



PERÚ

Ministerio
de Educación



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

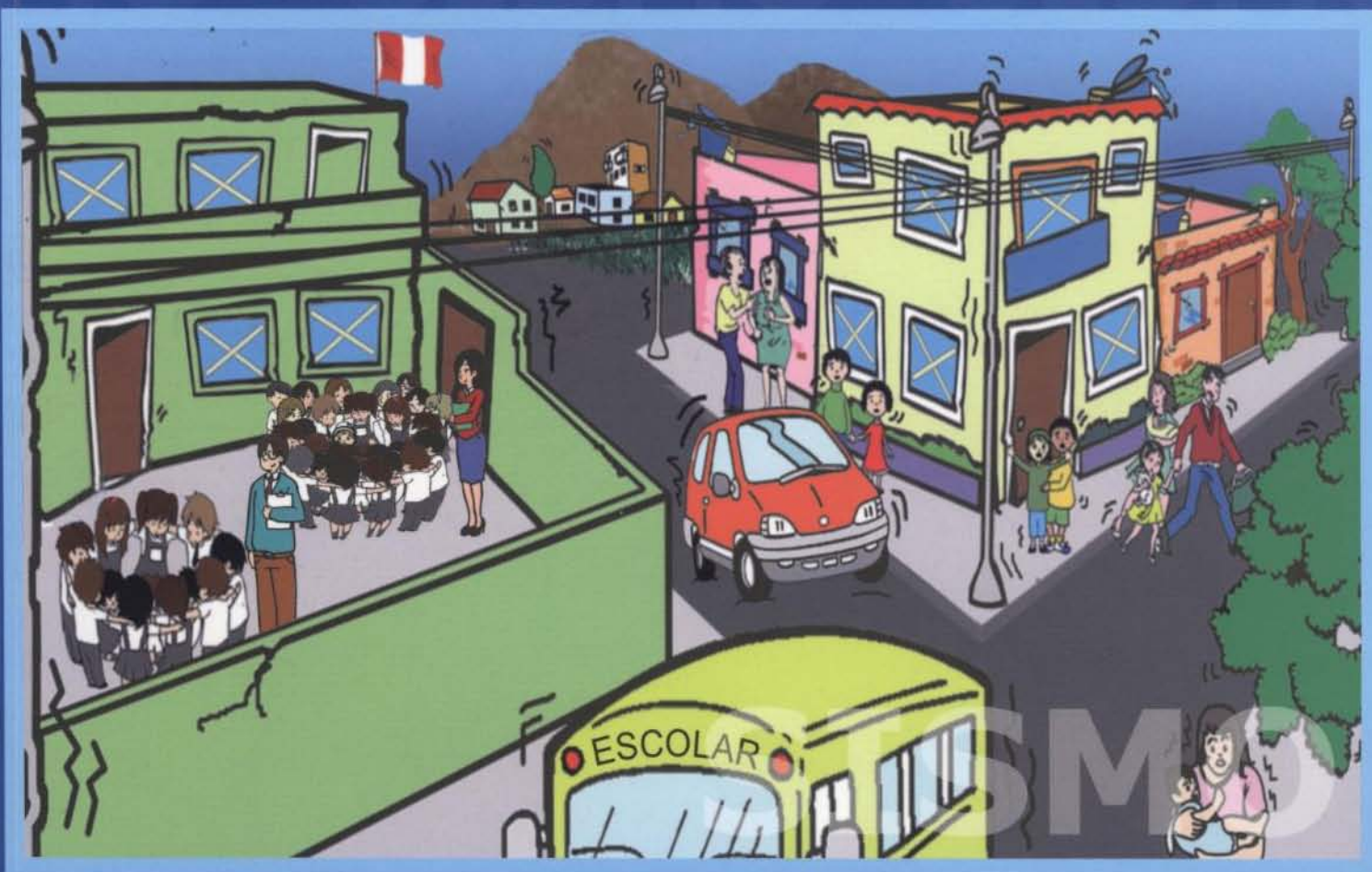


Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

COMISIÓN EUROPEA



Ayuda Humanitaria



PREPARACIÓN ANTE DESASTRE DE ORIGEN SÍSMICO DESDE LA EDUCACIÓN

Preparación ante desastre sísmico y/o tsunami y
Recuperación temprana en Lima y Callao
2011

Preparación ante Desastre de Origen Sísmico desde la Educación

PREPARACIÓN ANTE DESASTRE SÍSMICO Y/O TSUNAMI Y
RECUPERACIÓN TEMPRANA EN LIMA Y CALLAO

DOCENTE

2011

DOCENTE

Perú, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Ministerio de Educación (MINEDU), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Oficina de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Preparación ante desastres originados por tsunami/INDECI, PNUD, UNESCO, MINEDU. Lima: INDECI, 2010

136 p.

EDUCACIÓN EN DESASTRES/PLANES Y PROGRAMAS DE EDUCACIÓN EN DESASTRES/MATERIALES DE ENSEÑANZA/CAPACITACIÓN/SISMOS/TSUNAMI/PERÚ

Proyecto INDECI-PNUD-ECHO "Preparación ante desastre sísmico y/o tsunami y recuperación temprana en Lima y Callao"

Proyecto DIPECHO-UNESCO "Mecanismos de aprendizaje adaptativo de preparación y respuesta ante tsunami en comunidades vulnerables de Chile, Colombia, Ecuador y Perú"

Responsables de la publicación:

Martha Giraldo, Directora Nacional de Educación y Capacitación, INDECI

Luis Gamarra, Coordinador Proyecto PNUD-INDECI-ECHO

Fernando Ulloa, Coordinador Perú Proyecto DIPECHO/UNESCO

Jorge Chumpitaz, Director Nacional de Educación Ambiental, MINEDU

Consultora: Angélica Escobedo Bamberger

Revisión: Martha Giraldo, Fernando Ulloa, Alfredo Zerga Ocaña, Jorge Chumpitaz, José Cabrera Usca.

Fotografías: Suministradas por los organismos ejecutores del proyecto

Diseño y diagramación: Akeimi Andrea Velasquez Ortega

Primera edición: marzo 2011

Tiraje: 3000 Ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú: N° 2011-04972

Impresión: Corporación Gráfica Noceda S.A.C.

Jr. Varela 2030 Pueblo Libre

Teléfono: 433-0158 433-0154

repcion@corporaciongraficanoceda.com

Cualquier parte de este documento podrá reproducirse siempre y cuando se reconozca la fuente y la información no se utilice con fines de lucro. Agradeceremos cualquier comentario o sugerencia de los lectores. Para solicitar más copias de este documento, materiales de difusión o requerir más información, por favor solicitarla al INDECI, Dirección Nacional de Educación y Capacitación, o al Ministerio de Educación, Dirección de Educación y Capacitación Ambiental.

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo técnico y/o financiero del Departamento de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea (ECHO), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Oficina de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). La inclusión de sus logotipos no implica que apruebe o respalde las posiciones expresadas en este documento.

Preparación ante Desastre de origen Sísmico desde la Educación

ÍNDICE

Presentación

1. La Tierra	10
La Tierra, el planeta que habitamos	10
Las placas y los sismos	12
2. Los Fenómenos Naturales	13
En el Perú	14
El Perú en el contexto natural sudamericano	15
El fenómeno natural.....	15
3. Los Sismos.....	17
Qué es el sismo.....	17
La sismología.....	17
Cómo se origina un sismo.....	18
Cómo se miden los sismos.....	20
La Escala de Richter.....	20
La Escala de Mercalli	21
Con qué se miden los sismos	23
Historia de los Sismos.....	25
Por qué debemos saber sobre los sismos	25
Sismos que han producido mayor impacto en el Perú	25
Sismos del siglo XV al XIX.	25
Sismos en el siglo XX	27
Sismos en el siglo XXI.....	31
4. Sistema Nacional de Defensa Civil	32
Qué es Defensa Civil	32
El Sistema Nacional de Defensa Civil - SINADECI	32
1. Finalidad del SINADECI.....	32
2. Organismos que conforman el SINADECI	32
3. Estructura del SINADECI.....	33
El Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI	33

5. Gestión del Riesgo de Desastres	34
Peligro y vulnerabilidad en nuestras localidades	41
6. Cultura de Prevención desde la Educación	48
Qué es Cultura de Prevención.....	48
Cuándo y dónde aprendemos a desarrollar una Cultura de Prevención	48
Cómo se desarrolla la Cultura de Prevención, en la Institución Educativa.....	49
A. Contenidos curriculares en el Proyecto Educativo Institucional (PEI) y el Programa Curricular (PCC) de la Institución Educativa	50
B. Aprendiendo a Prevenir.....	51
Qué es "Aprendiendo a Prevenir".....	51
Cómo se inició "Aprendiendo a Prevenir"	51
Cómo se desarrolla "Aprendiendo a Prevenir"	52
Quiénes son los beneficiarios del Programa.....	52
C. Comisión de Gestión del Riesgo de la Institución Educativa	53
Qué es la Comisión de Gestión del Riesgo (CGR)	53
Qué misión cumple la Comisión de Gestión del Riesgo.....	53
Cuáles son las funciones de la Comisión de Gestión del Riesgo	53
Cómo se organiza la Comisión de Gestión del Riesgo.....	54
De qué manera participan los padres de familia.....	56
Cuáles son las principales actividades de la Comisión de Gestión del Riesgo.....	56
Las Brigadas de la Comisión de Gestión del Riesgo	57
Cómo se organizan las Brigadas de Gestión del Riesgo	57
Brigadas de Gestión del Riesgo de la Institución Educativa	57
Qué funciones cumplen las Brigadas de Gestión del Riesgo	59
D. Plan de Gestión del Riesgo de la Institución Educativa.....	62
Qué es el Plan de Gestión del Riesgo	62
Cómo se elabora el Plan de Gestión del Riesgo	62
E. Medidas de Seguridad.....	66
Qué es la señalética	66
Qué norma legal determina la ubicación y señalización de áreas seguras y rutas de evacuación	66
Señales de seguridad preventiva	67
1. Zona de Seguridad.....	67
2. Rutas de Evacuación	67
3. Uso prohibido en caso de sismo o incendio	67
4. Señal de extintor de incendios.....	67
6. Seguridad externa	68
A qué altura se colocará una señal.....	68
Algunas recomendaciones que se debe tener en cuenta	69
F. El Simulacro en la Institución Educativa.....	70
Qué es un simulacro	70

Cuál es el objetivo de un simulacro	70
Por qué es importante hacer ejercicios de simulacros.....	71
Qué información se debe considerar para que un simulacro resulte óptimo.....	71
Qué tipo de simulacro es el que más se debe practicar en la Institución Educativa.....	71
Los Pasos del Simulacro	71
Equipo básico de la Institución Educativa para atender emergencias	74
Ejercicio de un Simulacro de Sismo.....	76
7. Estrategias Metodológicas	84
Educación Primaria – III CICLO	86
Primer Grado	86
Segundo Grado	89
Educación Primaria – IV CICLO	92
Tercer Grado	92
Cuarto Grado	95
Quinto Grado	98
Sexto Grado	101
Educación Secundaria – VI CICLO	104
Primer Grado	104
Segundo Grado	107
Tercer Grado	111
Educación Secundaria – VII CICLO	114
Cuarto Grado	117
Quinto Grado	120
Anexos	123
Base legal.....	123
El Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI.....	141
El INDECI	141
Misión del INDECI	141
Funciones del INDECI	141
Estructura del INDECI.....	143
Consejo Consultivo Central	143
Funciones generales y organización de los Comités de Defensa Civil..	144
Comité de Defensa Civil (CDC).....	144
Principales funciones de los Comités de Defensa Civil.....	144
Constitución de los Comités de Defensa Civil	146
Funcionamiento del Comité de Defensa Civil.....	148
Fichas de Evaluación de los Simulacros	152
Opinión de autoridades	156
¿Puede ser Lima el escenario de un futuro desastre sísmico?	160
Instituciones Educativas priorizadas para el Proyecto	163
Terminología	169
Fuentes de información	175

Presentación

La ubicación de nuestro país, el Perú, en el Círculo de Fuego del Pacífico, de intensa actividad volcánica y sísmica, en la región tropical y subtropical de América del Sur y en la Cordillera de los Andes, influyen en gran medida en la sismicidad y los cambios climáticos en nuestro territorio. Es por esto, que nos vemos constantemente afectados por sismos de alta intensidad, deslizamientos de tierra, aluviones (huaycos o llocllas) inundaciones, sequías y cambios ecológicos en el mar. Estos afectan, en algunos casos, la estabilidad social y económica de nuestras comunidades.

Esta realidad no debe impedir que disfrutemos de una vida normal y tranquila, por el contrario, este conocimiento debe servir para prevenir en forma oportuna, mediante un conjunto de medidas diseñadas para evitar o mitigar los efectos de las emergencias generadas por fenómenos naturales o inducidos por el hombre.

La Prevención comprende, entre otros aspectos, la preparación y la educación, así como el conjunto de medidas de ingeniería y legislación diseñadas para proporcionar protección y seguridad a la población y su patrimonio.

Por tanto, "Preparación ante Desastre Sísmico y/o Tsunami y Recuperación Temprana en Lima y Callao", tiene como finalidad lograr que, a través de la educación, los docentes, estudiantes, personal administrativo y padres de familia, es decir, la Comunidad Educativa en general, tome conciencia y asuma, con responsabilidad, el compromiso de cultivar, desarrollar y fortalecer una Cultura de Prevención de Desastres, en base a conocimientos pertinentes, capacidades, actitudes, valores y hábitos.

Sabiendo que Lima Metropolitana y el Callao son ciudades que, en su proceso de desarrollo, han dado lugar a condiciones altas de vulnerabilidad ante la ocurrencia de sismos y tsunamis de gran intensidad, vulnerabilidad que se observa en diferentes aspectos: físico, debido al tipo de construcciones; social, por la escasa preparación; institucional, en cuanto a la ausencia de planes operativos de respuesta ante sismos y tsunamis; además de los aspectos políticos y económicos.

En el marco de esta realidad de riesgo sísmico y tsunamigénico, al que la población se halla expuesta, se hace imprescindible y de necesidad inmediata, la realización de acciones de prevención. Éstas harán posible la preparación y capacitación de las personas para poner en práctica medidas eficaces que permitan disminuir el impacto de la ocurrencia de sismos y tsunamis de alta

¹Manual de conocimientos básicos para Comités de Defensa Civil y Oficinas de Defensa Civil – INDECI 2010

intensidad.

El docente encontrará en este módulo, los conocimientos básicos para la preparación ante riesgos sísmicos y tsunamigénicos, así como una propuesta de estrategias metodológicas que le permitirán orientar a los estudiantes en el desarrollo de las capacidades de identificación del peligro, el análisis de la vulnerabilidad y la estimación o evaluación matemática del riesgo, con la finalidad de desarrollar y fortalecer una Cultura de Prevención.

1. La Tierra

La Tierra, el planeta que habitamos, está formada por capas:

La corteza terrestre.- Es la capa superficial, sólida, donde habitamos los seres humanos con otros seres vivos, miles de especies de plantas y animales. Las tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas de agua. En la tierra firme existen los ríos, lagos, valles y montañas. En algunas partes, debajo del suelo, hay ríos subterráneos. Sobre las montañas más altas existe nieve. Y están los glaciares en los polos.

La corteza terrestre tiene un grosor variable que alcanza un máximo de 75 km bajo la cordillera del Himalaya y se reduce a menos de 7 km en la mayor parte de las zonas profundas de los océanos. La corteza continental es distinta de la oceánica.

La capa superficial está formada por un conjunto de rocas sedimentarias, con un grosor máximo de 20-25 km, que se forma en el fondo del mar en distintas etapas de la historia geológica. La edad más antigua de estas rocas es de hasta 3 800 millones de años. A diferencia de la corteza continental, la oceánica es geológicamente joven en su totalidad, con una edad máxima de 180 millones de años.

La corteza terrestre es una fina capa si la comparamos con el resto del planeta.

El manto.- Es la capa intermedia entre el núcleo y la corteza, con una composición química de silicatos de hierro y magnesio.

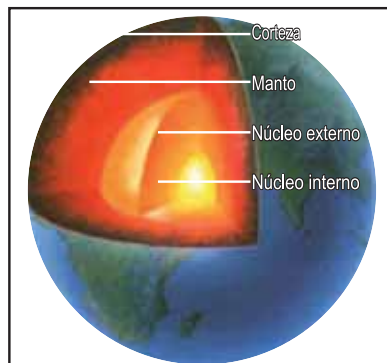
Por el comportamiento de las ondas sísmicas, los materiales que componen esta capa son heterogéneos, debido a lo cual se le divide en manto interno y manto externo.

Manto interno: Su estado es sólido y tiene elevadas temperaturas por estar en contacto con el núcleo.

Manto externo: En esta parte del manto, los materiales se dilatan por las altas temperaturas y producen un movimiento continuo de ascenso que origina corrientes de convección.

Las características del manto tienen gran importancia porque dan lugar a innumerables fenómenos geológicos en la corteza terrestre, como la deriva continental, la formación del relieve, el vulcanismo y los sismos.

El núcleo.- Es la capa más profunda, formada por hierro y níquel, principalmente, además de cobalto, silicio y azufre en menores proporciones. En esta capa se registran máximas temperaturas. De acuerdo con las características de las ondas sísmicas, se divide en dos partes:



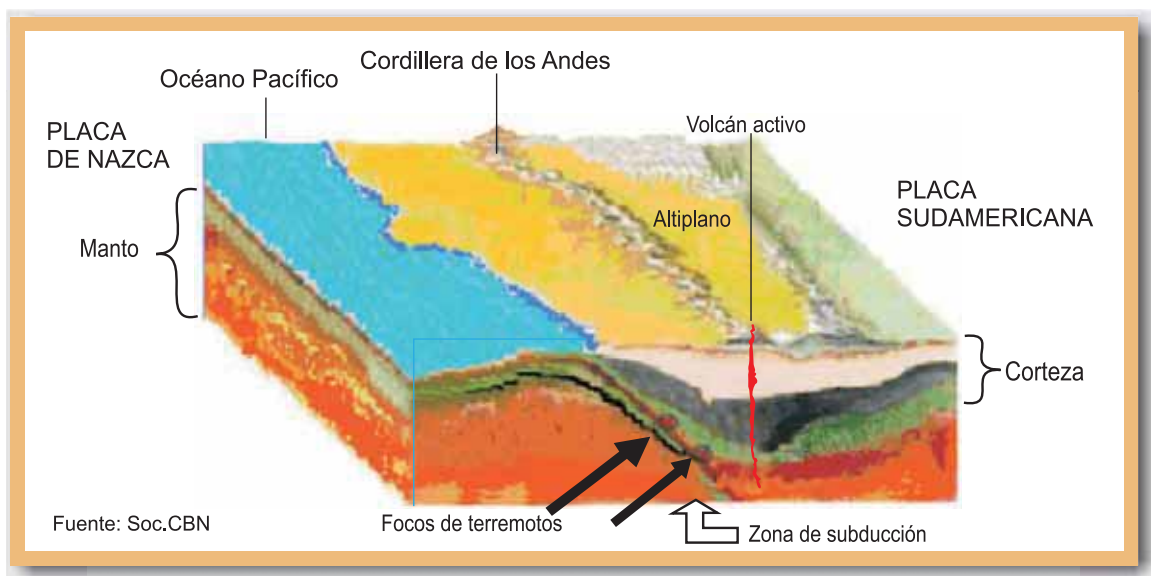
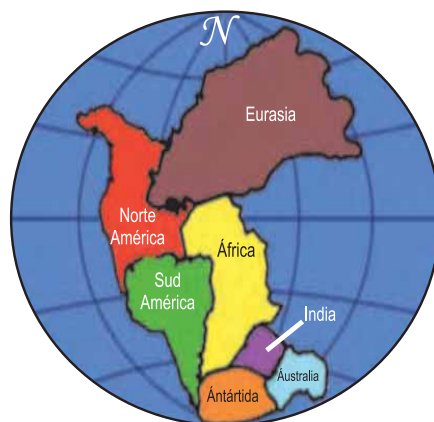
**LA TIERRA SÓLIDA:
NÚCLEO, MANTO Y CORTEZA**
Fuente: Gobierno de España. Ministerio de Educación. Proyecto Biosfera.
<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1ESO/Astro/contenido18.htm>

²Astromía. Astronomía Educativa. En <http://www.astromia.com>

Las placas y los sismos

Hace unos 250 millones de años, los continentes estaban juntos, formando un único e inmenso continente, denominado **PANGEA**.

Durante mucho tiempo, se pensó que las fracturas de la corteza terrestre eran una consecuencia de los sismos, ahora se sabe que es al revés, que el calor del centro de la tierra genera el movimiento de la corteza y, cuando ésta se fractura, se originan los sismos.



FUENTE: CBN. Basado en CECITEC: SISMOLOGÍA EDUCATIVA. En <http://sismologiaeducativa.blogspot.com/>

En el proceso de subducción, la placa de Nazca se introduce bajo la placa Sudamericana y el roce o fricción entre ambas, origina los volcanes y sismos, que, cuando ocurren en el fondo marino y, dependiendo de la profundidad y el grado de magnitud, podrían ocasionar un tsunami.

2. Los Fenómenos Naturales

Nuestro planeta, la Tierra, se encuentra en constante transformación, debido por ejemplo a movimientos de la corteza terrestre, cambios oceanográficos, cambios climáticos, etc. Todos estos fenómenos naturales son manifestaciones del entorno geográfico en que vivimos y a esto le sumamos los cambios climáticos debido a la acción del hombre.



FUENTE: www.noticiasid.com



FUENTE: <http://www.theclinic.cl/>



Desde tiempos inmemoriales, los hombres han creado mitos y leyendas sobre los fenómenos naturales. Se ha hablado de fuerzas terribles de la naturaleza, a través de las cuales los seres superiores 'ejecutan su propósito' de controlar a la humanidad y castigar a la población desobediente. Así, desde las más antiguas formas de conciencia mágica y durante toda la historia, se encuentran mitos que atribuyen la causa de los desastres a decisiones de fuerzas superiores. Se explica así la destrucción de ciudades por los sismos de gran intensidad, la erupción de volcanes; la pérdida total de cultivos y de zonas agrícolas, ocasionadas por las sequías, las lluvias torrenciales, huracanes, granizadas y nevadas.

Éstos son mitos que se transmiten de generación en generación y dejan un mensaje fatalista: los desastres de origen natural, son inevitables. Pretender disminuirlos o eliminarlos es imposible. Es necesario acostumbrarnos a lo inevitable, a convivir con ellos. Ante este mensaje fatalista se presenta la prevención, como un subproceso de la Gestión del Riesgo de Desastres, que se desarrolla con el objetivo de reducir el riesgo en las comunidades. Diversas obras de prevención de riesgos, como diques, represas, muros de contención etc. se realizan con este fin.

Los mitos sobre la causa de los desastres de origen natural, hasta hoy superviven en la mente de muchas personas. Basta leer los titulares de los medios de comunicación masiva luego del Fenómeno El Niño o de los movimientos sísmicos. Se dice, por ejemplo: "La naturaleza se ensañó con el Norte...", "Las poblaciones del Sur fueron duramente castigadas por el sismo...".

Los investigadores y profesionales debemos saber distinguir con claridad y difundir que el fenómeno es parte de la naturaleza, pero que el fenómeno no trae consigo necesariamente un desastre. El fenómeno que se presenta puede ser peligroso, pero el desastre ocurre solo si somos vulnerables ante él. No podemos evitar el fenómeno pero sí podemos disminuir los riesgos del desastre.

Nuestro trabajo debe ser, entonces, identificar los posibles peligros y reducir la vulnerabilidad para disminuir los riesgos que podrían afectarnos. Debemos actuar sobre los factores sociales que hacen vulnerables nuestras vidas y bienes, con mayor razón, si nuestro país tiene escasos recursos económicos y cada desastre significa un enorme retraso en su desarrollo, debido, precisamente, a los riesgos a los que estamos expuestos.

En el Perú

A través de la historia aprendemos que en muchas culturas, como la Inca y las Pre-Inca, se respetaba las fuerzas de la naturaleza y se organizaba la vida previniendo los peligros. Un ejemplo claro está en la construcción de sus viviendas, fortalezas, puentes, acueductos y demás edificaciones, que los hacían según el lugar geográfico elegido. Las técnicas aplicadas les resultaba óptimas, según se aprecia en sus obras de ingeniería, de agricultura. Sus canales de irrigación agrícola, donde aprovechaban las aguas de los ríos y de las lluvias; o sus fortalezas y ciudadelas que perduran después de siglos, han sobrevivido a los peligros naturales. Se sabía cómo actuar ante ellos.

Se estudiaron los fenómenos naturales para reducir los posibles riesgos, así como la vulnerabilidad de las comunidades. Posteriormente, se dio una pérdida incalculable de sabiduría acumulada durante siglos por los habitantes de las culturas prehispánicas, tanto en las técnicas constructivas y agrícolas como en el conocimiento del territorio para ubicar nuevos centros poblados.

Para determinar el riesgo de un lugar para las construcciones, se debe tomar en cuenta criterios básicos como:

- El terreno alto es difícil que sea inundable.
- El terreno seco y duro resiste mejor un sismo.
- Un terreno inclinado tiende a deslizarse.
- Las construcciones deben resistir a los fenómenos naturales.

Por lo tanto, un terreno alto, seco, duro y plano reúne las mejores condiciones ante la ocurrencia de los fenómenos naturales.

Técnicas de construcción Pre-Inca

El adobe fue uno de los elementos básicos de las grandes construcciones de las Culturas Pre-Incas, material que se utiliza aún hoy en día, especialmente en las zonas rurales de la sierra. El sistema de construcción en base de paños, integrados por adobes y colocados sucesivamente, unidos con barro, es clásico en las construcciones monumentales, de templos y fortalezas. Este tipo de estructura daba una característica especial, de ser más resistente a los sismos.

El Perú en el contexto natural sudamericano

El Perú, con una superficie de 1 285 216 Km², está situado en la parte central y occidental de América del Sur, al sur de la línea ecuatorial, en una región altamente sísmica y volcánica, correspondiente al 'Cinturón de Fuego del Pacífico', por su ubicación, debería corresponderle un clima de trópico, cálido y lluvioso, con gran vegetación, sin embargo, tres factores naturales influyen definitivamente para que la franja occidental del litoral del Pacífico sea un desierto con un clima templado y sin lluvia todo el año.

Estos factores son:

- La existencia de la Cordillera de los Andes, que atraviesa el país por la parte media, de sur a norte, dejando dos franjas, la costa desértica al occidente y la selva al lado oriental. La cordillera actúa como una enorme pared que impide que las nubes del Atlántico lleguen hasta la costa peruana.
- La existencia de una corriente marina de aguas frías procedentes de la Antártida, llamada Peruana o de Humboldt, que recorre el Océano Pacífico de sur a norte, muy cercana al litoral; mantiene fría la temperatura del mar y refresca la temperatura atmosférica. Esta corriente favorece la producción de planckton y por tanto, la gran riqueza ictiológica de nuestro mar.
- El Anticiclón del Pacífico Sur, sistema atmosférico de alta presión, ubicado frente al litoral, imprime una alta estabilidad atmosférica a esta región, no permitiendo el desarrollo de nubes convectivas y por lo tanto no se originan precipitaciones importantes.

El fenómeno natural

Es toda manifestación de la naturaleza, cualquier cambio que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno y que sucede sin la intervención directa del hombre. Unos fenómenos tienen cierta regularidad, como la lluvia en invierno y los vientos en otoño y, otros son de aparición sorprendente, inusual.

No todo fenómeno natural es peligroso para el hombre. Por lo general convivimos con ellos y forman parte de nuestro medio ambiente natural, como las lluvias de temporada, granizadas, nevadas, sismos de baja intensidad, crecida de ríos, vientos, etc. Algunos fenómenos pueden ser considerados como un peligro, debido a su intensidad, a lo sorpresivo de su ocurrencia. Las lluvias torrenciales en zonas ordinariamente secas, el tsunami, tormentas eléctricas, un sismo de elevada intensidad, etc.

Los desastres, originados por los fenómenos naturales peligrosos, se deben en gran parte al tipo de edificaciones, sin tomar en cuenta las normas legales de

construcción, a la falta de preparación en Gestión del Riesgo de Desastres, entre otros.

“Las pérdidas económicas originadas por los desastres se han multiplicado en los últimos 30 años. Los terremotos, los tsunamis, las inundaciones, las erupciones volcánicas y los deslizamientos son fenómenos naturales que siempre han estado presentes en la historia de la humanidad. Sin embargo, estos fenómenos continúan ocasionando desastres, afectando a las poblaciones donde aun no se ha arraigado la cultura de prevención”.³

El peligro que representa un fenómeno natural puede ser permanente, como es el caso de las poblaciones que ubican sus viviendas alrededor de volcanes activos; o pasajero, como es el caso de una lluvia torrencial que daña la agricultura pero, en la siguiente temporada repone sus cultivos. En ambos casos el fenómeno es potencialmente dañino.

En la actualidad, el 34% de la población nacional vive en el departamento de Lima y en El Callao.⁴ De ese porcentaje, algunas familias habitan en zonas vulnerables ante riesgos sísmicos, entre otros, sin contar con medidas de seguridad.

Por ejemplo:

- En las laderas de los cerros de Villa María del Triunfo.
- En las riberas del río Rímac.
- En casas antiguas, sin reforzar, del Callao, del Cercado de Lima y del Rímac.
- En viviendas muy cerca de las playas.

Todos estos son lugares propensos a sufrir daños, debido, precisamente, a su alto grado de vulnerabilidad ante la posible ocurrencia de un sismo de gran intensidad.

No podemos minimizar ni evitar los fenómenos naturales, pero sí podemos reducir los riesgos que estos fenómenos ocasionan, con la preparación en acciones de prevención, disminuyendo nuestras vulnerabilidades. Las consecuencias de los desastres de origen sísmico deben tomarse en cuenta, ya que, además de las vidas que se pierden, también queda gravemente afectada la economía de la población, aspecto que retrasa el desarrollo del país por varios años.



Fuente: Arq. Douglas Azabache, Ing. David Montero. VMT-Mayo 2010

³Aprendamos a prevenir – Video - Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres - Las Américas – Naciones Unidas - ISDR – En <http://www.eird.org/esp/ninos/index.html>

⁴INEI. Censos Nacionales 2007: XXI de Población y VI de Vivienda. Lima, Junio 2008

3. Los Sismos

Qué es el sismo

Sismo (del griego seiein = mover) es la liberación súbita de energía desde el interior de la Tierra, generada al moverse grandes volúmenes de rocas entre su corteza y el manto superior. La energía se propaga en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres.

En la corteza terrestre ocurren continuamente pequeños movimientos que solo pueden ser registrados por instrumentos especiales.

Algunos de estos movimientos son más intensos y se manifiestan como sacudidas bruscas y repetidas que el ser humano percibe. A estos movimientos de las placas tectónicas de la Tierra, se les conoce, comúnmente, como **temblores**.

Hay otros movimientos más violentos. Pueden causar la destrucción de edificios, ciudades y ocasionar víctimas. Estos movimientos son conocidos, comúnmente, como **terremotos**.



- **Temblores** es el movimiento sísmico de baja intensidad.
- **Terremoto** es el movimiento sísmico de alta intensidad.

La sismología

Sismología es una rama de la Geofísica que estudia los terremotos y la propagación de las ondas sísmicas que se generan en el interior y la superficie de la Tierra. La sismología incluye el estudio de los tsunamis y de las vibraciones previas a las erupciones volcánicas.

Ésta es una ciencia joven. Gran parte de sus métodos e instrumental tienen menos de un siglo, pero ha logrado avances notables. Los sismólogos, mediante explosiones, crean ondas sísmicas artificiales con el objeto de estudiar la corteza

terrestre y de entender sus movimientos. Quizás una de sus más valiosas contribuciones al entendimiento de nuestro planeta lo constituya su aportación a la llamada tectónica de placas.

Cómo se origina un sismo

Los sismos pueden ser de origen:

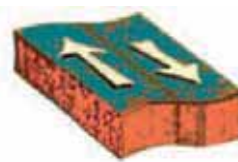
- a) **Tectónico (placas tectónicas: grandes extensiones que conforman la corteza terrestre)** relacionado con zonas fracturadas o fallas, los efectos se sienten en zonas extensas. Esta es causa de, aproximadamente, el 90% del total de sismos.
- b) **Volcánico**, debido a erupciones volcánicas (7%).
- c) **Por hundimiento o deslizamiento**, afecta a zonas pequeñas, se debe a hundimiento de cavernas, cavidades subterráneas, galerías de minas o a deslizamientos de terrenos que se hallan sobre capas arcillosas.

Los sismos de origen tectónico son los más importantes.

Las placas se desplazan muy lentamente unas respecto de otras. En este desplazamiento se produce un choque y una fricción en sus bordes, rompiéndose allí donde la deformación supera la resistencia de la roca.



Bloques en reposo

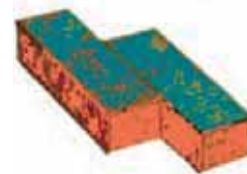


Deformación durante el aumento de la tensión

Clásicamente se ha interpretado el origen de los terremotos como consecuencia de la lenta acumulación de esfuerzos, que tienden a desplazar la superficie de la Tierra en sentidos opuestos deformándose la roca hasta que se supera su resistencia, en cuyo caso se rompe y libera la energía acumulada en forma de ondas.

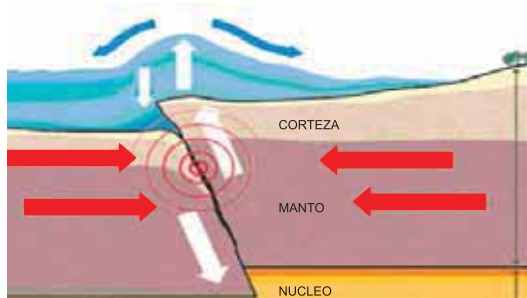


Momento de la ruptura



Nuevo equilibrio

Fuente: CBN ¿Cómo se miden los terremotos



Fuente: CBN. Basado en Cruz Roja: "Preparándose para un tsunami" En <http://preparela.org/tsunami>

Esta explicación, conocida como la Teoría del Rebote Elástico, se elaboró a partir de observaciones hechas tras el terremoto que en 1906 asoló la ciudad de San Francisco (USA).⁵

En el sismo, el punto de máximo movimiento es el denominado hipocentro, que es foco real del movimiento sísmico. Se encuentra generalmente entre 5 y 30 km de profundidad (solo en casos excepcionales llega a estar hasta 700 km de profundidad).

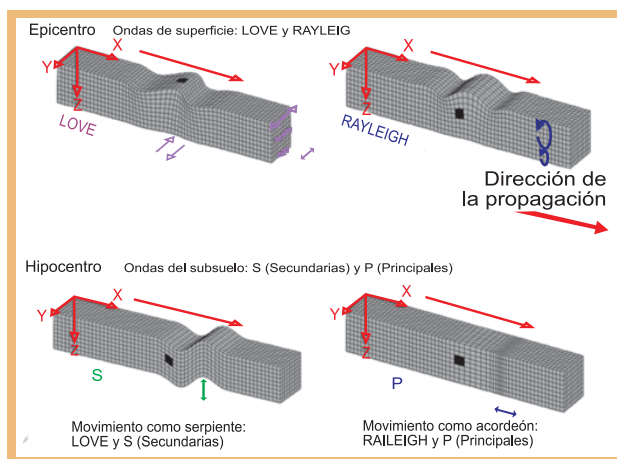
Con el estudio de los sismogramas de terremotos distantes, Oldham (1887) descubrió que las formas de onda registradas eran de diferentes tipos y que había una diferencia de tiempo de llegada entre ellas.

En el **hipocentro** o foco, zona al interior de la Tierra donde se produce el sismo, se originan ondas sísmicas longitudinales y transversales, que se propagan en forma esférica, que se extienden en todas direcciones. Las más rápidas son las ondas longitudinales; se les llama ondas "P" y se desplazan con un movimiento similar a un acordeón que se estira y encoge. Su dirección coincide con la dirección de la propagación de la onda.

Las ondas transversales en cambio, se propagan a menor velocidad y con movimiento transversal a la dirección. Se les llama también ondas "S" y su movimiento es similar a las ondas de la luz. La diferencia de tiempo que resulta entre las ondas "P" y las ondas "S", hace posible determinar la distancia del foco sísmico y permite el análisis de la estructura de la corteza terrestre.

La diferencia de este tiempo permite determinar la distancia del punto de origen de los sismos. Si este intervalo es conocido por tres o más estaciones sísmicas, entonces la localización del origen (hipocentro) puede hallarse trazando arcos en el globo.

El punto de la superficie terrestre, situado de manera vertical al hipocentro, a donde llegan las ondas por primera vez, es el **epicentro**. Desde el epicentro también hay ondas sísmicas que son largas; y también hay longitudinales, denominadas Rayleigh en reconocimiento al científico que las



ROVALINO CHÁVEZ, Fernando Miguel. "Cálculo de hipocentros utilizando registros digitales de una estación sísmica de tres componentes. Estación de Piura (PIU)". Compendio de Trabajos de Investigación CNDG – Biblioteca - Instituto Geofísico del Perú. V. 5 (2004) p. 49 – 62. http://www.igp.gob.pe/sismologia/servicios/biblioteca_cndg/compendio/rev2003_pdf/pdf/chiclayo_royalino.pdf

descubrió, y transversales denominadas Love. Estas ondas se propagan en las capas rocosas superficiales (hasta 30 km) y son las más destructivas.

Según sea la distancia del lugar de observación del epicentro, se habla de sismo local, en la cercanía inmediata; cercano (hasta 1,000 km de distancia) y, lejano (más de 1,000 km).⁶

Cómo se miden los sismos

Los sismos se miden por su magnitud e intensidad, a través de escalas sismológicas ya existentes en el mundo:

Magnitud.- Es la cantidad de energía liberada por el movimiento en el foco sísmico o hipocentro. Se mide con la escala de Richter.

Intensidad.- Es la medida de la fuerza del movimiento de la Tierra en un lugar determinado. Se mide por los efectos que produce en las construcciones, los objetos y las personas. Se mide con la escala de Mercalli modificada.

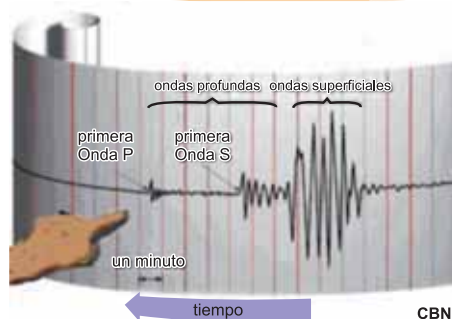
La Escala de Richter

Escala de magnitud local (ML), es una escala arbitraria que asigna un número para cuantificar el efecto de un terremoto, se denomina así en honor del sismólogo estadounidense Charles Richter (1900-1985).

Escala de Richter	
Magnitud	Efectos del sismo
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero solo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

Fuente: CBN-Magnitud sísmica (escala de Richter). ¿Cómo se miden los terremotos?

⁶Diccionario geológico. Sismo. En <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=2039>



Fuente: CBN-Magnitud sísmica (escala de Richter).
¿Cómo se miden los terremotos?

La Escala de Mercalli

Es una escala de 12 grados, desarrollada para evaluar la intensidad de los sismos, a través de los efectos y daños causados a distintas estructuras. El nombre es en honor al físico italiano Giuseppe Mercalli (1850-1914), modificada en 1931 por Harry O. Wood y Frank Newman.

No se basa en los registros sismográficos sino en el efecto o daño producido en las estructuras y en la sensación percibida por la población.

Los niveles bajos de la escala, están asociados por la forma en que las personas sienten el sismo, mientras que los grados altos se relacionan con el daño estructural producido y con las víctimas ocasionadas.

La Intensidad puede ser diferente de acuerdo con los lugares reportados para un mismo sismo (la Magnitud Richter, en cambio, es una sola).

La tabla siguiente es una guía aproximada de los grados de la Escala de Mercalli modificada.

Escala de Mercalli	
Grado	Descripción
I. Muy débil	Imperceptible.
II. Débil	Perceptible apenas solo por algunas personas en reposo, especialmente aquellas que se encuentran en los pisos altos de los edificios. Los objetos colgantes suelen oscilar.
III. Leve	Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño.

Escala de Mercalli	
Grado	Descripción
IV. Moderado	Perceptible por la mayoría de personas dentro de los edificios, Durante la noche, algunas personas pueden despertarse. Las paredes y ventanas suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con energía. Sensación semejante al paso de un camión grande.
V. Poco Fuerte	Sentido por todos, dentro y fuera de edificios. La mayoría de los objetos se caen, caminar es dificultoso, las paredes y ventanas suelen hacer ruido.
VI. Fuerte	Lo perciben todas las personas. Ventanas, platos y cristalería, dañados. Los objetos se caen de sus lugares, muebles movidos o caídos. Daños leves a estructuras.
VII. Muy fuerte	Pararse es dificultoso. Muebles dañados. Daños leves a moderados, en estructuras bien construidas. Daños considerables en estructuras pobremente construidas. Perceptible por personas en vehículos en movimiento.
VIII. Destructivo	Daños leves en estructuras especializadas. Daños considerables en estructuras bien construidas, posibles colapsos. Daño severo en estructuras pobremente construidas. Muebles movidos de lugar. Derrumbamiento de muros, deslizamiento de laderas y barrancos, grietas grandes en terreno, cambios de caudal de los ríos.
IX. Ruinoso	Pánico generalizado. Daños considerables en estructuras especializadas. Grandes daños en importantes edificios, con colapsos parciales. Edificios desplazados fuera de las bases. Numerosas grietas en terrenos y desprendimiento de rocas y tierras.
X. Desastroso	Edificios destruidos. Algunas estructuras de madera bien construida destruidas. Personas muertas. Daños serios en presas y puentes, ondulación de rieles y pavimento. Grandes grietas en terreno con anchas grietas y muchos deslizamientos de tierras.
XI. Muy desastroso	Edificios y puentes destruidos. Personas muertas. Deformaciones considerables en el terreno con anchas grietas y muchos deslizamientos de tierras.
XII. Catastrófico	Destrucción total con pocos sobrevivientes. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

Fuente: CBN-Magnitud sísmica (escala de Richter). ¿Cómo se miden los terremotos?

Comparación relativa entre las Escalas de Medición de Sismos

ESCALA DE RICHTER	ESCALA DE MERCALLI	Cómo se siente
2	I - II	Registrado solo en el sismógrafo.
3	III	Se siente en el interior de las casas.
4	IV - V	Lo sienten casi todos en la región. Ocurre un ligero daño material.
5	VI	Todos lo sienten en la zona afectada. Evacuan las casas. Daño menor moderado.
6	VII - VIII	Las personas evacuan de sus casas. Se produce un daño de moderado a intenso.
7	IX - X	Gran daño y muertes.
8	XI - XII	Destrucción total.

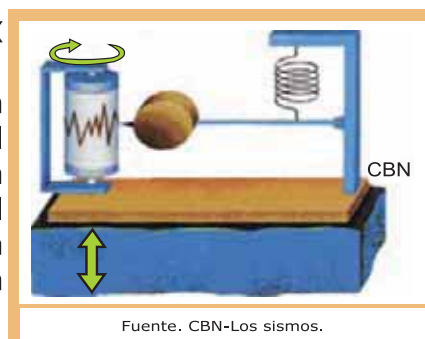
Fuente: CBN-Magnitud sísmica (escala de Richter). ¿Cómo se miden los terremotos?

Con qué se miden los sismos

El **sismómetro** o **sismógrafo** es un instrumento que sirve para medir terremotos y pequeños sismos, ya sean éstos de origen natural o provocados por el hombre (como es el caso de la explotación de minas) con la indicación de su magnitud y su intensidad.

Un sismómetro sencillo, que es sensible a movimientos verticales del terreno, puede ser visualizado como una pesa suspendida de un resorte que, a su vez está suspendida sobre una base que se mueve con los movimientos de la superficie de la Tierra. El movimiento relativo entre la masa y la base, proporciona una medida del movimiento vertical de la Tierra. Como sistema de registro se coloca un tambor que gira en la base y un marcador sujetado a la pesa. El movimiento relativo entre la pesa y la base, puede ser registrado en un sismo-grama.

Los sismógrafos fueron ideados a fines del siglo XIX y perfeccionados a principios del siglo XX. Actualmente estos instrumentos han alcanzado un alto grado de desarrollo, son electrónicos, pero el principio básico empleado no ha cambiado. En la actualidad, en vez de utilizar marcador y tambor, el movimiento relativo entre la pesa y la base genera un voltaje eléctrico que es registrado por una computadora.



Fuente: CBN-Los sismos.

Autoevaluación N° 1

El Docente, como profesional, está constantemente aprendiendo, para ello utiliza documentos, libros, internet, asiste a talleres, laboratorios, conferencias y, también aprende enseñando, así enriquece sus conocimientos y desarrolla sus habilidades, destrezas, capacidades que lo convierten en un mejor profesional, a la vez que fortalece sus valores.

La finalidad de las actividades básicas que se proponen en estas páginas, es precisamente la autoevaluación de sus aprendizajes:

		10 Preguntas *	
Escala de Mercalli	Anote en números romanos sus 10 Respuestas	¿Cuál es el grado de este sismo, según la Escala de Mercalli?	
	GRADO	SISMO	
I. Muy débil			
II. Débil			
III. Leve		Pararse es dificultoso. Lo sienten las personas que conducen sus autos.	
IV. Moderado		Pánico generalizado. Grandes daños en importantes edificios.	
V. Poco Fuerte		Nadie lo siente.	
VI. Fuerte		Los objetos se caen de sus lugares, los muebles se mueven.	
VII. Muy fuerte		Las paredes y ventanas suelen hacer ruido.	
VIII. Destructivo		Destrucción total con pocos sobrevivientes.	
IX. Ruinoso		Derrumbamiento de muros, grietas grandes en terreno.	
X. Desastroso		Ondulación de rieles y pistas. Grandes grietas en terreno.	
XI. Muy desastroso		Solo lo sienten algunas personas en los pisos altos de los edificios.	
XII. Catastrófico		Solo lo sienten algunas personas que descansan, en lo más alto de edificios.	

*Respuestas en sección de Anexos