

La gestión del riesgo sísmico: recursos didácticos en internet

Seismic risk management: Internet educational resources

MARTA GONZÁLEZ DÍAZ

Institut Geològic de Catalunya. Balmes 209-211. Barcelona. E-mail: mgonzalez@igc.cat

Resumen La imposibilidad de predecir los terremotos, en la actualidad, hace que las únicas estrategias posibles para reducir sus efectos y protegernos de ellos sean a través de la prevención sísmica y de la preparación ante el desastre. Para conocer los posibles efectos que un terremoto puede producir en una región o en una localidad concreta es de utilidad, por parte de los gestores del riesgo, la realización de escenarios de daños sísmicos. En este artículo se describen dos páginas webs donde se realizan simulaciones de terremotos. Websismo (<http://www.websismo.csic.es/>) ofrece la posibilidad de trabajar con los efectos que produce un terremoto y cómo se distribuyen los daños en una zona concreta, y ¡Alto a los desastres! (<http://www.stopdisastersgame.org/es/home.html>) ofrece la posibilidad de diseñar y planificar un entorno seguro para la población.

Palabras clave: Prevención, gestión del riesgo sísmico, simulación de escenarios de daños, Internet, recursos didácticos.

Abstract *It is not possible to predict earthquakes currently so the only possible strategies to reduce their effects and to protect us from them are seismic prevention and disaster training. In order to understand the effects of an earthquake in a region or a particular place, it could be useful for risk managers to carry out damage scenarios simulations. This article describes two websites where earthquakes effects simulations are made. Websismo (<http://www.websismo.csic.es/>) offers the possibility of working with the earthquake's effects and how the damages are distributed in a particular area; Stop disasters! (<http://www.stopdisastersgame.org/es/home.html>) offers the possibility to design and plan a safe environment for the population.*

Keywords: *Prevention, seismic risk management, damage scenarios simulation, Internet, educational resource.*

INTRODUCCIÓN

La catástrofe sísmica producida por el terremoto de Haití del 12 de enero de 2010, de magnitud 7.0, que produjo más de 200.000 muertos, ha puesto de manifiesto, una vez más, el mal funcionamiento de las estructuras existentes. Esto ha ocurrido incluso en países con una importante actividad sísmica y, supuestamente, más preparados. Por ejemplo, el terremoto de l'Aquila (Italia) de abril de 2009 con magnitud 6.3 produjo más de 300 muertos (ver Pantosti, 2011), y el terremoto del 11 de marzo de 2011 en Japón, con magnitud 9.0 (Morales, 2011), provocó un tsunami y la mayor crisis nuclear de este siglo. A pesar de los esfuerzos realizados por investigadores de todo el mundo en el campo de la sismología, por ahora no es posible predecir cuándo y dónde se producirá un terremoto, ni qué magnitud alcanzará. Por

tanto, de momento, las únicas estrategias posibles para reducir sus efectos y protegernos de ellos son la **prevención sísmica** y la **preparación ante el desastre**. Para ello es necesario un buen conocimiento del fenómeno sísmico, de dónde se pueden producir y qué magnitud máxima puede alcanzar.

La **prevención sísmica** consiste en la reducción de los daños que un terremoto puede causar en una región determinada. Ésta se realiza fundamentalmente mediante una buena construcción de los edificios, aplicando las normas de construcción sismorresistentes, que son códigos de construcción adecuados a la peligrosidad sísmica de una zona. De esta forma, se puede conseguir que los edificios soporten el terremoto. También, se realiza mediante la planificación del territorio, ya que conocidos los lugares donde se encuentran las fuentes sísmicas se

puede evitar el desarrollo de las poblaciones alrededor de determinadas áreas.

La **preparación ante el desastre** se lleva a cabo en dos frentes. Por una parte, se desarrollan planes de emergencia por parte de los organismos encargados de protección civil. Por otra, se prepara a la población frente al terremoto. Para lograr este objetivo es necesario dar a conocer la peligrosidad de la zona donde viven y saber cómo comportarse en el caso que suceda (antes, durante y después de un terremoto) a través de las consignas de autoprotección y conocer la existencia de los planes de emergencia de la región.

En este artículo se describen algunos recursos existentes en Internet sobre el fenómeno sísmico y sobre como diseñar y planificar un entorno seguro para la población.

SIMULACIÓN DE UN TERREMOTO

Para conocer los posibles efectos que un terremoto puede producir en una región o localidad concreta puede ser de utilidad, por parte de los gestores del riesgo, la realización de escenarios de daños sísmicos. Estos escenarios se llevan a cabo combinando los estudios de peligrosidad y vulnerabilidad de una zona concreta (González y Mases, 2003). Los resultados tienen dos utilidades principales: antes del sismo, como herramienta para desarrollar políticas de prevención ante desastres sísmicos y después del sismo, en la fase de emergencia, como herramientas de distribución de la información sobre los posibles daños que podría haber causado el terremoto. Estos análisis aportan datos referentes a la estimación del daño en los edificios (edificios inhabitables, edificios colapsados, etc.), del daño a la población (personas sin hogar, heridos de carácter leve, de carácter grave, víctimas mortales, etc.) y de las posibles pérdidas económicas.

En esta línea se presentan como recursos didácticos dos páginas webs: Websismo y iAlto a los desastres! La primera ofrece información sobre el fenómeno y cómo se distribuyen los daños que produce un terremoto sobre los diferentes elementos en riesgo y la segunda está orientada a la gestión del riesgo. Como complemento a estos recursos se presenta, en este mismo volumen, la web Oikos de Cortés *et. al.* (2011) que contiene una herramienta de simulación que permite conocer los efectos de los terremotos sobre diferentes elementos en riesgo realizando variaciones de los diferentes parámetros del terremoto (magnitud, frecuencia, distancia al epicentro, tipo de suelo y tipo de edificio).

EFFECTOS Y DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS

Websismo (<http://www.websismo.csic.es/>) es una web financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia, y coordinada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Forma parte de las Acciones Complementarias realizadas en el marco del Programa Nacional Fomento de la cultura científica y tecnológica (Orden ECI/1305/2005 de 20 de abril, BOE de 15 de julio de 2005). Esta web ofrece información de tipo divulgativa (qué es un terremoto, dónde se producen, qué efectos produce sobre los diferentes elementos en riesgo, vulnerabilidad, ¿se pueden predecir los terremotos?, etc.); y de tipo técnica, como la Normativa de construcción sismorresistente (NCSE-02) o la Guía Técnica de Microzonación Sísmica para diferentes municipios, consignas de autoprotección y links de interés. Todo ello acompañado por esquemas explicativos y animaciones (Fig.1).

Una de las herramientas más atractivas de la web es la realización de simulaciones de escenarios de daños en una zona costera. Se pueden realizar



Fig. 1. Página principal de Websismo.



Fig. 2. Pantalla con los distintos escenarios: a) antes del terremoto, b) simulación de un terremoto mediano y cercano, c) simulación de un terremoto grande y cercano, d) simulación de un terremoto muy grande y lejano.

con tres tipos de escenarios: un terremoto mediano y muy cercano, uno grande y cercano y, por último, un terremoto muy grande y lejano (Fig. 2).

Una de las prácticas que se propone realizar, una vez realizadas las tres simulaciones, es poner en común los efectos que produce cada uno de los escenarios sobre los elementos expuestos, es decir, sobre las viviendas, la presa, el terreno, etc. y qué pasa en la zona costera, etc. Se propone realizar un listado, en forma de ficha (Tabla I), de cómo se ha comportado cada uno de los elementos, si se han producido efectos inducidos por la sacudida sísmica (ver Delgado, 2011; en este mismo volumen) y efectos indirectos, etc.

La web está diseñada para que al pasar el cursor por cada elemento en riesgo se desplieguen unos textos con descripciones de los edificios y de cuál ha sido su comportamiento ante el sismo. La figura 3 muestra la simulación de un terremoto mediano y muy cercano. El ejemplo muestra, por una parte, dos tipos de edificaciones de vulnerabilidades diferentes: las casas con estructura de obra de fábrica (ladrillo) que han colapsado y edificios de hormigón que han sufrido daños ligeros. Para profundizar en la vulnerabilidad se propone consultar el artículo de González y Mases (2003).

Y, por la otra, indica que un edificio ha basculado debido a que el terreno ha sufrido licuefacción (para más detalles se puede consultar el artículo de Delgado, 2011).

Una vez completada la tabla se puede organizar un debate, planteando diferentes preguntas:

- ¿Qué escenario es el más destructor? ¿Por qué?
- ¿Qué escenarios producen efectos inducidos? ¿De qué tipo?
- ¿Qué escenarios producen efectos indirectos? ¿Cuáles?
- ¿Qué diferencias encuentras entre un terremoto cercano y lejano?
- ¿Qué tipos de edificaciones son las más vulnerables?
- ¿Se han comportado bien los edificios de especial importancia? ¿y las líneas vitales?
- ¿Cómo influye la distancia del terremoto en la distribución de los daños observados?

GESTIÓN DEL RIESGO

¡Alto a los desastres! (<http://www.stopdisastersgame.org/es/home.html>) es un juego de simu-

		Efectos producidos por los diferentes Terremotos		
		Terremoto mediano y cercano	Terremoto grande y cercano	Terremoto muy grande y lejano
Elementos expuestos	Efectos inducidos			
	Efectos indirectos			
	La catapulta			
	Los dinosaurios de piedra			
	El estanque			
	El tablero de ajedrez			
	Edificio reciente			
	Iglesia			
	Museo			
	Antena			
	Industria			
	Presa			
	Depósito de agua			
	Vías de tren			
	Estación de tren			
	Rascacielos			
	Hospital			
	Centro de I+D			
	Ayuntamiento			
	Casas de ladrillo			
Boques de hormigón				
Velero				
Casa de campo				
Otras...				

Tabla 1. Ficha para comparar los efectos producidos por cada escenario.

lación creado por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) de las Naciones Unidas, cuyo objetivo es aprender cómo realizar una buena gestión del riesgo en una zona expuesta a una catástrofe natural. Cómo se ha comentado en la introducción, la imposibilidad de predecir los terremotos es un factor que contribuye enormemente a aumentar los daños provocados por estos fe-

nómenos. Así, la única medida existente para hacer frente a estos fenómenos es a través de un sistema de gestión del riesgo adecuado, compuesto por la prevención, la mitigación, la emergencia y la reconstrucción.

¡Alto a los desastres! contempla 5 fenómenos: terremotos, tsunamis, inundaciones, incendios forestales y huracanes, aunque por la temática de este

Fig. 3. Escenario de un terremoto mediano y muy cercano. Al pasar el cursor por los edificios nos indica cual ha sido su comportamiento.

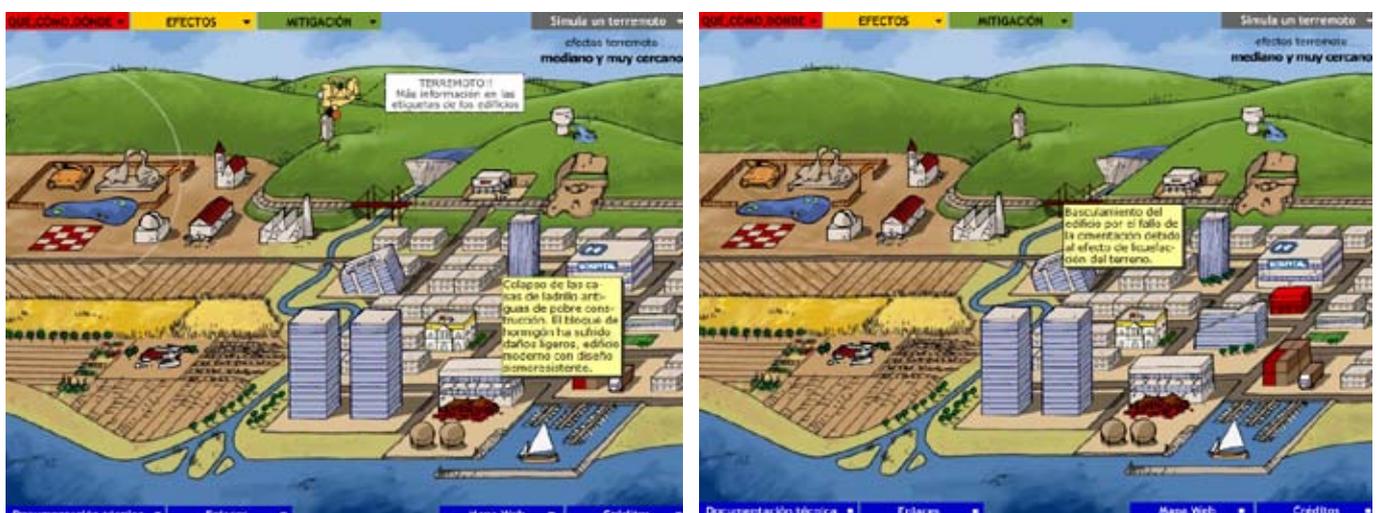




Fig. 4. Página de inicio del juego ¡Alto a los desastres! para terremotos.

monográfico, este artículo se centrará en los terremotos (Fig. 4).

El objetivo de la simulación es salvar vidas. El juego se desarrolla en una zona turística, donde hay que dar alojamiento a un determinado número de personas (en función del nivel de dificultad escogido el número varía), y hay que construir diferentes edificios esenciales (hospitales y escuelas) y otros edificios de uso residencial, para aumentar el turismo de la zona. Como gestor del territorio, el jugador, tiene que pensar la mejor estrategia a seguir para proteger de un posible terremoto a las personas y a sus bienes. Se puede optar entre distintos tipos de construcciones (edificios de hormigón, de madera, etc.), realización de mejoras en las edificaciones, para mejorar su comportamiento sísmico. Para ello el jugador tiene que identificar qué mejora es la más adecuada para el tipo de construcción escogido. También se pueden implantar distintas obras de defensa. La finalidad del juego es escoger las mejores opciones e intentar salvar el mayor número posible de vidas y reducir las pérdidas económicas. Con este objetivo se propone explicar previamente los componentes que forman parte de un sistema eficiente de gestión del riesgo (prevención, mitigación, emergencia y reconstrucción).

La **prevención** incluye todo el conjunto de medidas y actividades puestas en práctica para evitar el impacto perjudicial de los fenómenos potencialmente peligrosos. Cuando técnica o económicamente no resulta posible evitar dicho

impacto, debe acudirse a la adopción de soluciones que minimicen los efectos adversos, en su cuantía o extensión. Las medidas a adoptar pueden ser:

i. Medidas estructurales

- a. Actuaciones específicas

ii. Medidas no estructurales

- b. Planes de evacuación y respuesta
- c. Sistemas de alerta
- d. Simulacros
- e. Formación de personal de emergencias

La **mitigación** es el conjunto de medidas realizadas para aminorar o eliminar el impacto de las amenazas naturales mediante la reducción de la vulnerabilidad del contexto social, funcional o físico. Ésta puede realizarse mediante medidas estructurales y no estructurales con el objetivo de limitar el impacto adverso de las amenazas naturales y tecnológicas. La mitigación es el resultado de una decisión política y social en relación con un nivel de riesgo aceptable, obtenido del análisis del mismo y teniendo en cuenta que dicho riesgo es imposible de reducir totalmente. Las medidas a adoptar pueden ser:

iii. Medidas estructurales

1. Normas constructivas/códigos de construcción
2. Defensas activas permanentes
3. Defensas activas temporales
4. Defensas pasivas permanentes
5. Defensas pasivas temporales

iv. Medidas no estructurales

1. Normativa
2. Planes de ordenación del territorio
3. Mapas multiprevisión
4. Medidas legislativas
5. Medidas económicas
6. Cartografía de riesgos
 - (A) cartografía de riesgos individuales
 - (B) cartografía de riesgo combinado y/o multirisgo
7. Medidas informativas y educativas

La **emergencia** es una situación fuera de control que se presenta por el impacto de un desastre. Afecta al funcionamiento cotidiano de una comunidad, pudiendo generar víctimas o daños materiales, afectando la estructura social y económica de la comunidad involucrada y que pueda ser atendido eficazmente con los recursos propios de los organismos de atención primaria o de emergencias de la localidad.

La **reconstrucción** se realiza reparando las infraestructuras y servicios.

En ¡Alto a los desastres! aparecen los distintos componentes del sistema de gestión del ries-



go en forma de mejoras en las edificaciones, mediante construcciones adecuadas, cursos con las consignas de autoprotección a los residentes y turistas, realización de simulacros, implantación de sistemas de alerta temprana, etc. El objetivo es utilizarlos de la mejor forma posible para salvar vidas. Por ejemplo, el juego premia los planes preventivos de educación a la población así como la realización de simulacros (en las escuelas, a los residentes y turistas) o la instalación de Sistemas de alerta temprana, entre otros. También premia la realización de mapas de peligrosidad así como la implantación de instrumentación sísmica (Fig. 5). La partida termina en la fase de emergencia, es decir, en el momento que ocurre la catástrofe. Posteriormente se hace la cuantificación de las pérdidas tanto personales como económicas e invita a la reflexión sobre si la gestión se ha realizado de forma correcta o no, y de cómo mejorarla.

Con el objetivo de reflexionar sobre las diferentes medidas a adoptar en la gestión de los diferentes riesgos naturales que propone el juego se ha preparado una plantilla que ayude a ordenar y discutir los distintos componentes que aparecen en los distintos escenarios (Tabla II).

CONCLUSIONES

Se presentan las webs Websismo e iAlto a los desastres! como herramientas de gran utilidad para entender los diferentes componentes del riesgo y de su gestión. Estas dos páginas webs constituyen un interesante recurso educativo para que el alumnado aprenda que las únicas estrategias posibles para reducir los efectos que producen los terremotos y protegernos de ellos son a través de la prevención sísmica y la preparación ante el desastre, ya que actualmente la predicción de los terremotos no es posible. El alumno podrá comprender que el ser humano dispone de la capacidad científica y tecnológica para evitar que los fenómenos naturales se conviertan en catástrofes.

BIBLIOGRAFÍA

iAlto desastres! <http://www.stopdisastersgame.org/es/home.html>
 Delgado, J. (2011). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19,3, xxx
 Cortés Gracia, A.L., Calvo Hernández, J.M., Martínez

Fig. 5. Distintas medidas de gestión del riesgo: a) sistemas de radio, sistemas de alerta local, etc., b) evacuación, c) mapa de riesgo, d) instalación de instrumentación sísmica.

Tabla II. Plantilla ¡Alto a los desastres! Con la propuesta de actividad.

Cada grupo deberá escoger un escenario diferente.
 Nota: Para familiarizarse con el juego es mejor jugar un par de veces antes de hacer la práctica. La diferencia de niveles depende del tiempo que te dan para resolverla, así es mejor escoger en la primera fase el nivel difícil.

Marca con una cruz el sitio y el nivel escogido.

Sitio	Nivel
Tsunami	Fácil – Intermedio - Difícil
Terremoto	Fácil – Intermedio - Difícil
Ciclón	Fácil – Intermedio - Difícil
Incendio forestal	Fácil – Intermedio - Difícil
Inundación	Fácil – Intermedio - Difícil

1 ¡Juega!

2 De todos los componentes del sistema de gestión de riesgos ¿Puedes indicar cuáles aparecen en el juego?

Componentes del sistema de gestión de riesgos		Descripción
a)	Prevención	
b)	Mitigación	
c)	Emergencia	
d)	Reconstrucción	

Nota: Se propone que en una pizarra el profesor anote para cada riesgo los componentes que aparecen.

3 ¿Qué diferencias encuentras en la gestión de los diferentes riesgos?

4 ¿Qué puntuación has obtenido?

5 Aciertos / Equivocaciones

¿En qué piensas que has acertado a la hora de gestionar el riesgo?
 ¿En qué piensas que te has podido equivocar a la hora de gestionar el riesgo?

Peña, B. y Gil Quílez, M.J. (2011). Simulación de las consecuencias de los terremotos a través del entorno web oikos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.3, xxx

González, M. y Mases, M. (2003). Riesgo sísmico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 11.1, 44-53.

Morales, J. (2011). Terremoto Japón..... *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.3, xxx

NCSE-02. Norma de construcción sismorresistente. <http://www.websismo.csic.es/pdfs/Normaconstruccion-NCSE02BOE.pdf>

Websismo. <http://www.websismo.csic.es> ■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 16 de junio de 2011 y aceptado definitivamente para su publicación el 21 de julio de 2011.