

Los riesgos geológicos en la Ordenación Territorial

X. FONT*, J. SERRA**, y V. PINTO*

* Dpt. de Geoquímica, Petrologia i Prospecció. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona.

** Dpt. de Estratigrafia i Paleontologia. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona.

ABSTRACT

There are wide areas of the planet where the incidence of natural catastrophes is very high, particularly in areas with high population density or where areas under natural risks are occupied. Most of these areas belong to a clear tectonic setting.

In addition, public awareness on these natural catastrophic phenomenon acquires nowadays an additional dimension due to the important role of mass media. Mass media informs immediately all over the world on these catastrophes, for example, the big earthquakes (Mexico, California, Japan), landslides, floods, eruptions, hurricanes, etc.

These geological phenomena are caused by the normal processes within the earth's crust, which have social and economic consequences. These processes have shaped our planet, with more or less dramatic consequences depending on their speed and intensity.

Catastrophic events are gauged by their environmental effects, mainly on the biosphere. Socioeconomic disasters have also augmented, as the increase and concentration of population have increased the risk on populated areas.

Finally, the necessity of preventive measures is clear on global risks, such as the effects of global warming of those resulting from the management of water resources.

RESUMEN

Existen amplias zonas del planeta en las que la incidencia de catástrofes naturales es muy elevada, especialmente en áreas con altas densidades de población y ocupación de espacios sometidos a riesgos naturales, la mayoría de los cuales tienen una filiación geológica clara.

Por otra parte, la concienciación pública sobre estos fenómenos catastróficos naturales adquiere en la actualidad una dimensión añadida debido al papel preponderante desempeñado por los medios de comunicación, que muestran a todo el mundo, en cuestión de minutos, los efectos de estas catástrofes. Los ejemplos de los últimos grandes terremotos (Méjico, California y Japón), avalanchas, inundaciones, erupciones volcánicas, huracanes, etc., están presentes en la mente de todos.

Estos ejemplos son bastante significativos de la importancia de estos fenómenos geológicos, que tienen su origen en el normal funcionamiento de la corteza terrestre, y que dan lugar a consecuencias catastróficas tanto por su impacto social como económico.

Los procesos geológicos son fenómenos naturales que han configurado nuestro planeta desde su origen, con consecuencias más o menos drásticas según la rapidez o intensidad con que se manifiestan.

La consideración de eventos catastróficos está en función de los efectos sobre el medio, principalmente a la biosfera. Los impactos socioeconómicos también han aumentado con el tiempo, ya que el crecimiento y concentración de la población aumentan el riesgo o probabilidad de que resulten afectados.

Finalmente, en los que podemos considerar como riesgos de carácter global, tales como el cambio climático o los efectos de la regulación de las cuencas hidrográficas, parece que se hace más patente la necesidad de estrategias de tipo preventivo.

1. INTRODUCCIÓN.

Estos últimos años es casi constante la presencia de noticias sobre grandes catástrofes naturales en los medios de comunicación, estos fenómenos, al menos los más espectaculares, son actualidad, a veces triste actualidad, tanto en la prensa, como en la radio y televisión. Así, en Octubre del año 1994 las avenidas catastróficas de los ríos Besós y Francolí, con inundaciones que afectaron diversas poblaciones de sus cuencas; o el terremoto de Hanshin-Awaji del 17 de enero de 1995 destruyó una gran parte de la ciudad de Kobe con un balance de 5500 muertos, más de 35000 heridos y elevadas pérdidas materiales.

Estos ejemplos son sólo una muestra aunque bastante significativa, de la importancia de estos fenómenos naturales que tienen consecuencias catastróficas tanto por su impacto social como económico. Gran parte de estos fenómenos catastróficos tiene su origen en los procesos geológicos derivados de la estructura y dinámica de la corteza terrestre.

En conjunto, los procesos geológicos son fenómenos naturales que han configurado nuestro planeta desde su origen, con consecuencias más o menos drásticas según la rapidez o intensidad con que se manifiestan. La consideración de eventos catastróficos está en función de los efectos sobre el medio, principalmente hacia la biosfera, y con mayor grado si afectan directamente a la población humana y su entorno más inmediato.

En la actualidad existe una mayor concienciación sobre los fenómenos catastróficos naturales debido al papel preponderante desempeñado por los medios de comunicación, que muestran a todo el mundo, en cuestión de minutos, los efectos de estas catástrofes. La frecuente aparición de noticias de tipo catastrófico en los medios de comunicación, podría inducir erróneamente a creer en un aumento de estos sucesos.

La realidad se impone dramáticamente, y la explicación está en el espectacular crecimiento demográfico que ha sufrido el planeta estas últimas décadas, que ha llevado asociado la ocupación de grandes áreas sometidas a riesgos naturales de todo tipo, todo lo cual se traduce en una mayor probabilidad de afección sobre la población residente y con mayores daños materiales; y no a un aumento en la atención por parte de los medios de comunicación a estos fenómenos naturales.

Es decir, el aumento de catástrofes naturales registrado estos últimos años tan sólo obedece al efecto del

crecimiento demográfico de estas últimas décadas, con lo cual se han ocupado zonas sometidas a riesgos geológicos que antes no estaban ni frecuentadas ni habitadas, y no a una mayor frecuencia en la manifestación de catástrofes naturales.

Los impactos socioeconómicos también se han modificado con el tiempo, siendo progresivamente mayores por cuanto el crecimiento y concentración de la población aumentan el riesgo o probabilidad de que resulten afectados. Así mismo, el incremento de la intervención del hombre en el control y modificación de la naturaleza también ha evolucionado de forma radical. Los ejemplos de estos tipos de intervención son cada día más numerosos (obras de control del riesgo de erosión costera, de avenidas, etc), aunque a veces los resultados no siempre han sido los esperados debido a los efectos de sinergia con otros procesos, dando lugar a situaciones de mayor riesgo que las que se pretendía corregir. Uno de los ejemplos más característicos es el de los embalses de regulación, a partir de los cuales se han producido graves desequilibrios en el balance de sedimentos de los cursos bajos de los ríos y del litoral de influencia, por ejemplo el caso de la presa de Asuan.

Dado que la mayor parte de riesgos geológicos obedecen exclusivamente a fenómenos naturales, frente a los cuales el papel del hombre es puramente pasivo, su mayor aportación a este campo, es un mejor conocimiento de los procesos desencadenantes, del grado de afectación y los métodos de prevención más eficaces.

Por otra parte, en temas como el cambio climático y su impacto a nivel global, los efectos de la regulación de las cuencas hidrográficas, la sobreexplotación de recursos, en los que la participación del hombre, ya sea directa o indirectamente, es muy elevada, se hace más patente la necesidad de una actuación de tipo preventivo.

2. CONCEPTO DE RIESGO GEOLÓGICO.

Se entiende como proceso geológico cualquier fenómeno natural que produzca cambios en los materiales de la corteza terrestre o en las formas que estos adoptan. Los cambios pueden ser desde modificaciones físico-químicas, hasta movilizaciones y transporte de los materiales.

El funcionamiento habitual de la mayoría de procesos geológicos tiene lugar de forma gradual, con tasas de liberación de energía que generalmente no presentan

graves problemas para los seres humanos. A pesar de lo cual, en determinados momentos y en ciertos lugares se producen fases paroxísmicas durante las cuales la magnitud del proceso es superior a la habitual (cantidad de energía liberada, masas implicadas en el proceso, extensión de territorio implicado, etc.) provocando situaciones de peligro para los hombres, sus obras o sus actividades. Estas fases paroxísmicas, a pesar de no ser demasiado frecuentes, son una característica casi constante de los sistemas geológicos naturales y del funcionamiento de los diferentes procesos que en ellos se desarrollan (Cendrero, 1980).

De acuerdo con la definición de riesgo geológico formulada por el U.S. Geological Survey (1977), se aplica este término en sentido amplio a cualquier condición geológica, proceso o suceso potencial que suponga una amenaza para la salud, seguridad o bienestar de un grupo de ciudadanos o para las funciones o economía de una comunidad o entidad gubernamental.

Destacan en esta definición la interferencia que existe entre los fenómenos o procesos geológicos y el uso que el hombre hace del medio natural, por tanto, en la misma también tienen cabida la mayoría de procesos geodinámicos activos. Sólo se consideran riesgos geológicos en sentido estricto aquellos que por su carácter extraordinario pueden producir importantes pérdidas económicas (se ha calculado que las pérdidas anuales por estos riesgos representan entre el 0.5 y el 1 % del PIB de España) y también se saldan con importantes pérdidas en vidas humanas (4 millones y medio de muertes y más de 200 millones de afectados en todo el mundo durante el período 1900-1970, según datos de la Cruz Roja Internacional).

Peligrosidad y Riesgo

Al hablar de riesgos geológicos se ha de diferenciar entre el hecho que el fenómeno se produzca y los daños que éste pueda provocar, es decir, diferenciar entre la peligrosidad y el riesgo propiamente dicho.

El concepto de peligrosidad hace referencia a la probabilidad de ocurrencia, en un período de tiempo determinado y en un área específica, de un fenómeno potencialmente destructivo. Mientras que el término riesgo tiene en cuenta el posible efecto que este fenómeno se espera que tenga respecto a la población y/o a los bienes materiales.

Así de acuerdo con Scandone (1981) se puede definir el concepto de riesgo en un punto del espacio y en un momento determinado como el producto de la probabilidad de ocurrencia de un proceso geológico o de un suceso (peligrosidad) por el valor del daño producido y se expresa como:

$$Ri \text{ (riesgo)} = Pi \text{ (probabilidad)} \times Di \text{ (daño)}$$

El término de probabilidad de ocurrencia incluye la ciclicidad, el cálculo del período de retorno y también la magnitud e intensidad. En el término del daño están incluidas las condiciones geográficas y socioeconómicas del área. Así, el concepto de riesgo incluye la valoración del daño o pérdidas socioeconómicas en términos económicos.

A partir de valoraciones de tipo socioeconómico realizadas por el IGME (1988), se ha calculado que el riesgo geológico con una mayor incidencia en España, en la hipótesis de riesgo máximo, es el de las inundaciones o avenidas, seguido de cerca por los terremotos. En la distribución por comunidades autónomas se observa que las más afectadas corresponden a las del litoral mediterráneo (Valencia, Andalucía, Catalunya,...), debido especialmente a la elevada frecuencia de las inundaciones y terremotos. En este mismo estudio también se valoran las pérdidas totales por riesgos geológicos esperables en España en el período 1986-2016, que se elevan a 8 billones de pesetas.

3. PRINCIPALES RIESGOS GEOLÓGICOS.

En un primer nivel, se pueden clasificar los riesgos geológicos en aquellos que tienen un origen interno y los de origen externo. Esta clasificación no tiene en cuenta la posible intervención del hombre en la génesis o desencadenamiento del proceso geológico, y dado que el estudio de los riesgos geológicos sólo tiene interés en un contexto de afectación antrópica, es por esto más correcto utilizar la clasificación que divide los riesgos geológicos en: naturales, inducidos y mixtos (IGME, 1988).

Riesgos naturales: son aquellos en los que la intervención del hombre en la génesis, desarrollo y amplificación del proceso geológico que lo produce es nula o puede considerarse como prácticamente no significativa. Como por ejemplo, una erupción volcánica o un colapso en una zona cársica. Se pueden considerar dentro de este grupo: erupciones volcánicas, terremotos y tsunamis, movi-

mientos de ladera, avalanchas y aludes, colapsos y hundimientos, inundaciones, avance de dunas y otros.

Riesgos inducidos: son aquellos en que el hombre altera el equilibrio natural del medio desencadenando procesos, cuyo resultado escapa de su control o son de corrección muy difícil, como por ejemplo la contaminación de las aguas subterráneas y de los suelos, la sismicidad inducida por el llenado o vaciado de un embalse, infraestructuras viarias, etc.

Otros riesgos a considerar dentro de este grupo son: contaminación de las aguas, salinización y contaminación de suelos, subsidencia por explotación de recursos, rotura de presas, agotamiento de los recursos, y la mayoría de riesgos geotécnicos.

Riesgos mixtos: son aquellos en que el hombre juega un papel de amplificación de un proceso que se produce de forma natural pero a un ritmo mucho más lento, como sucede por ejemplo en el caso de la erosión por pérdida de la cubierta vegetal y del horizonte edáfico. Otros riesgos de este tipo son: erosión continental, erosión-sedimentación litoral, radioactividad, subsidencia por extracción de hidrocarburos, etc.

4. IMPLICACIONES SOCIOECONÓMICAS DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS.

Hoy en día existe la creencia errónea que, dada la naturaleza altamente sofisticada de la tecnología actual parece que el hombre debería ejercer un control total sobre las fuerzas que desencadenan las catástrofes naturales. Este sentimiento que los avances tecnológicos bastan para superar cualquier riesgo natural, es lo que se ha denominado actitud tecnocéntrica o antropocéntrica en sentido amplio. Como consecuencia de esta sensación, los afectados por grandes catástrofes de origen natural tienen reacciones de desespero e incredulidad respecto a lo que les ha sucedido en los momentos posteriores al desastre.

También se ha apuntado que la causa del aumento de catástrofes naturales que se ha registrado en los últimos años obedece al efecto de una mayor atención de cualquier noticia por parte de los medios de comunicación, lo cual induciría erróneamente a creer en un aumento de estos sucesos. La realidad se impone dramáticamente, debido al espectacular crecimiento demográfico de estas últimas décadas y a que ha tenido como consecuencia la ocupación de zonas sometidas a riesgos geológicos que antes no se ocupaban, todo lo cual se traduce en una ma-

yor probabilidad de afección sobre la población residente y a mayores daños materiales.

Debe tenerse en cuenta cuando se analizan los efectos socioeconómicos de una catástrofe natural, que a pesar de las enormes pérdidas humanas y económicas que comportan, estas catástrofes que han asolado de forma periódica diversas regiones de la Tierra, no han hecho o han hecho muy raramente modificar las costumbres, hábitos o emplazamientos de las poblaciones que las sufrieron. Los alrededores del Vesubio, Etna y Estromboli nunca han dejado de estar habitados y cultivados. De la misma forma, las ciudades totalmente arrasadas por los terremotos, como Beirut, San Francisco o incluso Olot, siempre se han reconstruido en el mismo emplazamiento, aunque éste sea particularmente desfavorable o propenso a ser afectado por las catástrofes naturales.

El ejemplo más curioso de insistencia en este sentido es el que describe Allegre (1987) en la antigua ciudad de Antioquia, que corresponde a la actual ciudad turca de Antakya. Destruída el año 115 de nuestra era por un terremoto, es reconstruida y arrasada por otros terremotos en los años 340, 390 y 396. En septiembre del 459 es una importante y floreciente ciudad cuando es afectada por un intenso terremoto que produce 100.000 muertos.

¿Hace esto modificar el emplazamiento de la ciudad?, en absoluto, Antioquia es reconstruida y destruida periódicamente por los sismos de los años 526, 528, 581, 588, 713, 859, 972, 1404, 1872 (2.000 muertos). Poco a poco la ciudad ha ido perdiendo su importancia (actualmente es un pequeño pueblo de sólo unos 2.000 habitantes), pero se han necesitado más de 1.000 años para llegar a este resultado.

Esta extraordinaria actividad sísmica de la antigua ciudad de Antioquia se comprende si se piensa que la ciudad está construida sobre la fractura norte-sur que va desde el Sinaí hasta a Turquía, falla en dirección senestra que obedece a los esfuerzos del choque de las grandes placas africana y euroasiática y que implica importantes ajustes en las placas arábiga y greco-turca, y que son las responsables de esta elevada inestabilidad sísmica concretamente en esta ciudad.

5. PREDICCIÓN Y PREVENCIÓN.

Uno de los objetivos más perseguidos durante toda la historia de la humanidad ha sido la predicción de las grandes catástrofes geológicas, como terremotos y erup-

ciones volcánicas. La predicción, tal como se entiende de forma habitual, tendría que poder responder con precisión al "cuándo, dónde y como" se producirá un determinado proceso, es decir, dar indicaciones fiables del lugar, tiempo y tamaño o intensidad del fenómeno, para poder salvar el mayor número de vidas mediante una rápida evacuación de los habitantes de las zonas peligrosas.

Actualmente, la predicción se centra sobre un suceso determinado y tiende a identificar, con la máxima antelación posible, su localización y el momento o mejor, el intervalo de tiempo dentro del cual éste se producirá. Hasta el presente, este objetivo está lejos de conseguirse y los avances en esta dirección son escasos.

Además, según se ha determinado a partir de modelos económicos, la predicción en sí, daría lugar a mayores pérdidas ocasionadas por la evacuación posterior al anuncio de la inminencia del evento. Estimaciones realizadas sobre el número de muertos que se hubieran producido en el terremoto de Ciudad de México, si se hubiera avisado a la población con un día o dos de antelación, duplicaban o triplicaban a los que realmente se produjeron.

Por tanto, en la mayoría de riesgos geológicos se ha de considerar la importancia que tiene la prevención como sistema estratégico hacia el cual se han de dirigir los esfuerzos de la investigación en este campo y el de aplicación de sus resultados. La prevención del riesgo tiene por finalidad evitar los daños que puede producir éste, en lugar de intentar evitar el suceso en sí mismo.

Uno de los instrumentos de prevención de riesgos geológicos más ampliamente utilizados y en especial cuando la magnitud e intensidad son muy elevados o se presenta de forma generalizada en áreas muy extensas, es la realización de cartografías de riesgo. Estas permiten una selección racional de los emplazamientos para realizar las diferentes actividades con los mínimos costos económicos y sociales debidos al riesgo. En otras ocasiones es posible la adopción de medidas de protección para las actividades humanas como la construcción de obras de infraestructura de protección.

Todo y lo expresado anteriormente, se admite como contrapartida que las grandes catástrofes tienen casi siempre un aspecto positivo a medio o largo plazo, que va desde el progreso tecnológico que impulsa la propia prevención, o la obligada renovación de lo destruido, hasta al periódico enriquecimiento en nutrientes de los suelos agrícolas.

6. METODOLOGÍA DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS.

La prevención de riesgos geológicos, ya que la predicción de la mayoría de ellos está muy poco desarrollada y a corto plazo no se esperan avances significativos en este campo, es la estrategia que mejor se adapta para la posible corrección o mitigación de sus efectos. La metodología de prevención de los riesgos geológicos es idéntica cualquiera que sea el riesgo considerado y debería contemplar los siguientes aspectos generales (Araña y Ortiz, 1984; Claver Farias, 1984):

a) el establecimiento del ambiente geodinámico o geológico del riesgo, es decir enmarcar el riesgo geológico en un contexto global, ya sea a nivel de corteza, a nivel de grandes unidades geológicas, o a nivel regional.

Debe tenerse en cuenta que mientras se den las condiciones geológicas generales que han provocado o han dado lugar a la aparición de un determinado riesgo geológico en un área concreta, éste puede volver a repetirse en el tiempo, y por tanto no se puede considerar que haya dejado de ser activo. El ejemplo más ilustrativo es el de un volcán que se consideraba apagado o dormido como era el caso de El Chichón en Centroamérica, pero el mecanismo de borde de placa activa que dió lugar a la formación del volcán aún era funcional, y por tanto, volvió a activarse produciéndose la terrible erupción del año 1982.

b) el análisis de la historia evolutiva del riesgo basado en descifrar la evolución de un riesgo determinado en base a un análisis histórico o a partir del propio funcionamiento del proceso geológico en anteriores ocasiones.

c) el análisis del entorno geológico detallado de la zona de riesgo, teniendo en cuenta todas las características del entorno geológico y geomorfológico actuales, dando especial énfasis a todos los procesos asociados al mecanismo principal del riesgo.

d) el tratamiento de los datos mediante métodos estadísticos, aplicación de modelos y técnicas de simulación. También la aplicación de métodos de la Economía tradicional para diferenciar entre la peligrosidad y el riesgo inherente a cada tipo de situación.

Como se puede apreciar en este esquema metodológico para el tratamiento de los riesgos geológicos, los análisis estadísticos tienen gran importancia en el momento de establecer estrategias preventivas, a pesar de ello, los resultados derivados de estos tratamientos deben enmarcar-

se en su justa medida. Es decir, en muchos casos se han de considerar como valores y resultados de carácter orientativo. Es evidente que la probabilidad de ocurrencia de una determinada avenida, es la misma el año que sucede que la del año siguiente o el anterior. De hecho en Houston (Texas, USA), según citan Costa y Baker (1981), el año 1979 se repitió 3 veces en un año la avenida de magnitud esperable para un período de retorno de 100 años.

e) Representación gráfica o cartográfica de los resultados, mediante cartografías de riesgo o de peligrosidad geológica. Generalmente se utiliza la metodología de la cartografía temática que se adapta perfectamente a la finalidad de este tipo de representaciones. Ultimamente esta representación se lleva a cabo mediante sistemas de información geográfica (SIG).

Hay que destacar que éste es uno de los métodos más utilizados en la prevención de riesgos geológicos, estas cartografías de peligrosidad son los elementos básicos de la predicción del alcance espacial del mismo, aunque pueden incluir algún parámetro cuantificable, como magnitud o intensidad. Son cartografías dirigidas a planificadores y a personal involucrado en la protección civil que tienen como objetivo sintetizar y representar información básica sobre los riesgos que afectan al territorio para un uso adecuado del mismo, así como para la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de las obras civiles que en el mismo existen o puedan existir en un futuro.

Estas cartografías de riesgo se encuadran en un ámbito mucho más amplio que es el de la cartografía ambiental, y como tales han de cumplir las siguientes condiciones (Cendrero, 1980): 1) Han de representar de forma objetiva la realidad del territorio, especialmente los aspectos geológicos o físicos ligados al riesgo en cuestión, 2) Sólo se tendrán en cuenta y representarán aquellos factores más relevantes, 3) La información que reflejen ha de tener un enfoque lo más atemporal posible, 4) Han de ser fácilmente comprensibles, ya que van dirigidos o han de ser interpretados por personas no especialistas en riesgos geológicos o sin formación científica o técnica sobre los mismos.

En España existen diversos organismos y entidades que elaboran cartografías de riesgo, destacando en esta labor diversas Universidades del Estado español, que han tenido un papel pionero en este tipo de cartografías (Tabla 1). De todas formas, existen diversos organismos ligados a las administraciones autonómicas y central que también realizan las cartografías de riesgo directamente relacionadas con sus ámbitos de competencia: Dirección

General de Obras Hidráulicas, Instituto Nacional de Meteorología, entre otros.

7. SISTEMAS DE VIGILANCIA Y CONTROL.

Una vez realizadas todas las etapas de prevención del riesgo, se identifican los fenómenos individuales en los que se han de establecer sistemas de vigilancia y control. Debido a la gran variedad de fenómenos que hay que considerar en cada riesgo, su estudio requiere una infraestructura en la que se pueden distinguir tres elementos básicos que deben desarrollarse simultáneamente: aparatos y equipos, métodos de medida y proceso de datos (Araña y Ortiz, 1984).

La medición a través de los instrumentos se lleva a término mediante una monitorización del proceso, es decir la utilización de métodos indirectos que permitan la previsión en el desencadenamiento del riesgo. Los instrumentos utilizados dependen del riesgo considerado: teodolitos de precisión o métodos de señalización para los deslizamientos, estaciones meteorológicas y estaciones de aforo para los sistemas de alarma de avenidas, etc. Respecto a la utilización de métodos indirectos los más utilizados son los geofísicos y geoquímicos.

El alto coste de mantenimiento de una red de instrumentación completa y permanente implica que éstas sólo se hayan instalado en zonas de riesgo muy elevado de países ricos: Estados Unidos, Japón, Nueva Zelanda, etc.

8. RIESGO GEOLÓGICO Y PROTECCIÓN CIVIL.

Establecidas todas las medidas preventivas tanto desde el punto de vista científico-técnico como social para evitar los efectos de un riesgo, se precisa avanzar un paso más para evitar que todas estas actuaciones sean inútiles. Las medidas de protección civil tienen por objetivo establecer canales y sistemas de información entre los grupos científico-técnicos y las autoridades y el público en general para que se adopten disposiciones legislativas y reglamentos aplicables a nivel colectivo e individual. Lo cual se concreta en crear planes de actuación coordinados para actuar en casos de desastres naturales.

El concepto de protección civil, a pesar de que se remonta a la antigüedad, no se organizó como un servicio público hasta después de la 1ª Guerra Mundial, cuando se vio que el porcentaje de muertos era superior entre la población civil que entre las fuerzas armadas. Así, el año

Tabla 1. Organismos y entidades que elaboran cartografías de peligrosidad o de riesgo.

Tipo de riesgo	Organismos o entidades que elaboran cartografías de riesgo
sísmico	SGC, CSIC, IGN, IGTE, Universidades
volcánico	CSIC, Universidades
deslizamientos	SGC, DARP, CSIC, SGOPU, IGTE, CEDEX, Universidades
avenidas	DGOH, INM, SGOPU, CEDEX, Universidades
aludes	SGC, ICONA, Universidades
erosión continental	CSIC, ICONA, IRTA, Universidades
erosión litoral	SGOPU, IEO, Universidades
hundimientos	ITGE, Universidades
climáticos	INM, CSIC, Universidades
<p>ITGE = Instituto Tecnológico y Geominero de España SGOPU = Servicio Geológico de Obras Públicas y Urbanismo CSIC = Centro Superior de Investigaciones Científicas DGOH = Dirección General de Obras Hidráulicas ICONA = Instituto para la Conservación de la Naturaleza IGN = Instituto Geográfico Nacional INM = Instituto Nacional de Meteorología CEDEX = Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas IEO = Instituto Español de Oceanografía IRTA = Institut de Recerca i Tecnologia Agrícola (Generalitat de Catalunya) SGC = Servei Geològic de Catalunya (Generalitat de Catalunya) DARP = Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (Generalitat de Catalunya)</p>	

1977, el Protocolo adicional del Convenio de Ginebra de 1949, configuró la Protección Civil como un organismo para realizar las tareas humanitarias frente a los peligros derivados de las hostilidades o de las catástrofes naturales (IGME, 1988).

La planificación de una política de Protección Civil consiste en una estrategia global de preparación frente a las catástrofes, que incluye:

- redacción de planes de actuación para hacer frente a las emergencias
- preparación y entrenamiento de grupos de intervención
- control y coordinación de todas las actuaciones que se realicen
- educación y divulgación al público en general, y en especial al que está sometido al riesgo.

Se suele atribuir estas funciones a un órgano cercano al poder gubernamental (Mº del Interior, Defensa o direc-

tamente el Jefe del Gobierno), en algunos países se delega la responsabilidad a las Administraciones locales, como sucede por ejemplo en los Estados Unidos o en el Japón.

En España a partir de la Ley de Protección Civil se ha adoptado un esquema parecido a este último modelo descentralizado. La Ley de Protección Civil (Ley 2/1985 de 21 de Enero) establece dos tipos de Planes a preparar:

- planes territoriales, a nivel de Comunidad Autónoma (CA) y de las administraciones locales.
- planes especiales, por sectores de actividad
- planes especiales de ámbito estatal o que afecten diversas CA
- planes especiales de una Comunidad Autónoma

Tanto unos como otros se han de ajustar a las siguientes directrices (IGME, 1988): a) inventario de riesgos potenciales, b) catálogo de recursos movilizables en caso de emergencia, c) criterios sobre movilización y co-

ordinación de recursos públicos y privados, d) las directrices de funcionamiento de los diferentes servicios que se han de dedicar a la Protección Civil, e) la estructura operativa de los servicios que tengan que intervenir en caso de emergencia, con especial asignación del mando único de las operaciones.

La Ley prevé además, la elaboración por parte del Ministerio de Interior de una Norma Básica que contenga las directrices esenciales para la confección de los Planes de Protección Civil. La Norma (que teóricamente está en avanzado estado de elaboración) considerará 4 riesgos geológicos:

- inundaciones
- terremotos
- movimientos del terreno
- erupciones volcánicas

9. CONSIDERACIONES FINALES: PAPEL DEL RIESGO GEOLÓGICO EN LA ORDENACIÓN TERRITORIAL.

Uno de los puntos más delicados, y al mismo tiempo fundamental, en toda planificación territorial es la confrontación entre las características del medio natural y los posibles usos que la sociedad hace o quiere hacer del mismo. La evaluación de las alternativas posibles y la selección de las más adecuadas, es el proceso que se conoce con el nombre de Evaluación del Impacto Ambiental (E.I.A.).

Los impactos son la medida exacta de esta confrontación, de los efectos que las acciones que la sociedad o medio antrópico-tecnológico provoca en el sistema natural. En este contexto los riesgos geológicos se pueden considerar como el caso contrario, es decir, las afecciones que el medio natural provoca sobre los usos o proyectos o actuaciones del hombre.

Teniendo en cuenta que el objetivo fundamental de la planificación territorial es la utilización correcta y eficaz del territorio, de acuerdo con su potencial y limitaciones. Por tanto, cada actividad se tendrá que situar en las zonas donde las condiciones sean óptimas; los riesgos geológicos deberían considerarse como el primer condicionante en el momento de establecer las potencialidades a cada una de las zonas consideradas o a la viabilidad de los usos o proyectos previstos. Así, las áreas del territorio que están sujetas a riesgos geológicos tendrán fuertes limitaciones para usos y para la implantación de proyectos que puedan verse afectados.

En la mayoría de estudios de Ordenación Territorial no se tienen en cuenta los riesgos geológicos, y esto a pesar que las cartografías de zonificación de riesgos son uno de los instrumentos más útiles en cualquier planificación del territorio. Estas cartografías permiten un importante ahorro económico, sin contar las posibles pérdidas humanas, en la corrección de los problemas que surgen al no haber previsto los emplazamientos más idóneos para las distintas actividades. Es decir asignar los usos del territorio teniendo en cuenta los riesgos potenciales que pueden aparecer en éste.

El tratamiento idóneo de los riesgos geológicos en los estudios de Ordenación Territorial debería comprender las siguientes etapas:

- identificación del riesgo geológico y su distribución geográfica, es decir establecer lo que se denomina la zonificación del riesgo.
- peligrosidad del riesgo (población afectada y expuesta al mismo, pérdidas y daños asociados,)
- posible interferencia con los usos o proyectos propuestos
- prevención y corrección de los efectos del riesgo

REFERENCIAS

- ALLEGRE, C (1987): *Les fureurs de la Terre*. Ed. Odile Jacob. Paris. 189 pp.
- ARAÑA, V. y ORTIZ, R. (1984): *Volcanología*. Consejo Superior de Inv. Geol. Ed. Rueda. 510 pp.
- CENDRERO, A (1980): *Bases doctrinales y metodológicas*. I Reunión Nac. de Geol. Amb. y Ord. del Territorio. Vol. Ponencias. Santander. p. 1-62.
- CLAVIER FARIAS, I. (1984): *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. CEOTMA. Servicio de Publicaciones del MOPU. Madrid. 572 pp.
- COSTA, J.E. y BAKER, V.R. (1981): *Surficial Geology*. Wiley and Sons. Nueva York. 498 p.
- IGME (1988): *Riesgos geológicos*. I Curso de Riesgos Geológicos. Serie Geología Ambiental. Madrid. 333 p.
- IGME (1988): *Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España*. Serie Geología Ambiental. Madrid. 91 p.
- Ley 2/1985 de 21 de enero, sobre *Protección Civil*. B.O.E. nº 22, de 25 de enero de 1985.
- SCANDONE (1981): Models of volcanic processes: a review and some new ideas. *Bull. Volcanol.*, 44: 257-26.