dejaría sobre el papel del sismógrafo un trazo de una micra, es decir 1/1000 mm.

La magnitud no mide directamente la energía, pero es evidente que un trazo mayor en un mismo sismógrafo fuera escrito por un temblor mayor, a igual distancia. Con la magnitud se puede deducir la energía liberada por el sismo.

La escala de magnitudes no tiene teóricamente ningún límite ni hacia las magnitudes más bajas, ni hacia las más altas. Un ejemplo podrá dar una idea de la gran fuerza y energía desarrollada en un gran evento.

Un sismo de magnitud 5.2 grados equivale a una explosión de 20 mil toneladas de TNT, que es la energía desarrollada por una bomba atómica. En cambio, uno de magnitud igual a 8 grados equivale a una explosión simultánea de 12 mil bombas atómicas tipo A, de 20 Kilotones de TNT cada una.

PROHEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 19
1991	SISMOS	OBJ. 3.1

3.1.3. EL FENOMENO DE LA PROPAGACION DE LAS ONDAS SISMICAS.

Las ondas sísmicas se propagan a partir de la zona donde se inició la ruptura, (llamada foco o hipocentro), en todas direcciones, haciendo vibrar la superficie de la tierra, son percibidas como temblores o terremotos.

1. Ondas internas y de superficie

Las ondas de perturbación en un cuerpo sólido se dividen en dos clases: las ondas internas o de cuerpo y las ondas de superficie.

Las ondas internas se transmiten a través del interior de la tierra, y las otras se propagan, como su palabra lo indica, por la superficie terrestre (Fig. 4).

3.1.4. EL FENOMENO DE LA AMPLIFICACION

Según las leyes de atenuación, la intensidad del movimiento disminuye con la distancia del epicentro. Sin embargo, se conoce desde hace tiempo que la cuantía de los daños producidos por los terremotos no es solo función de magnitud del sismo y de la distancia epicentral, la sacudida del terreno varía significativamente de un sitio a otro, dependiendo de la conformación del suelo y de la forma del terreno (Fig. 5).

Muchas variables afectan la amplitud de las ondas sísmicas; en general se dice que los siguientes aspectos influyen en la intensidad y en las características del movimiento del terreno.

- Las condiciones geológicas locales del suelo.
- La topografía del terreno.
- El mecanismo del terreno y su direccionalidad.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 20
1991	SISMOS	OBJ. 3.1

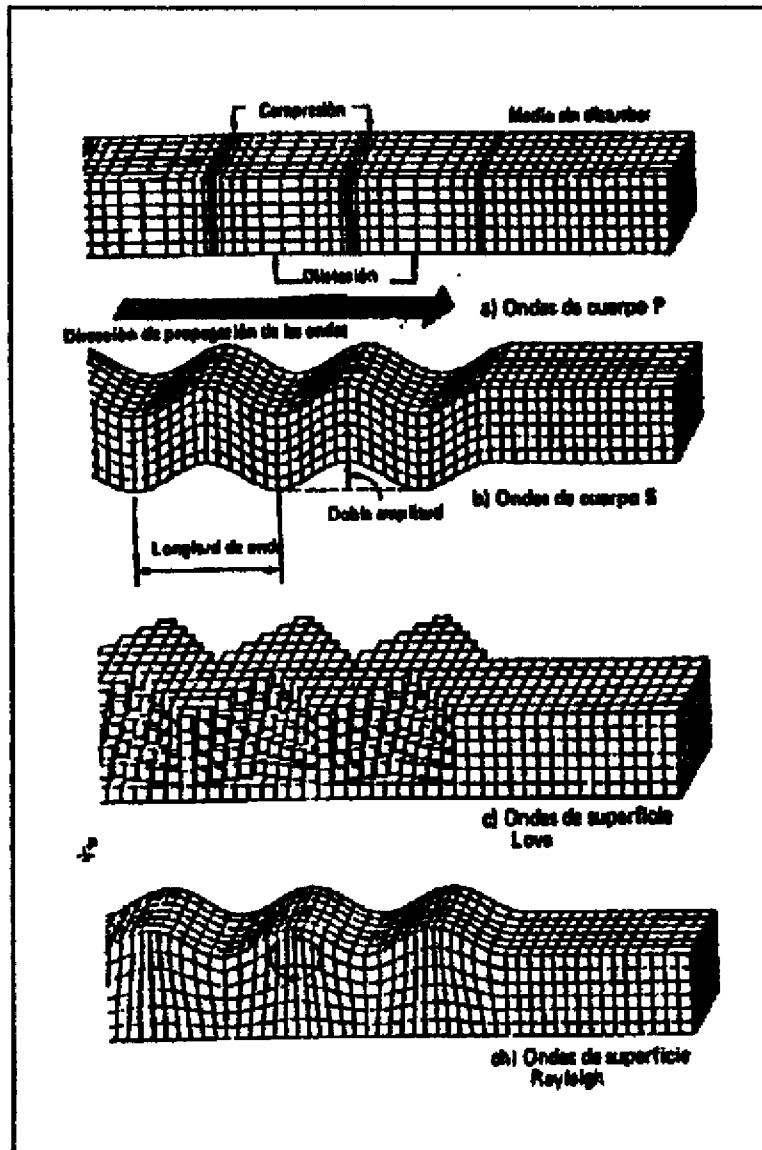


Figura 4 Tipos de ondas sísmicas: a) y b) representan ondas internas o de cuerpo que viajan a través del medio sólido de la tierra; c) y d) son ondas de superficie que se propagan sobre la superficie terrestre.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG. 21
1991	SISMOS	OBJ. 3.1

1. Condiciones locales del suelo.

La ley de la conservación de energía permite concluir que el desplazamiento de las partículas, asociado a ondas sísmicas que se propagan en un cuerpo sólido, debe incrementarse al pasar de un medio de alta velocidad de propagación a un medio de baja velocidad.

Así, teóricamente se ha determinado que la aceleración asociada con las ondas sísmicas aumenta en la superficie al pasar de un lecho rocoso (alta velocidad) a través de un estrato de sedimentos blandos (baja velocidad); el aumento depende de la relación de las velocidades de propagación en los dos medios y de la profundidad de los dos lechos.

"Las condiciones locales del subsuelo tienen un efecto sobre la amplitud del movimiento en la superficie; en general, la intensidad de la sacudida del terreno y la cuantía de daños serán mayores en suelos blandos sin consolidar que en suelo firme o rocoso".(7)

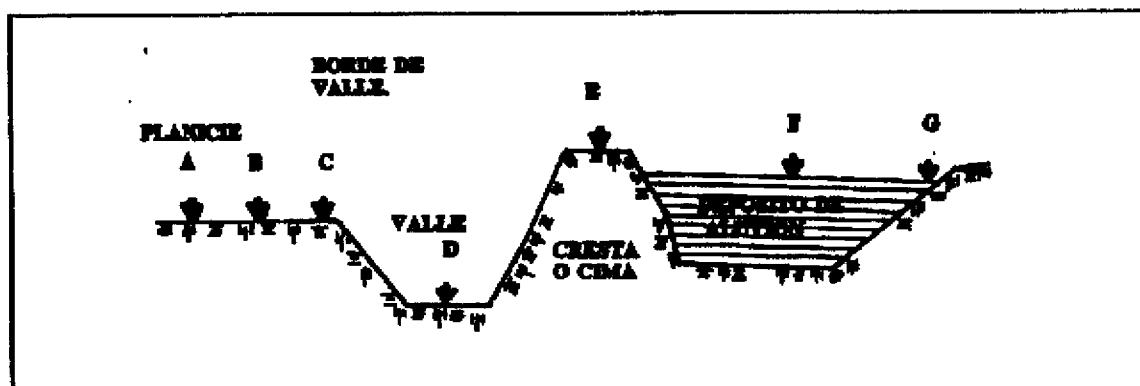


Figura 5

Esquema que ilustra los rasgos geológicos, topográficos y las condiciones locales de suelo. En los bordes de valles (C), en la cima de los montes (E) y en depósitos de suelos blandos (F) se han observado efectos de amplificación de las ondas sísmicas respecto a sitios en terreno firme y plano (A) y en el fondo de los valles (D) (F. Sauter).

2. Condiciones topográficas

La topografía del terreno influye significativamente en la intensidad del movimiento sísmico y puede mostrar un efecto amplificador o atenuador.

PRONEM	RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	PAG.22
1991	SISMOS	OBJ.3.1

Se han realizado análisis teóricos cuyos resultados indican que ciertas formas topográficas, especialmente montes y valles, muestran varios grados de amplificación.

Dependiendo de las frecuencias, dirección y ángulo de incidencia de las ondas sísmicas, así aumenta la amplitud del movimiento. En los bordes de los valles, en la cresta y en las laderas de las colinas, (Fig. 5) se han determinado analíticamente un incremento en la intensidad de la vibración; en el fondo del valle, en cambio, se da un efecto atenuador de la amplitud del movimiento.

Por otro lado, en terremotos recientes se han observado y comprobado los efectos de amplificación, debido a irregularidades en la topografía del terreno, al observar un aumento en la cuantía de daños en edificaciones localizadas en la cima de las colinas y en el borde de los valles, comparado con edificaciones similares en terreno plano.

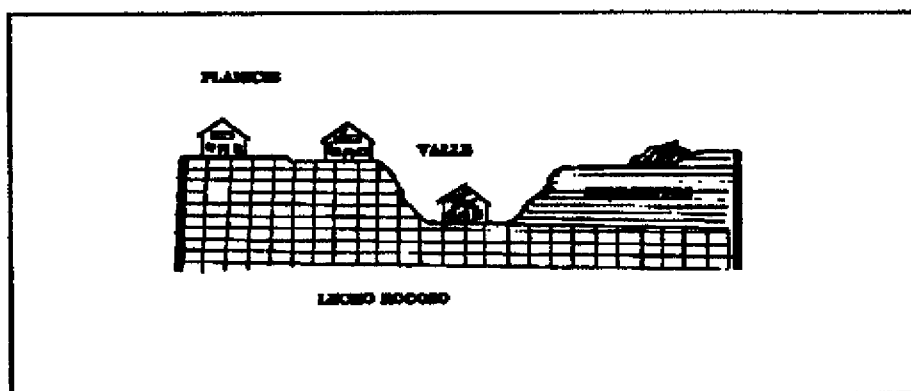


Figura 6 Esquema que ilustra el efecto de la topografía sobre la intensidad del movimiento del terreno.

En la figura 6 en los bordes de valles se ha observado un efecto de amplificación y en el fondo de los mismos un efecto de atenuación. Los depósitos de suelo blando amplifican también el efecto de la sacudida del terreno (Adaptado de R. Vogt, 1987).

3. Geología local

La predicción de futuros eventos sísmicos no se hace con base en la información sismológica; más bien, para evaluar la amenaza sísmica de una región es esencial recurrir a la evidencia geológica de la actividad sísmica pasada y a los registros históricos. Además, hay que considerar la información de las placas y otros factores adicionales.