



Ministerio
de **Educación**



GUÍA PRÁCTICA PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRE EN LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

JULIO 2014



unicef





**GUÍA PRÁCTICA PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGO
DE DESASTRE EN LA
INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA
JULIO 2014**

PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Rafael Correa Delgado

MINISTRO DE EDUCACIÓN

Augusto Espinoza Andrade

Viceministro de Educación

Pablo Cevallos Estarellas

Viceministro de Gestión Educativa

Darío Rodríguez Rodríguez

Subsecretario de Administración Escolar

Roberto Pazmiño Alvear

Director Nacional de Gestión de Riesgos

Mauricio Carvajal

Directora Nacional de comunicación Social

Maria Lorena Portalanza Zambrano

Revisión Técnica

Jhonny García Arias

Autora

Pamela Jarrín

©Ministerio de Educación del Ecuador, 2014

Av. Amazonas N34-451 y Atahualpa

Quito, Ecuador

www.educacion.gob.ec

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA – PROHIBIDA SU VENTA



ADVERTENCIA

Un objetivo manifiesto del Ministerio de Educación es combatir el sexismo y la discriminación de género en la sociedad ecuatoriana y promover a través del sistema educativo, la equidad entre mujeres y hombres. Para alcanzar este objetivo, promovemos el uso de un lenguaje que no reproduzca esquemas sexistas, y de conformidad con esta práctica preferimos emplear en nuestros documentos oficiales palabras neutras tales como las personas (en lugar de los hombres) o el profesorado (en lugar de los profesores), etc. Solo en los casos en que tales expresiones no existan, se usará la forma masculina como genérica para hacer referencia tanto a las personas del sexo femenino como masculino. Esta práctica comunicativa, que es recomendada por la Real Academia Española en su Diccionario Panhispánico de Dudas, obedece a dos razones: (a) en español es posible “referirse a colectivos mixtos a través del género gramatical masculino”, y (b) “es preferible aplicar “la ley lingüística de la economía expresiva” para así evitar el abultamiento gráfico y la consiguiente ilegibilidad que ocurriría en el caso de utilizar expresiones como las y los, os/as y otras fórmulas que buscan la presencia de ambos sexos.

ÍNDICE

1	Introducción.....	8
2	Definiciones	10
3	Amenazas.....	13
3.1	ORIGEN GEOLÓGICO.....	14
3.1.1	Terrenos Inestables	14
3.1.1.1	¿Cómo podrían afectar los terrenos inestables a la infraestructura educativa?.....	18
3.1.1.2	Aspectos principales para definir si la infraestructura es vulnerable ante terrenos inestables.....	18
3.1.1.3	¿Qué debo hacer si mi infraestructura educativa está expuesta?	20
3.1.2	Erupciones volcánicas.....	22
3.1.2.1	¿Cómo Pueden afectar las erupciones volcánicas a la infraestructura educativa?.....	23
3.1.2.2	Aspectos principales para definir si la infraestructura es vulnerable ante erupciones volcánicas.....	24
3.1.2.3	¿Qué debo hacer si mi infraestructura educativa está expuesta?	25
3.1.3	Sismos	26
3.1.3.1	¿Cómo Pueden afectar los sismos a la infraestructura educativa?.....	26
3.1.3.2	Aspectos principales para definir si la infraestructura es vulnerable ante sismos	26
3.1.3.3	¿Qué debo hacer si mi infraestructura educativa está expuesta?	29
3.1.4	Tsunamis	30
3.1.4.1	¿Cómo Pueden afectar los Tsunamis a la infraestructura educativa?	30
3.1.4.2	Aspectos principales para definir si la infraestructura es vulnerable ante tsunamis.....	31
3.1.4.3	¿Qué debo hacer si mi infraestructura educativa está expuesta?	31
3.2	AMENAZAS DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO	32
3.2.1	Inundaciones.....	32
3.2.1.1	¿Cómo Pueden afectar las inundaciones a la infraestructura educativa?.....	32
3.2.1.2	Aspectos principales para definir si la infraestructura es vulnerable ante inundaciones	33
3.2.1.3	¿Qué debo hacer si mi infraestructura educativa está expuesta?	35

4	AMENAZAS DE ORIGEN ANTRÓPICO O TECNOLÓGICO	37
4.1.1	Incendios.....	37
4.1.1.1	¿Cómo Pueden afectar los incendios a la infraestructura educativa?	37
4.1.1.2	¿Cómo podemos saber si en mi unidad educativa podría generarse un incendio	37
4.1.1.3	¿Qué debo hacer en mi infraestructura educativa para reducir la posibilidad de ocurrencia de un Incendio?.....	38
4.1.2	Explosiones	39
4.1.2.1	¿Cómo Pueden afectar las explosiones a la infraestructura educativa?.....	40
4.1.2.2	¿Cómo podemos saber si en mi unidad educativa podría generarse una explosión?.....	40
4.1.2.3	¿Qué debo hacer en mi infraestructura educativa para reducir la posibilidad de ocurrencia de una explosión?	41
4.1.3	Otros problemas que generan riesgos en la infraestructura educativa	42
4.1.3.1	¿Cómo Pueden afectar problemas estructurales en los Centros educativos?.....	42
4.1.3.2	¿Cómo podemos saber si en mi unidad educativa podrían existir problemas estructurales?	43
4.1.3.3	¿Qué debo hacer en mi infraestructura educativa para evitar problemas estructurales?	44

TABLA DE ILUSTRACIONES

Foto 1: Deslizamiento y sus consecuencias. Autor: Magno Rivera	16
Foto 2. Desprendimiento de terreno en Barabón, parroquia San Joaquín cantón Cuenca en abril del 2012 y desprendimiento de terreno en el barrio Santa Teresita vía antigua a Conocoto – Quito año 2.000. Autor: Magno Rivera	16
Foto 3: Derrumbe por socavamiento fluvial de la base del talud. Autor: Magno Rivera	17
Foto 4. Izquierda: Escombro caído sobre una habitación en Barabón, parroquia San Joaquín en abril del 2012. Derecha: caída de escombros sobre la autopista Cuenca Azogues en diciembre del 2005. Autor: Magno Rivera.....	17
Foto 5. Flujos de lodo en Bahía de Caráquez y Esmeraldas en 1998. Autor: Magno Rivera	17
Foto 6: Jardín de infantes afectado por un deslizamiento en la Parroquia Paccha, cantón Cuenca. Autor: Magno Rivera	18
Foto 7: Zona de caída de escombros en el valle del río Yanuncay, cantón Cuenca provincia del Azuay. Autor: Magno Rivera.....	20
Foto 8: Ejemplo de cuneta de coronación, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.....	21
Foto 9: Flujo piroclástico del volcán Tungurahua que quemó toda la vegetación debido a la alta temperatura (foto de autor desconocido)	22
Foto 10: Flujo Laharítico en el volcán Tungurahua (Foto de autor desconocido).....	23
Foto 11: Mapa de Peligro Volcánico, Tungurahua. Fuentes: Datos IG-EPN – Elaborado: El Comercio.....	24
Foto 12: Los pobladores de Quero en labores de limpieza tras la caída de ceniza del volcán Tungurahua. Foto: Glenda Giacometti/ EL COMERCIO:	25
Foto 13: Colocación pintura anticorrosiva. Fuente: Protecwork's.	25
Foto 14: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud (Pan American Health Organization (PAHO) / Organización Panamericana de la Salud (OPS), 1999	27
Foto 15: Foto de terremoto del 23 de Junio del 2001 en el Sur del Perú – World institute for Disaster Risk Managment.	28
Foto 16: Estudio de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de los centros educativos municipales en el distrito metropolitano de quito. 2012.....	29
Foto 17: Escuela Primaria Nakano, en Sendai – Japón, afectada por tsunami. UNESCO	31
Foto 18: Inundaciones en la costa ecuatoriana. Foto: Andes.....	32

Foto 19: Crecida del río Pijullo. Fuente: Diario El Hoy.....	33
Foto 20: La escuela Fernández Padilla, Venezuela, dañada por inundación. Fuente: Diario El Tiempo, Venezuela.	34
Foto 21: Coliseo construido en un curso de divagación del río Paute en la ciudad de Méndez Provincia de Morona Santiago. Autor: Magno Rivera	35
Foto 22: Pintura en la iglesia en Santa Rosa, cantón Caluma provincia De Los Ríos que representa los daños ocasionados por una inundación por desbordamiento de río.	35
Foto 23: Consejos de prevención de Incendios. Fuente: Metroecuador.com	38
Foto 24: Rociadores contra incendios	39
Foto 25: Explosión Polvorín de la Policía Nacional, Pusuquí 08 De diciembre 2011. Foto: Diario la Republica.	41
Foto 26: Estructura oxidada de la cubierta de coliseo en Argentina. Fuente: Diario Andino	44



INTRODUCCIÓN

1

El presente trabajo pretende identificar los principales peligros o amenazas que pueden afectar a la **“Infraestructura Educativa”** y poder prevenirlos mediante la gestión del riesgo oportuno por parte de las autoridades responsables de la misma.

Además proporciona información básica sobre las principales amenazas que podrían afectar a las Instalaciones Educativas del Ecuador para que el personal de los Centros Educativos comprenda los fenómenos. Las recomendaciones presentadas están en base del modelo del MANUAL DE MANTENIMIENTO RECURRENTE Y PREVENTIVO DE LOS ESPACIOS EDUCATIVOS. En el caso particular del tema de riesgos naturales y antrópicos se enfoca en un mantenimiento preventivo y correctivo tanto menor o mayor como el diagrama presentado en el manual antes mencionado.

Muchos de los riesgos que afectan a la infraestructura educativa en nuestro país, pueden ser evitados, si se toman a tiempo las medidas preventivas y correctivas antes que se desencadene una amenaza; mientras que otros no podrán ser reducidos o evitados, pero si gestionados de acuerdo a lo expuesto en la GUÍA PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS y en el MANUAL DE MANTENIMIENTO RECURRENTE Y PREVENTIVO DE LOS ESPACIOS EDUCATIVOS.

Para la reducción de riesgos en la Infraestructura Educativa, es necesario primeramente identificar los tipos de amenazas o peligros a los que está expuesta y conocer el grado de afectación que ésta pueda tener al desencadenarse la misma. En esta guía se utilizará las fichas orientadoras de la Guía para la gestión de Riesgos (Pág. 50, 51 y 52).

Para reducir efectivamente los riesgos en la Infraestructura Educativa es necesario identificar los factores de riesgo y las medidas preventivas inmediatas y a corto/mediano plazo, que conduzcan a la reducción de riesgos y que sean de fácil manejo para el personal administrativo, estudiantes, profesores y rectores involucrados y comprometidos con la educación inicial, básica y media.

De esta manera permitirá entender las acciones recomendadas para reconocer si su infraestructura está expuesta a alguno de estos fenómenos. Finalmente, la guía propone algunas medidas estructurales que las Autoridades deberán incluir en sus Planes Operativos Anuales (POA) para su ejecución.



DEFINICIONES

Con la finalidad de mantener los mismos conceptos expresados en la página 10 de la Guía para la Gestión de Riesgos, *Orientaciones para la preparación y la respuesta a emergencias y desastres*, es importante definir los conceptos básicos que serán utilizados en el presente documento:

“Amenaza: Factor de origen natural o humano al que está expuesto un sistema, que puede poner en peligro la vida, los bienes, o incluso el funcionamiento del propio sistema. Ejemplo: erupción volcánica, inundaciones, sismo, explosión.

Vulnerabilidad: Factor interno de un sistema expuesto a una amenaza, cuando es sensible a ella y tiene baja capacidad de adaptación o recuperación. Ejemplo: casas o instituciones educativas con techos que no soportan cascajos y/o ceniza, casas o instituciones educativas construidas en terrenos bajos cerca del río.

Capacidad: Combinación de fortalezas, atributos y recursos disponibles dentro de la comunidad educativa que pueden utilizarse para la consecución de un determinado **objetivo**.

Riesgo: Es la combinación de la amenaza, la vulnerabilidad y las capacidades de un sujeto o sistema. Cálculo de los potenciales daños que se podrían producir en el ecosistema como consecuencia de eventos naturales o de la acción humana. Ejemplo: casas o instituciones educativas inutilizadas por la erupción de un volcán o por la crecida del río.”

Desarrollo de capacidades: Proceso por el cual las personas, organizaciones y la sociedad mejoran sus conocimientos, habilidades, sistemas e instituciones a fin de lograr sus objetivos. En este caso, se desea mejorar el conocimiento empírico del personal administrativo y estudiantes, principales usuarios de la infraestructura educativa, para ejecutar medidas de reducción de riesgos en función de los riesgos que ellos mismo logren identificar.

Desastre: Interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona muertes al igual que grandes pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos y que requiere de las capacidades del gobierno central y de la ayuda internacional. La declaratoria de Desastre corresponde a la SNGR. El manejo de los desastres naturales es, por mandato constitucional, competencia exclusiva del estado central.

Emergencia: Perturbación (o su inminencia) con potencial para afectar el funcionamiento de una comunidad o sociedad (en términos de vidas humanas, salud, bienes o medio ambiente) que puede ser manejada a partir de las capacidades disponibles en ellas, con prescindencia de que se deba a un accidente, a la naturaleza o a la actividad humana o de que se produzca repentinamente o como resultado de procesos a largo plazo.

Evaluación del riesgo.- Metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la

propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen.

Grado de exposición: Medida en que la población, las propiedades, los sistemas u otros elementos pueden ser alcanzados por las amenazas presentes en una zona.

Gestión del riesgo: El enfoque y la práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales.

Instalaciones vitales: Las estructuras físicas, instalaciones técnicas y sistemas que son social, económica u operativamente esenciales para el funcionamiento de una sociedad o comunidad, tanto en circunstancias habituales como durante una emergencia.

Instituciones técnico-científicas: Conjunto de instituciones especializadas en el monitoreo, control y seguimiento de fenómenos naturales, que sirven como fuente de información para la toma de decisiones en el CGR/COE.

Medidas estructurales: Cualquier aplicación de técnicas de ingeniería o de construcción física para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas, o para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amenazas.

Medidas no estructurales: Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concienciación pública, la capacitación y la educación.

Mitigación: Disminución o limitación de los impactos de los eventos adversos.

Preparación: El conocimiento y las capacidades que desarrollan los gobiernos, los profesionales, las organizaciones de respuesta y recuperación, las comunidades y las personas para prever, responder, y recuperarse de forma efectiva de los impactos de los eventos o las condiciones probables, inminentes o actuales que se relacionan con una amenaza.

Acciones Preventivas: Orientadas a prevenir la afectación en la infraestructura educativa por amenazas naturales o antrópicas.

Acciones Correctivas Menores: Dirigidas a reparar con poco gasto y sin necesidad de conocimientos especializados, estas actividades pueden ser ejecutadas por cualquier miembro de la comunidad que posea información, habilidades y herramientas para el efecto.

Acciones Correctivas Mayores: Requieren de altas inversiones y de mano de obra especializada, de manera que estas acciones no pueden ser realizadas por cualquier miembro de la comunidad.



AMENAZAS Y ACCIONES

Las amenazas pueden tener diferente origen, magnitud e intensidad, cuyo potencial destructor dependerá de la energía desarrollada sobre las obras de infraestructura que los seres humanos construimos en la superficie terrestre.

Esta guía se enfocará en aquellas amenazas que afectan a la **infraestructura educativa** con mayor o menor frecuencia en nuestro país. Para ello, es necesario explicar el origen de las mismas, que pueden ser de origen:

Geológico: terrenos inestables o movimientos de remoción en masa, erupciones volcánicas, sismos y tsunamis.

Hidrometeorológicos: inundaciones, vientos huracanados.

Antrópico: inobservancia de normas elementales de construcción de las obras de infraestructura educativa, incendios, derrame de sustancias peligrosas, cortes del terreno montañoso para la construcción de vías, entre otras.

En cada región del Ecuador estos fenómenos son más o menos frecuentes y comunes, ya que su ocurrencia depende principalmente del dinamismo interno y externo del planeta tierra, geomorfología, geología, clima, aplicación de normas elementales de construcción y convivencia con la naturaleza.

A continuación según el origen de las amenazas, se describe su dinámica y las principales consecuencias sobre la infraestructura educativa. Con esta base, se proponen acciones orientadas a identificar la exposición de la infraestructura; en cuyo caso el lector podrá tomar medidas pertinentes para reducir el riesgo.

ORIGEN GEOLÓGICO

Son aquellas que se producen por el dinamismo del planeta Tierra. Entre ellas tenemos:

Terrenos Inestables

El desplazamiento lento o rápido de una masa de suelo o roca por una pendiente, se denomina inestabilidad de terrenos o movimientos de remoción en masa que dan origen a algunos fenómenos o eventos que influirán directa e indirectamente sobre la vida de las personas, sus bienes y obras de infraestructura.

La inestabilidad de terrenos depende de dos factores principales considerados como condicionantes y detonantes:

Los factores condicionantes se refieren a: tipo de terreno (litología), pendiente, contexto geológico y actividad humana:

- a) **Tipo de roca o suelos:** el tipo de materiales litológicos van a condicionar la generación de movimientos en masa; es decir aquellos suelos que son muy competentes no generarán deslizamientos, deslaves u otros fenómenos, mientras que un suelo formado por materiales de tipo arcilloso, con cierta pendiente será muy susceptible a generar deslizamientos hasta con bajas pendientes.
- b) **Pendiente del terreno:** Factor condicionante muy importante, que se lo debe considerar en función del tipo de terreno. Un terreno con alta pendiente no necesariamente es más susceptible a deslizarse que uno con baja pendiente.

- c) **El contexto geológico:** Se refiere a procesos geológicos que fueron sometidos los terrenos superficiales durante su historia geológica a través de miles y millones de años como: forma de depositación de los materiales litológicos si las rocas o suelos son de origen sedimentario, es decir, si las capas de las rocas sedimentarias tiene la misma dirección de la pendiente, estas serán más susceptibles a deslizarse que aquellas que están depositadas de forma horizontal; pliegues y fallas geológicas.
- d) **La actividad humana:** es uno de los factores que más condiciona la generación de fenómenos de inestabilidad de terrenos. Cuando cortamos las pendientes del terreno poco competentes desde el punto de vista geológico geotécnico para la construcción de obras de infraestructura como: carreteras, caminos vecinales, infraestructura habitacional, educativa y otras o deforestamos terrenos con pendientes altas, medias o bajas, los mismos que quedan expuestos a procesos de erosión intensa.

Los factores detonantes o también llamados disparadores, se refieren a aquellos que pueden generar fenómenos de inestabilidad de terrenos. Entre ellos tenemos:

- a) **El agua:** principalmente superficial, subterránea e hipodérmica que al saturar los suelos o las rocas aumentan el peso propio de los materiales, así como la presión de poros que es una propiedad física e intrínseca de los suelos saturados de agua, mientras los suelos son más finos y de carácter arcilloso, mayor susceptibilidad a deslizamientos tendrá. También el agua en ríos o quebradas pueden erosionar el pie de una ladera, quitando el soporte de la misma y generar fenómenos de inestabilidad de terrenos.
- b) **Sismos o terremotos:** pueden disparar fenómenos de inestabilidad de terrenos, generando un tipo de esfuerzos llamados cíclicos o dinámicos y más aún, si estos se encuentran saturados de agua, durante periodos de lluvia continuos, largos e intensos.
- c) **Erupciones volcánicas:** Otro fenómeno que puede producir inestabilidad de terrenos son las erupciones volcánicas, debido a la presión que el magma ejerce sobre las paredes de alta pendiente del edificio volcánico al tratar de salir a la superficie.
- d) **La actividad humana:** también puede ser detonante, cuando edificamos sobre un talud de baja capacidad portante o los materiales que forman el mismo son de mala calidad e inadecuados.

Dentro de la inestabilidad de terrenos, los fenómenos que más daño causan en el país a las personas, sus bienes y obras de infraestructura son:

- a) **Deslizamientos:** fenómenos de movimiento lento que pueden tomar aceleraciones importantes, dependiendo de la pendiente. Son los fenómenos geológicos que más frecuentemente ocurren en nuestro país y los que más daños materiales y pérdida de vidas humanas han causado en los últimos 20 años (M. Rivera 1998).



Foto 1: Deslizamiento y sus consecuencias. Autor: Magno Rivera

- b) **Desprendimientos:** conocidos popularmente como deslaves. Se trata de un movimiento violento de una masa de terreno de decenas de m³ de volumen que se genera sin previo aviso, en donde la pendiente del terreno es fuerte y existe una concentración interna de flujos subterráneos de agua.



Foto 2. Desprendimiento de terreno en Barabón, parroquia San Joaquín cantón Cuenca en abril del 2012 y desprendimiento de terreno en el barrio Santa Teresita vía antigua a Conocoto – Quito año 2.000. Autor: Magno Rivera

- c) **Derrumbe:** movimiento violento de una masa de suelo o roca, llamado también volcamiento. Estos fenómenos, por ser inesperados, destruyen toda la infraestructura involucrada en el área del derrumbe. Se generan por la erosión de la base de un talud, debido al tipo de material (muy deleznable, roca sedimentaria) o por la erosión lateral hídrica de un río. Su ocurrencia es impredecible.



Foto 3: Derrumbe por socavamiento fluvial de la base del talud. Autor: Magno Rivera

- d) **Caídas de escombros:** son rocas de diferente tamaño que gravitan desde una pendiente, generalmente fuerte. Son fenómenos impredecibles y no existen signos premonitores, por lo que el daño a la infraestructura o a las personas es inesperado. Pueden destruir parcial o totalmente la infraestructura que se encuentra en el área de influencia de los mismos, e incluso causar la muerte de personas.

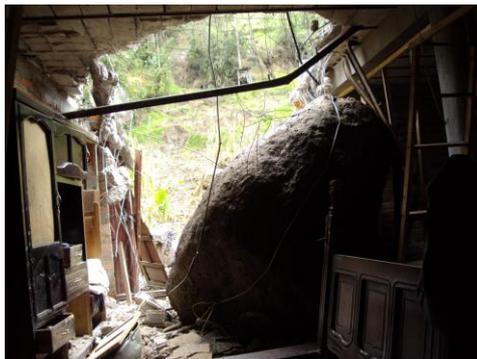


Foto 4. Izquierda: Escombros caído sobre una habitación en Barabón, parroquia San Joaquín, cantón Cuenca en abril del 2012. Derecha: caída de escombros sobre la autopista Cuenca Azogues en diciembre del 2005. Autor: Magno Rivera

- e) **Flujos de lodo:** son eventos que se generan durante temporadas de lluvias intensas que dependiendo del tamaño de los materiales acarreados toman diferentes nombres como:
- Flujos de lodo: materiales finos y homogéneos con agua
 - Flujos de escombros: materiales finos y gruesos mal clasificados con agua.



Foto 5. Izquierda: Flujos de lodo en Bahía de Caráquez que cubrió una casa casi totalmente y Derecha Esmeraldas en 1998. Autor: Magno Rivera

¿Cómo podrían afectar los terrenos inestables a la infraestructura educativa?

Dependiendo del tipo de fenómeno y de la ubicación de la infraestructura, será la afectación para la misma.

Si la infraestructura educativa se encuentra ubicada: dentro de la masa que se pone en movimiento, a los lados, en el pie o arriba desde donde se inicia el movimiento, dependiendo de la pendiente, esta será destruida de forma paulatina o violenta, parcial o totalmente.

Los fenómenos de inestabilidad de terrenos generan los siguientes daños:

- Interrupción y/o destrucción de los sistemas de agua potable como: tanques de almacenamiento, captaciones, tuberías de conducción.
- Sistemas sanitarios: alcantarillas de aguas servidas y pluviales, pozos sépticos, letrinas.
- Sistemas de comunicaciones, redes eléctricas, telefónicas, radio televisión, fibra óptica.
- Obstruyen, taponan los sumideros y sistemas de alcantarillado.
- Destrucción de mobiliario y material educativo.

Aspectos principales para definir si la infraestructura es vulnerable ante terrenos inestables

Existen factores premonitores que indican la presencia de una inestabilidad de terreno.

Estas particularidades pueden ser fácilmente detectadas por los usuarios de la infraestructura e incluso por personas que transitan diariamente por estos sectores.

Para cada tipo de fenómeno existen los signos indicativos que se listan a continuación:

1. Área de influencia del deslizamiento

- Aparecen fisuras en muros de cerramiento, si son de cemento u hormigón, piso y paredes de la edificación.



Foto 6: Jardín de infantes afectado por un deslizamiento en la Parroquia Paccha, Cantón Cuenca. Autor: Magno Rivera

- Grietas sobre el terreno, perpendiculares a la pendiente.
- Las puertas y ventanas no se abren o se cierran como lo hacían normalmente de costumbre.
- Las calles, caminos, cerramientos, postes de luz se desalinean; las cercas de los potreros o cerramientos se desalinean y si están formados de alambre estos se templan o se destemplan.
- Los árboles, postes de luz eléctrica se inclinan o pierden su verticalidad.

No debemos confundir cuando una obra de infraestructura está emplazada en un terreno plano o de poca pendiente y empiezan aparecer los signos anteriores, puede tratarse de tres situaciones:

- Que la infraestructura se encuentra emplazada en un tipo de material llamado “arcillas expansivas” que en temporadas de lluvias estas absorben agua y se expanden y en temporadas secas estas se contraen formando grietas de hasta 10 centímetros de ancho y en ambos casos de hinchamiento y contracción la infraestructura será afectada o destruida paulatinamente, dependiendo de la influencia de las grietas.
- Falta capacidad portante de los suelos en donde se emplazó la obra de infraestructura, es decir que el suelo no resiste el peso de la estructura.
- Que la estructura de la edificación no está bien construida.

2. Área de influencia de los desprendimientos

- Pendiente del terreno mayores a 30 grados
- El terreno está deforestado, es de tipo orgánico o arcilloso; o está formado por cenizas de origen volcánico (Cangagua), escombros depositados sin criterio técnico.

3. Área de influencia de los derrumbes:

- Infraestructura educativa fue construida sobre o al pie de un talud natural o generado por la actividad humana.
- Aparecimiento de grietas paralelas al borde del talud.
- Socavamiento por erosión eólica o hídrica en la base del talud.

4. Área de influencia caída de escombros

- La infraestructura educativa se encuentra ubicada en el valle de un río o bajo una pendiente y sobre la misma se observan rocas aisladas o fracturadas que podrían caer a causa de las lluvias o por la ocurrencia de un sismo.



Foto 7: Zona de caída de escombros en el valle del río Yanuncay, cantón Cuenca provincia del Azuay. Autor: Magno Rivera

- Se observan rocas aisladas alrededor del área en donde está construida la infraestructura educativa.

5. Área de influencia de los flujos de lodo y de escombros:

- Si la infraestructura se encuentra ubicada en las márgenes de ríos, drenajes o quebradas y en sus alrededores existen bloques erráticos (bloques de roca aislados) de diferentes tamaños, esto indica que en algún momento, en este sector, se depositó un flujo de escombros.
- Si en las partes altas de drenajes, quebradas y ríos existen deslizamientos de terrenos
- Si en las partes altas de drenajes o quebradas secas existe explotación de canteras.

¿Qué debo hacer si mi infraestructura educativa está expuesta?

ACCIONES PREVENTIVAS:

- Jamás se deberá construir o reconstruir ninguna obra de infraestructura en zonas potencialmente inestables.
- Si en la escuela existen muros de protección de cualquier tipo (gaviones, mampostería, hormigón armado), revisar anualmente que no existan: deformaciones, desalineación, grietas, fisuras o filtraciones de agua.
- Reforestación de terrenos circundantes a la ubicación de las obras de infraestructura
- Escuchar los pronósticos de lluvia de los organismos pertinentes (INAMHI) y recorrer las áreas aledañas a la infraestructura para monitorear los signos premonitores de la inestabilidad de terrenos (fisuras y grietas).

-

ACCIONES CORRECTIVAS MENORES:

- Solicitar al Ministerio de Educación, Municipio o Secretaría de Gestión de Riesgos la presencia de un especialista en terrenos inestables cuando se presenten signos premonitores de la activación de estos fenómenos, tanto en la infraestructura educativa como en el terreno de las áreas circundantes.
- Si se ha identificado la posible caída de escombros sobre la infraestructura, gestionar la presencia de especialistas para provocar controladamente el retiro de los mismos.

ACCIONES CORRECTIVAS MAYORES:

- Si el terreno lo permite, construir cunetas o zanjas de coronación revestidas con geomembrana (sintético impermeable disponible en ferreterías). Las zanjas deberán estar ubicadas de forma perpendicular a la pendiente a 15 o 20 metros de la última grieta observada.

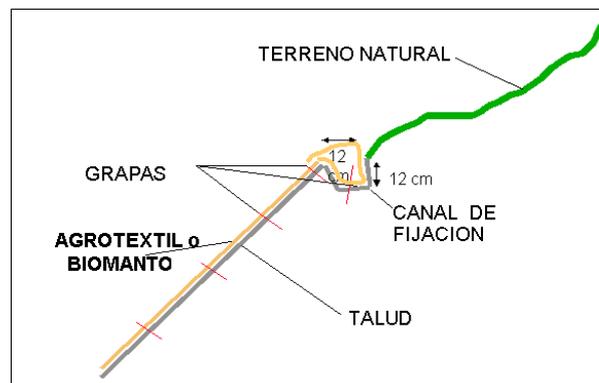


Foto 8: Ejemplo de cuneta de coronación, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia

- Canalizar con la construcción de bajantes todas las aguas que caen sobre la infraestructura, mediante tubería hacia un drenaje principal, en el que no se comprometan otras áreas inestables.
- Drenar todas las aguas empozadas mediante zanjas en el sentido de la pendiente, y dirigir las hacia un drenaje principal.
- En caso de que la infraestructura esté ubicada sobre un talud natural o generado por la actividad humana, en el que se evidencien grietas premonitoras de derrumbes, esta deberá ser reubicada.
- Construir barreras de protección en hormigón o con bosques protectores si el tiempo y el espacio lo permiten.
- En caso de que se haya identificado la posibilidad de ocurrencia de flujos de lodo, se deberá canalizarlos debidamente, mediante obras estructurales de mitigación, siguiendo los drenajes naturales o quebradas.

Erupciones volcánicas

Se trata de una manifestación del dinamismo interno de la corteza terrestre, en la cual, el magma que forma parte de la astenósfera superior en el interior del planeta tierra, sale a la superficie, tomando el nombre de lava.

Durante el proceso de una erupción volcánica, los productos que constituyen una amenaza para los seres vivos, sus bienes y obras de infraestructura son:

1. **Flujos piroclásticos:** son masas incandescentes de rocas de diferentes tamaños que se desplazan por los flancos del volcán a velocidades mayores de 100 Km/h y centenas de grados centígrados de temperatura, y pueden llegar a decenas de kilómetros de distancia del flanco del volcán.
2. **Lava:** roca fundida con temperaturas cercanas a los 1.000 °C; se manifiesta de forma coloidal y se deposita cerca del cráter del volcán y de sus vertientes.
3. **Gases:** productos químicos volátiles que se originan en el interior del volcán, que pueden ser más o menos densos que el aire que respiramos.
4. **Ceniza volcánica:** roca triturada que se eleva a decenas de kilómetros de altura sobre el cráter del volcán y puede ser transportada por el viento y caer a decenas y centenas de kilómetros desde el volcán que le dio origen.
5. **Laháres:** flujos de lodo y escombros que se generan principalmente en volcanes con nieves perpetuas y con pendientes muy fuertes en procesos eruptivos prolongados que depositan materiales piroclásticos en las laderas del volcán. Generalmente, estos flujos se originan por el deshielo del glaciar que al descender por los cauces naturales acarrea todos los materiales que fueron depositados durante la erupción. Este fenómeno puede también generarse por intensas lluvias caídas sobre un volcán en erupción (volcán Tungurahua, por ejemplo).



Foto 9: Flujo piroclástico del volcán Tungurahua que quemó toda la vegetación debido a la alta temperatura (foto de autor desconocido)

¿Cómo Pueden afectar las erupciones volcánicas a la infraestructura educativa?

Los flujos piroclásticos o nubes ardientes:

- Destruyen y queman todo lo que se encuentra ubicado en el área de influencia alrededor del volcán hasta decenas de kilómetros.

Lava:

- Destruye y quema toda la infraestructura que se encuentra cercana al cráter del volcán y a sus vertientes.

Los gases que se generan durante el proceso eruptivo de un volcán:

- La prolongada exposición podrían acelerar la corrosión de algunos elementos estructurales metálicos y de concreto, y más aún cuando estos forman parte de lluvias ácidas.

La ceniza de origen volcánico:

- Al caer se acumula sobre los techos, aumentando el riesgo de producir su colapso.
- Obstrucción de los sistemas de drenaje y alcantarillado especialmente al mezclarse con el agua.
- Destrucción o contaminación de fuentes y tanques de almacenamiento de agua para consumo.

El grado de afectación por la caída de ceniza está relacionado directamente por la cercanía al volcán y la dirección de los vientos.

Los Laháres

Destruyen la infraestructura que se encuentra en las zonas de tránsito de los mismos. Por lo general, estos fluyen por los drenajes naturales por donde pueden existir poblados e Infraestructura Educativa (ejemplo Valle de los Chillos o Latacunga).



Foto 10: Flujo Laharítico en el volcán Tungurahua (Foto de autor desconocido)

¿Qué debo hacer si mi infraestructura educativa está expuesta?

ACCIONES PREVENTIVAS:

- Solicitar información sobre los peligros volcánicos a los municipios y/o centros de investigación como el Instituto Geofísico de la EPN.
- Si el centro educativo se encuentra en una zona definida como de peligro volcánico, el Director del Centro Educativo debe solicitar la reubicación del mismo.
- Mantenimiento y Limpieza regulares de los techos y cubiertas de acuerdo a lo sugerido en el MANUAL DE MANTENIMIENTO RECURRENTE Y PREVENTIVO DE LOS ESPACIOS EDUCATIVOS (pág. 19).



Foto 12: Los pobladores de Quero en labores de limpieza tras la caída de ceniza emitida por el volcán Tungurahua.
Foto: Glenda Giacometti/ EL COMERCIO:

ACCIONES CORRECTIVAS MENORES

- Si la infraestructura educativa está formada por estructuras metálicas, periódicamente, se deberá protegerlos con pintura anti corrosiva.



Foto 13: Colocación pintura anticorrosiva. Fuente: Protecwork's.

- Proteger los sumideros, alcantarillas, sistemas de drenajes y tanques de almacenamiento de agua mediante la utilización de tablas o plásticos.
- En caso de que los techos no hayan sido o no puedan ser modificados, se deberá mantener herramientas de limpieza adecuadas. Cuando la cubierta sea de eternit y esté lloviendo no se debe realizar ningún trabajo, debido a lo peligroso que resultan las actividades y puede causar la muerte de los trabajadores.

ACCIONES CORRECTIVAS MAYORES:

- Remodelar los techos de la infraestructura educativa con una pendiente adecuada de tal forma que la ceniza resbale y no se acumule sobre las cubiertas.
- El Ministerio de Educación deberá reubicar la infraestructura educativa que se encuentren en zonas de peligro volcánico, ubicándolas fuera de la influencia de los productos volcánicos más destructivos (lava, flujos piroclásticos y lahares).

Sismos

Un sismo es un movimiento telúrico que se genera en el interior de la corteza terrestre y se refleja en superficie mediante la transmisión de ondas que producen el movimiento de la tierra que dependiendo de la energía liberada (Magnitud), profundidad de generación, distancia del epicentro y tipo de construcciones, será la intensidad de los daños a las personas, sus bienes y obras de infraestructura ubicadas en superficie. Estos movimientos tienen su origen en la reactivación de fallas geológicas o por la subducción de las placas tectónicas que conforman el planeta Tierra.

¿Cómo Pueden afectar los sismos a la infraestructura educativa?

- Destrucción total o parcial de la infraestructura.
- Destrucción total o parcial de sistemas de alcantarillado y agua potable.
- Caída de objetos sobre estudiantes, profesores o personal administrativo
- Daños en laboratorios o centros de prácticas estudiantiles.
- Incendios producidos por cortos circuitos o fuga de gases.

Aspectos principales para definir si la infraestructura es vulnerable ante sismos

Para tener una idea de lo vulnerable que puede ser la infraestructura ante los sismos se pueden establecer ciertos criterios básicos como:

- Antigüedad de la infraestructura: mientras más antigua más vulnerable.
- Altura de la infraestructura: mientras más alta más vulnerable

- Irregularidades (forma de la infraestructura) o discontinuidades verticales como en planta: mientras más formas irregulares se presenten más vulnerable será la estructura.

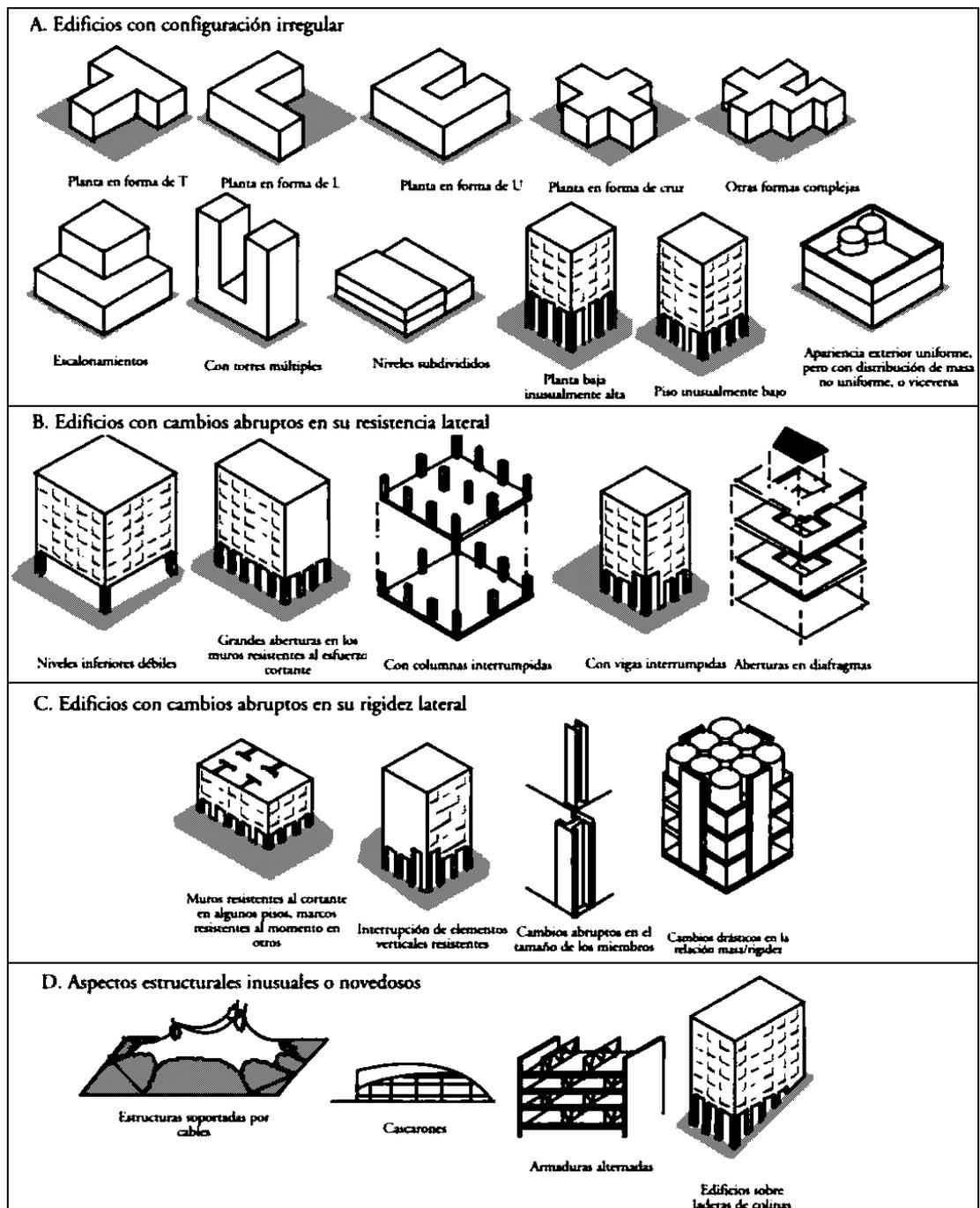


Foto 14: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud (Pan American Health Organization (PAHO) / Organización Panamericana de la Salud (OPS), 1999

- La presencia de “columnas cortas”: Este es un problema muy común en las edificaciones educativas. Mientras mayor número de columnas cortas, mayor vulnerabilidad. Para conocer si tenemos columnas cortas en nuestra infraestructura educativa podemos preguntar a un ingeniero civil.

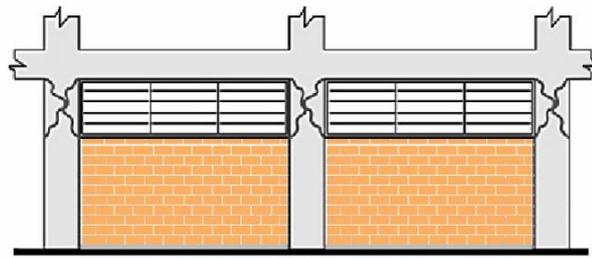


Diagrama Columna Corta.



Foto 15: Foto de daño por efecto de columna corta en el terremoto del 23 de Junio del 2001 en el Sur del Perú – World institute for Disaster Risk Managment.

- La presencia de sistemas estructurales (columnas, vigas, muros estructurales): mientras menos sistemas estructurales estén presentes más vulnerables.
- Presencia de ampliaciones: Mientras más ampliaciones tenga una infraestructura más vulnerable.
- Tipo de suelo en el que se asienta la infraestructura: Mientras más blando sea el suelo (relleno, suelos de baja capacidad portante) más vulnerable la infraestructura.

¿Qué debo hacer si mi infraestructura educativa está expuesta?

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Gestionar y solicitar al Ministerio de Educación un estudio técnico especializado de la parte estructural del centro educativo, para determinar si presenta indicios de vulnerabilidad sobre los criterios anteriormente descritos.
- Realizar el mantenimiento regular sobre los elementos estructurales y no estructurales de la infraestructura para evitar el deterioro de los materiales que se han utilizado en esa infraestructura.
- No realizar ninguna ampliación sin tener el asesoramiento técnico. Y si se lo realiza tomar en cuenta el tema de sismo-resistencia para el diseño y construcción del mismo.



Foto 16: Ampliaciones de alta vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones de los centros educativos municipales en el Distrito Metropolitano de Quito (Estudio de Vulnerabilidad Sísmica MDMQ, 2012).

- Revisar si se presenta el problema de “columna corta” en la infraestructura. Este es uno de los problemas más comunes en cierto tipo de diseño de centros educativos.

MEDIDAS CORRECTIVAS MENORES

- Asegúrese que todos los elementos estructurales (Columnas, vigas y losas) estén conectados entre sí de manera segura.
- Revisar los elementos no estructurales (paredes, techos, ventanas) para determinar su estado y su conexión con los elementos estructurales.
- Fijar todos los elementos para evitar caídas de los mismos en caso de un sismo.

- Mantener expeditas las rutas de evacuación determinadas en los planes de emergencia.
- Definir y mantener puntos de encuentro libres de cualquier elemento que pueda desmoronarse en caso de sismo.

MEDIDAS CORRECTIVAS MAYORES

- Uno de los puntos críticos de edificaciones son las escaleras, revisarlas por parte de un especialista para garantizar que estén diseñadas y construidas de manera sismo resistente.
- Solicitar un diagnóstico y diseño de reforzamiento estructural de la infraestructura a las autoridades competentes.
- Reforzamiento estructural en caso que el estudio concluya que es necesario. Si los costos son muy altos otra alternativa es la reubicación del centro educativo.
- Correcciones de problemas presentados como irregularidades o el de columnas cortas.
- Si el costo del reforzamiento estructural es superior al 40% del costo total de la infraestructura se recomienda al Ministerio de Educación la reconstrucción del centro educativo.

Tsunamis

Los tsunamis se producen por los sismos que se generan mar adentro, en la plataforma submarina, lo que provoca el desplazamiento de grandes masas de agua en forma de olas hacia las costas continentales, afectando así mismo a las personas, sus bienes y obras de infraestructura que se encuentran ubicadas en cotas cercanas al nivel del mar.

En la plataforma submarina se producen grandes deslizamientos producto de las erupciones volcánicas que incluso pueden generar Tsunamis destructores, dependiendo del volumen de la masa que se pone en movimiento.

¿Cómo Pueden afectar los Tsunamis a la infraestructura educativa?

El efecto de un Tsunami depende de la magnitud del sismo, intensidad y altura de la Ola, pero los mayores daños a la infraestructura están relacionados con la erosión retrocedente del agua que rompió en forma de ola tierra adentro, a causa de los torbellinos formados y que erosionan la superficie del terreno quitando las bases de la infraestructura. Los daños son los mismos que para un sismo.

Un tsunami de baja magnitud e intensidad, provocará la inundación del Centro Educativo similar a las producidas por las lluvias o precipitaciones y los daños serán similares a las inundaciones.

Los efectos de un Tsunami son similares a los de un sismo:

- Destrucción total o parcial de la infraestructura.
- Destrucción total o parcial de sistemas de alcantarillado y agua potable.

- Incendios producidos por cortos circuitos o fuga de gases.
- Inundación de la infraestructura y erosión de la superficie del terreno

Aspectos principales para definir si la infraestructura es vulnerable ante tsunamis

- Todo la Infraestructura Educativa que se encuentre a menos de un kilómetro sobre terreno plano del borde costero es vulnerable.
- La infraestructura que no sea de hormigón armado es vulnerable.



Foto 17: Escuela Primaria Nakano en Sendai – Japón, afectada por tsunami. UNESCO

¿Qué debo hacer si mi infraestructura educativa está expuesta?

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Revisar si el centro educativo se ubica en una zona de peligro por Tsunami. Si es así se deberá solicitar la reubicación del centro educativo.
- Generar barreras vegetales altas entre el centro educativo y el Mar.

MEDIDAS CORRECTIVAS MENORES

- Realizar el mantenimiento del sistema de drenaje y alcantarillado.

MEDIDAS CORRECTIVAS MAYORES.

- Reubicar el Centro educativo si está ubicado en zona de alto riesgo ante Tsunamis.
- Remodelar la infraestructura de manera que sean de hormigón armado; y si es posible construirlas de dos o más pisos.

AMENAZAS DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO

Inundaciones

Las inundaciones son eventos que se generan como consecuencia de las lluvias caídas en una determinada zona o región, las mismas que pueden ser:

- **Inundaciones por Anegamiento:** aquellas que se generan en las partes planas y bajas en las llanuras costeras a consecuencia de las lluvias, debido a que los terrenos no cuentan con los drenajes naturales suficientes para evacuar las precipitaciones caídas en un tiempo determinado. Así mismo otro tipo de inundación, se genera en las poblaciones y ciudades ubicadas en zonas montañosas, debido a la insuficiente capacidad de evacuación del agua por el sistema de alcantarillado construido para el efecto.
- **Inundaciones por desbordamiento:** cuando la lluvia caída en la parte alta de una cuenca hidrográfica es abundante, la ruptura de un dique una represa o desembalse violento de una laguna formada por un deslizamiento, el drenaje principal no avanza a evacuar toda el agua caída y esta tiende a salirse de su cauce natural hacia los márgenes de ríos o quebradas.

En zonas montañosas el desbordamiento de los ríos son rápidos, torrentosos pero sin afectar a grandes áreas de las márgenes. Mientras que las inundaciones de los ríos de llanuras costeras son lentas y afectan grandes extensiones de terreno desde las márgenes de los mismos. Y en los ríos orientales se da una situación similar a los ríos de montaña pero afectando a mayores áreas.

¿Cómo Pueden afectar las inundaciones a la infraestructura educativa?

Inundaciones por Anegamiento

- Daña los equipos electrónicos como computadoras ubicados hasta el nivel que suba el agua de inundación.
- Dañan documentos, Bibliotecas y materiales didácticos
- Debilita las paredes y cimentación de la infraestructura educativa.



Foto 18: Inundaciones por anegamiento en la costa ecuatoriana. Foto: Andes.

Inundaciones por desbordamiento de ríos

- Destruye parcial o totalmente la infraestructura educativa
- Destruye los equipos electrónicos como computadoras ubicados hasta el nivel que suba el agua de inundación.
- Destruyen: documentos, Bibliotecas y materiales didácticos.



Foto 19: Inundación por desbordamiento del río Pijullo. Fuente: Diario El Hoy.

Aspectos principales para definir si la infraestructura es vulnerable ante inundaciones

Los daños presentados en la infraestructura escolar debido a las inundaciones se puede resumir en:

- Degradación de los materiales de construcción debido al contacto inicial y prolongado con el agua.
- Las fuerzas que ejercen sobre un edificio el agua estancada, el agua en movimiento, las olas y los desechos que flotan.
- La erosión del terreno sobre el que descansa la estructura.



Foto 20: La escuela Fernández Padilla, Venezuela, dañada por inundación. Fuente: Diario El Tiempo, Venezuela.

Como aspectos principales para definir la Vulnerabilidad recomendamos revisar los siguientes:

- Si la infraestructura está ubicada en zonas planas inundables. Esta información puede ser solicitada a los Gobiernos Locales (Cantoniales o Provinciales) y a la Secretaria de Gestión de Riesgos.
- Si la infraestructura está ubicada cerca a las márgenes de los ríos.
- Si el nivel en donde se ubica el centro educativo es inferior al de las calles circundantes puede ser vulnerable.
- Si los niveles de las aulas de planta baja son más bajos que los niveles de los patios y áreas verdes se puede tener problemas de inundaciones.
- Preguntando a las personas que hayan vivido por lo menos 30 años en la zona.
- Inundaciones recientes dejan marcas o señales, hasta donde subió el nivel del agua durante las inundaciones en las paredes, árboles tanques de agua elevados.

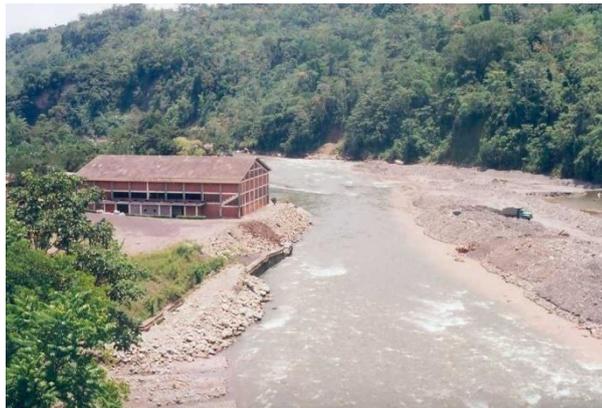


Foto 21: Coliseo construido en un curso de divagación del río Paute en la ciudad de Méndez Provincia de Morona Santiago. Autor: Magno Rivera

¿Qué debo hacer si mi infraestructura educativa está expuesta?

Inundaciones por anegamiento

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Limpieza de drenajes y cauces de agua, al menos dos veces por año o antes del inicio de la temporada de lluvias.
- Gestionar ante las autoridades pertinentes la limpieza de alcantarillas y sumideros involucrados dentro del área donde se encuentra el Centro Educativo expuesto.
- Revisar la impermeabilidad de los elementos estructurales y no estructurales del centro educativo. En la actualidad existen muchos materiales que permiten impermeabilizar dichos elementos.
- Es fuertemente recomendable pintar, en algún lugar visible del Centro Educativo, una marca hasta donde llegó el nivel del agua en un año determinado; esto con el fin de que este nivel quedé plasmado en la memoria de la gente y que las futuras construcciones lo tomen en cuenta.



Foto 22: Pintura en la iglesia en Santa Rosa, cantón Caluma provincia De Los Ríos que representa los daños ocasionados por una inundación por desbordamiento de río en el fenómeno El Niño 1982-1983.

MEDIDAS CORRECTIVAS MENORES

- Elevar los niveles de las aulas, si es que estas están por debajo de los patios o áreas verdes, mediante construcción de una losa.
- Protección de drenajes naturales o pequeños cauces de agua cercanos al centro educativo que puede ser realizado a través de trabajos comunitarios.

MEDIDAS CORRECTIVAS MAYORES

- Construir la infraestructura más arriba del nivel histórico de inundación. El nivel histórico es determinado mediante estudios hidrológicos realizados por la comunidad técnica científica.
- Cuando se conozca al nivel máximo de inundación, se deberá colocar todas las instalaciones eléctricas por encima de esta cota. Los equipos informáticos u otras salas con material tecnológico debería ser instalado en una segunda planta, o por lo menos por encima de la cota máxima de inundación.

Para las **inundaciones por desbordamiento de ríos** o quebradas, además de aplicar las medidas antes mencionadas (para inundaciones por anegamiento), se puede tomar en cuenta las siguientes medidas

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Campañas de limpieza de las márgenes a través del trabajo comunitario.
- Campañas de reforestación de márgenes de los ríos.
- Solicitar información sobre el comportamiento de crecidas históricas de los ríos. Esta información se la puede obtener en los Gobiernos locales (cantonales y provinciales), al Instituto de Hidrología y meteorología (INAMHI), Secretaria de Gestión de Riesgos o Secretaría del Agua.

MEDIDAS CORRECTIVAS MENORES

- Limpieza de drenajes y cauces de agua antes del inicio de la temporada de lluvias.

MEDIDAS CORRECTIVAS MAYORES

- Construir infraestructura de protección exterior del centro educativo en especial en áreas que limiten con cauces naturales de agua. Dichas obras pueden ser: muros, enrocados, gaviones.
- Reubicar el centro educativo si se encuentra en zona de alto riesgo por inundación a un sitio seguro.
- Gestionar ante las autoridades competentes el dragado de los ríos en ese sector y la construcción de muros de encauzamiento.

AMENAZAS DE ORIGEN ANTRÓPICO O TECNOLÓGICO

Las amenazas de tipo antrópico o causadas por la actividad humana son propias al desarrollo de las comunidades y ciudades. Las más frecuentes en nuestro medio afectan principalmente a las personas y a la infraestructura, que es donde se originan estas amenazas.

Para este tipo de amenazas, su origen no siempre es externo, como es el caso de las inundaciones, por ejemplo. Muchas veces los eventos que se producen debido al desconocimiento, a la mala aplicación de tecnologías, a la falta mantenimiento o la construcción anti técnica de infraestructura.

La mejor manera de evitar la ocurrencia de desastres generados por la actividad humana es la prevención. Para ello, se debe tener en cuenta que las acciones u omisiones propias a la actividad educativa o al mantenimiento de sus instalaciones genera ciertos peligros y hay que tenerlos siempre presentes para poder tomar las medidas preventivas necesarias. El cumplimiento del Manual de Mantenimiento recurrente y preventivo de los espacios educativos, en especial en las páginas 18 a 34, permitiría reducir drásticamente los principales riesgos antrópicos existentes en un Centro de Educación.

Incendios

Para la ocurrencia de un incendio es necesarios que se cumplan tres condiciones simultáneamente: que exista material combustible, que exista oxígeno en el ambiente y que exista una fuente de ignición o llama inicial. Tomando en cuenta estos factores, se puede notar que las acciones de prevención se pueden orientar solamente a evitar que exista una fuente de ignición o que los materiales que se utilicen sean altamente inflamables. Si además consideramos que lo más importante en un incendio es el salvar vidas, se puede definir tres ejes esenciales para la prevención de incendios:

- 1- Evitar que existan fuentes de ignición (chispas o llamas iniciales),
- 2- Disminuir la posibilidad de propagación del fuego
- 3- Facilitar la evacuación de las edificaciones.

¿Cómo Pueden afectar los incendios a la infraestructura educativa?

Los incendios estructurales pueden ser altamente destructivos e incluso fatales. El fuego destruye todo lo que esté a su paso, y el humo generado puede provocar asfixia en las personas que se encuentran en el lugar. Dependiendo de los materiales utilizados en la construcción y del tipo de mobiliario existente, la propagación del fuego puede tornarse incontrolable y afectaría la totalidad del lugar. Una pronta respuesta por parte del Cuerpo de Bomberos podría reducir las afectaciones y evitar que existan personas afectadas.

¿Cómo podemos saber si en mi unidad educativa podría generarse un incendio?

En todas la Unidades Educativas se pueden generar incendios. El origen del mismo puede variar y ser causado por la falta de mantenimiento en las instalaciones eléctricas, inobservancias o accidentes en locales donde se utiliza fuego (cocinas, laboratorios) o puede ser generado

intencionalmente. Es por ello que las Autoridades Educativas deben considerar a la prevención de incendios cómo una actividad prioritaria y cotidiana.

Por lo general, los incendios en los Centros Educativos se originan por cortos circuitos que pueden deberse a:

- Instalaciones eléctricas mal ejecutadas, mal dimensionadas o realizadas de manera “casera”.
- Por deterioro de los cables o falta de aislamiento de los mismos (cables pelados).
- Conexiones inapropiadas
- Por la utilización de cables no adecuados, que no resisten sobrecargas.

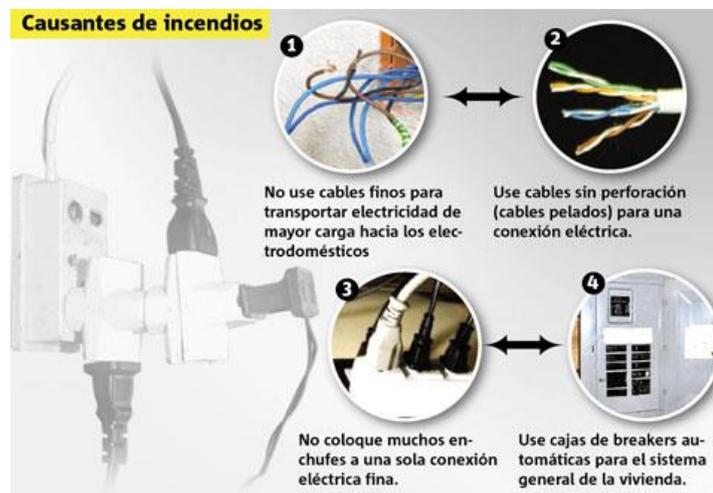


Foto 23: Consejos de prevención de Incendios. Fuente: Metroecuador.com

¿Qué debo hacer en mi infraestructura educativa para reducir la posibilidad de ocurrencia de un Incendio?

Siguiendo los tres ejes de prevención descritos anteriormente, se puede listar algunas medidas que las Autoridades Educativas pueden aplicar en su infraestructura para evitar la ocurrencia de incendios:

- Colocar señalética informativa de precaución en los locales donde se utilice el fuego o donde pueden generarse chispas: cocinas, laboratorios, salas de fumadores, calderas, salas de máquinas, instalaciones eléctricas.
- Estos lugares deberán estar confinados al fuego, es decir que en caso de que un incendio se inicie en su interior, las paredes, pisos, tumbados, puertas y ventanas deben poder resistir y evitar que el fuego se propague a las salas contiguas. Para ello existen materiales específicos que deben ser utilizados. Esto debe aplicarse también a dormitorios, en caso de que existan edificios para residencia de alumnos.
- Utilizar mobiliario y materiales de construcción que haya sido recubiertos con productos retardantes al fuego, principalmente en lugares donde se almacene gran cantidad de material combustible (bibliotecas, archivos, bodegas).

- Instalar detectores de humo, alarmas de incendio y rociadores en lugares estratégicos. En caso de ser necesario, se deberá instalar detectores de gases inflamables.



Foto 24: Rociadores contra incendios

- Colocar lámparas de emergencia en lugares estratégicos para guiar la evacuación, principalmente en los Centros Educativos que funcionen por las noches.
- En corredores al interior de las instalaciones, se deben colocar puertas cortafuego y mantenerlos siempre despejados.
- El diseño de futuras construcciones debe incorporar criterios para facilitar la evacuación de las salas.
- Reparar o mejorar las instalaciones eléctricas que se encuentren deterioradas o que no haya sido realizadas por un especialista.

Cabe recalcar que solo se han listado medidas preventivas relativas a la Infraestructura Educativa. Los planes de contingencias y evacuación, por ejemplo, son elementos importantes pero no son el objeto de esta guía. Estas medidas son un complemento a lo estipulado en la Guía para la Gestión de Riesgos¹ y en el Manual de Mantenimiento del Ministerio de Educación.

El Cuerpo de Bomberos de su localidad puede ser un apoyo técnico para identificar debilidades en su Institución. Para la instalación de detectores de alarmas contra incendio, lámparas de seguridad y rociadores será necesario contratar técnicos especializados.

Explosiones

Las detonaciones y deflagraciones, comúnmente llamadas Explosiones, se generan por la existencia en el ambiente de una nube de vapores (o gases) inflamables cuya mezcla con el oxígeno alcanza una concentración dentro de los límites de explosividad. Esto quiere decir que, si la nube alcanza una fuente de ignición (chispa, llama o fuente importante de calor), se puede generar una explosión. De las características físico/químicas del vapor, de la cantidad de energía de la fuente de ignición y de las condiciones de presión/temperatura del lugar depende la intensidad de la explosión. Vale mencionar que se pueden producir también explosiones por el

¹ Página 81 y 82

confinamiento de partículas de polvo, harina u otras partículas pequeñas suspendidas en el ambiente.

Por lo general, las explosiones se clasifican en tres tipos:

- Explosiones en **espacios confinados**: son las más frecuentes, ya que la mezcla vapor/aire alcanza más fácilmente los límites de explosividad. Pueden ser explosiones de gran magnitud. En ciertos casos, la nube puede ser de polvo, harina, azúcar u otras partículas pero este tipo de explosiones requiere algunas condiciones suplementarias para su ocurrencia.
- Explosiones en **espacios abiertos**: son menos frecuentes ya que el vapor puede dispersarse fácilmente, antes de que la nube alcance los límites de explosividad. Pueden generarse tras el derrame de un líquido inflamable; su evaporación generaría la nube explosiva. Por lo general, son de menor magnitud que las explosiones en espacios confinados.
- explosiones **de recipiente**: son aquellas que se originan por la explosión de recipientes o tanques que almacenan productos inflamables, como tanques de GLP, por ejemplo. Se originan por fallas de las paredes de los recipientes o por recalentamiento exterior. Las explosiones pueden llegar a ser de gran magnitud.

Las explosiones generan por lo general llamas que pueden originar incendios y una sobrepresión u onda de choque, comúnmente llamada onda expansiva. Esta onda es la que genera el estruendo y la que provoca la destrucción de la infraestructura.

¿Cómo Pueden afectar las explosiones a la infraestructura educativa?

Las llamas generadas por una explosión pueden iniciar incendios en las instalaciones, con las consecuencias citadas en el párrafo anterior. Sin embargo, las principales consecuencias generadas por una explosión es la destrucción de la infraestructura debido a la sobre presión que esta genera. Dependiendo de la intensidad de la explosión, las consecuencias de la sobrepresión pueden ir desde romper vidrios hasta destruir paredes, techos y estructuras.

¿Cómo podemos saber si en mi unidad educativa podría generarse una explosión?

Las explosiones pueden generarse al interior de las instalaciones del Centro Educativo o al exterior del mismo, pero con consecuencias internas. Un ejemplo de esto fue la explosión del polvorín de la Policía Nacional, en Pusuquí en diciembre 2011, donde una escuela aledaña fue afectada.



Foto 25: Explosión Polvorín de la Policía Nacional, Pusuquí 08 De diciembre 2011.
Foto: Diario la Republica.

Si el Centro Educativo se encuentra ubicado cerca de una zona industrial o de instalaciones militares o de policía donde se almacenan explosivos, no se puede descartar la posibilidad de que una explosión pueda afectarlo.

Las explosiones al interior del Centro pueden ocurrir en caso de que existan productos peligrosos almacenados. Por lo general, en los locales donde se podría generar una explosión son:

- Laboratorios Químicos
- Talleres de trabajo práctico
- Cocina
- Calderas a gas

El mal estado de estos lugares es una señal de que una explosión podría generarse.

¿Qué debo hacer en mi infraestructura educativa para reducir la posibilidad de ocurrencia de una explosión?

Para prevenir explosiones o limitar sus consecuencias, las Autoridades Educativas pueden tomar ciertas medidas estructurales.

- Identificar claramente los lugares donde existen productos inflamables y colocar señalización informativa de precaución.
- Asegurarse con un especialista si la ventilación del lugar es suficiente.
- De ser necesario, instalar detectores de gases inflamables.
- Colocar una lámina de seguridad en los vidrios del Centro Educativo, en caso de que una explosión externa podría ocurrir. Se puede también instalar vidrios de seguridad o de vidrio templado para evitar que su rotura provoque daños en los usuarios del establecimiento.
- Cumplir con las normas de prevención vigentes (Ordenanzas Municipales, Norma Ecuatoriana de la Construcción).

El buen manejo de los productos peligrosos o inflamables que se encuentren en los Centros Educativos es primordial para evitar explosiones. El Manual de Mantenimiento recurrente y preventivo de los espacios educativos y en la Guía de Gestión de Riesgos² se determinan procedimientos y acciones preventivas³ que deben ser ejecutadas para mantener en buen estado los lugares donde se almacenen productos peligrosos. El Cuerpo de Bomberos de su localidad podría asesorarlo para una evaluación inicial sobre la posibilidad de ocurrencia de una explosión.

Otros problemas que generan riesgos en la infraestructura educativa.

Entre las principales causas de accidentes frecuentes en los Centros Educativos se encuentra:

- Sitio de emplazamiento no adecuado.
- Mala calidad de los materiales
- Construcciones no ingenieriles, que no cumplen con los requisitos técnicos mínimos
- Falta de mantenimiento de los elementos estructurales, cuando estos pueden ser mantenidos.

Las características medio ambientales, propias de cada región del país, pueden obligar a que el mantenimiento de la infraestructura se deba realizar con mayor frecuencia. Por ejemplo, las estructuras metálicas en el borde costero son más propensas a corrosión, por lo que el recubrimiento de las mismas con pintura anticorrosiva debe realizarse continuamente.

El Manual de Mantenimiento recurrente y preventivo de los espacios educativos presenta una metodología para la revisión y mantenimiento de todos los componentes estructurales de la infraestructura educativa. Es de suma importancia aplicar lo estipulado en este manual para evitar accidentes, o reducir los impactos de amenazas naturales o antrópicas que podrían presentarse en los Centros Educativos del país.

¿Cómo Pueden afectar problemas estructurales en los Centros educativos?

En caso de problemas estructurales graves, la estabilidad de la infraestructura podría verse afectada. Por ende, la seguridad de los usuarios estaría comprometida. Este tipo de problemas necesitaría de sumas importantes de dinero para corregirlos, pero sería aún más costoso el afrontar un eventual accidente.

En caso de que sean problemas localizados, las principales consecuencias podrían afectar directamente a los usuarios, cuando un pedazo tumbado, por ejemplo, cayera sobre alguno de ellos. Este tipo de accidentes podrían también afectar al mobiliario y a los equipos informáticos de la Institución. Además, podrían dar origen a otro tipo de problemas como goteras, hundimientos o simplemente la afectación estética de las instalaciones.

² Consultar fichas orientadoras páginas 50 a 52. Y recomendaciones página 80.

³ Páginas 25 y 36

Los techos de las aulas evacuan las aguas lluvias hacia las plataformas de recreación que en muchos casos no tienen soluciones ingenieriles para captarla y desalojarla. La acumulación de agua en estas plataformas podría causar problemas a los contrapisos y estructuras metálicas existentes.

Los pozos sépticos que no han sido construidos técnicamente pueden generar infiltraciones hacia lugares no deseados, generadores de enfermedades o detonantes de fenómenos de remoción en masa. Los pozos sépticos ubicados en terrenos con pendientes deben ser construidos con mayor cuidado y su mantenimiento debe hacerse mensualmente.

En muchos casos, los volados de cubiertas no fueron construidos calculando el peso adicional generado por la caída de granizo o ceniza volcánica por lo que pueden colapsar. De igual manera, las cubiertas de fibrocemento pueden encontrarse deterioradas por las condiciones ambientales y pueden generar problemas.

¿Cómo podemos saber si en mi unidad educativa podrían existir problemas estructurales?

La revisión recurrente y preventiva es la mejor manera de verificar el estado de la infraestructura educativa. Esta consiste en recorrer regularmente la infraestructura en busca de pequeños indicios que podrían orientar sobre su estado. Es primordial verificar la existencia de fisuras o grietas en pisos, paredes, columnas, vigas y techos. En caso de que estas existieran, se podría saber que la edificación está en movimiento y que podría necesitar algún reforzamiento para evitar su colapso.

El Manual de Mantenimiento recurrente y Preventivo de los espacios educativos establece los procedimientos necesarios para verificar e identificar posibles problemas estructurales⁴. Al hablar de estructura, se trata de verificar cada uno de los componentes de las edificaciones, incluyendo vigas, columnas metálicas, instalaciones eléctricas, sanitarias, de gas u otras.

Si mi infraestructura educativa se encuentra en un terreno plano y extenso, y empiezan a manifestarse los signos premonitores de un deslizamiento (ver página 18), puede tratarse de:

- La infraestructura se encuentra emplazada en un tipo de material llamado “arcillas expansivas”,
- Falta capacidad portante del terreno, es decir que el suelo no resiste el peso de la estructura, por su calidad o porque se trata de un relleno mal ejecutado.
- La estructura de la edificación tiene problemas estructurales de diseño, construcción o de calidad y/o estado de los materiales.

Si la infraestructura se encuentra en un terreno plano, pero que a su alrededor existen terrenos con pendientes fuertes podría tratarse de un deslizamiento pero no se debe descartar la posibilidad de que existan problemas estructurales.

Los problemas estructurales más frecuentes pueden ser identificados o prevenidos cuando se detecte alguno de los siguientes indicios:

- Oxidación de perfiles metálicos (columnas y/o vigas), principalmente en sus bases.

⁴ Páginas 18 a 41, y metodología propuesta siguiendo tablas anexas

- Si el agua lluvia se acumula recurrentemente en las plataformas de recreación, lozas o patios, las bases de las columnas metálicas o los contrapisos podrían estar en mal estado.
- Si los canalones para captación y conducción de aguas lluvias se encuentran deteriorados, obstruidos, desconectados, desnivelados, incompletos o sin conexión a bajantes verticales el agua podría acumularse en lugares no debidos y generar problemas en los cimientos de la infraestructura o en las cubiertas.
- Si durante las revisiones recomendadas en el Manual de Mantenimiento Preventivo y Recurrente, se detecta que los volados de cubiertas se encuentran deformados por su propio peso estos necesitan ser intervenidos.
- Si las cubiertas de fibrocemento cambian de coloración y se vuelven frágiles, estas deben ser sustituidas.



Foto 26: Estructura oxidada de la cubierta de un coliseo en Argentina. Fuente: Diario Andino

¿Qué debo hacer en mi infraestructura educativa para evitar problemas estructurales?

Cuando se detecte la posible existencia de problemas estructurales, el personal de los Centros Educativos deberá tomar en cuenta las siguientes opciones:

- Si se trata de un deslizamiento, se debe reubicar la infraestructura expuesta a algún sitio fuera de peligro. Bajo ningún concepto se deberá reparar o reconstruir algún tipo de infraestructura educativo en este mismo sitio.
- Si se trata de “arcillas expansivas” se deberá realizar estudios de mecánica de suelos para que un especialista proponga las medidas necesarias;
- Si se trata de la falta de capacidad portante del terreno, se deberá coordinar con los técnicos del Ministerio de Educación para el diseño y ejecución de medidas de mejoramiento de suelo.
- Verificar que toda el agua que cae sobre las cubiertas sea evacuada correctamente, a través tuberías de PVC o canalones hasta los drenajes principales más cercanos. En caso que no exista una red de captación, conducción y desagüe, se deberá contratar especialistas para su diseño y construcción. Esta red podrá contar con cunetas, tuberías enterradas, canales, bajantes y cajas de revisión, según las necesidades.

- Si el Centro Educativo tiene estructuras con perfiles metálicos, es necesario controlar el estado al interior de los mismos. Con un martillo se puede golpear suavemente la estructura y si se escucha que caen pedazos de óxido o se forman pequeños huecos, los perfiles necesitan ser cambiados. En algunos casos, se podrá rellenarlos con mortero para evitar que el interior continúe el proceso de oxidación.
- Los Administradores de los Centros Educativos deberán reforzar los volados de cubiertas cuando estos se encuentren en mal estado, según el diseño y especificaciones de un especialista.
- Para las cubiertas de fibrocemento se debe averiguar la vida útil de los mismos. En caso de que se esté cerca o haya concluido su vida útil se deberá remplazarlos. Asesorarse con un especialista para instalar la cubierta adecuada, en función de las condiciones ambientales de la zona.
- Si se trata de problemas estructurales, se deberá coordinar con los técnicos del Ministerio de Educación para realizar las tareas de reforzamiento necesarias.

Según los problemas que se detecten, se deberá tomar las medidas correctivas necesarias. Cuando se identifique fisuras que se agrandan, fugas de agua recurrentes o hundimientos en el suelo se deberá coordinar con las Autoridades competentes para la inspección técnica de un experto.

El Manual de Mantenimiento Recurrente y Preventivo de los espacios educativos establece los procedimientos necesarios para mantener adecuadamente todos los componentes de la infraestructura escolar. Es de suma importancia aplicarlos rigurosamente y planificar los arreglos dentro de los Planes Operativos Anuales (POA).

BIBLIOGRAFIA

- Bonnard C. (1.995), Prise en compte des risques liés à l'instabilité des sols, C.E.R.G 95, Ginebra.
- COURS, Analyse et Gestion des Risques Géologiques (CERG, UniGE, Ginebra, Suiza, 1995).
- Course “Disaster Prediction and Warning Systems (Corea del Sur, 2.009)”.
- Estudio de Vulnerabilidad Sísmica MDMQ, 2.012.
- GUÍA PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS, Orientaciones para la Preparación y la Respuesta a Emergencias y Desastres, Ministerio de Educación del Ecuador, 2.013.
- GUIA PARA LA INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE RIESGO EN LA GESTION INTEGRAL DE NUEVOS PROYECTOS DE INFRAESTRUTURA. Ministerio Coordinador, de Seguridad interna y externa, Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos, PNUD Ecuador.
- Gachet G. Paul, INFORME GENERAL DE LOS PROBLEMAS COMUNES ENCONTRADOS EN LAS ESCUELAS ESTUDIADAS, 2012.
- L'eau et les risques de glissements de terrains; Christian Chapeau et Jean Louis Durville.
- Les éclatements de capacités, phénoménologie et modélisation des effets - Ω 15, INERIS 2.013.
- Mura (1.984), Glissements de terrain, Etude No 194, Univ. Grenoble.
- MANUAL DE MANENTENIMIENTO RECURRENTE Y PREVENTIVO DE LOS ESPACIOS EDUCATIVOS, Ministerio de Educación del Ecuador, 2.013.
- Ω 21 - Explosions de poussières - Phénoménologie et modélisation des effets, INERIS, 2.006.
- Parent (1.984), Géologie appliquée au Génie Civil, Fas. 2; Les mouvements de terrains superficiels, 1ra Edición.
- Rivera M (2.001), Consecuencias de los deslizamientos en el Ecuador, IV Jornadas en Ciencias de la Tierra, EPN, pp: 97-98.
- Rivera M, MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINACION DEL PELIGRO POR FENOMENOS DE INESTABILIDAD DE TERRENOS, 2.008.
- UVCE dans un dépôt de liquides inflammables, Groupe de Travail Dépôts Liquides inflammables, INERIS 2.007.