

GEOLOGÍA SOCIAL: UNA NUEVA PERSPECTIVA DE LA GEOLOGÍA

Roger **MATA LLEONART**⁽¹⁾ y Josep M. **MATA-PERELLÓ**⁽²⁾

⁽¹⁾Axial geologia i medi ambient, ⁽²⁾Universitat Politècnica de Catalunya

RESUMEN

Se propone una nueva metodología para caracterizar y estudiar los dos elementos geológicos claves en el desarrollo sostenible y ético de la sociedad: Los recursos y los riesgos geológicos, con el fin de ampliar conceptos que permitan realizar estudios y establecer directrices de gestión mas adaptadas a la situación social de nuestro entorno

ABSTRACT

One proposes a new methodology to characterize and to study both geological key elements in the sustainable and ethical development of the society: The resources and the geological risks, in order to extend concepts that allow to realize studies and to establish directives of management mas adapted to the social situation of our environment

INTRODUCCIÓN

Un análisis detallado del estado del mundo, tomando como referencias principales el Informe de Desarrollo Humano que anualmente publica el PNUD y el Informe del estado del Mundo que publica también anualmente el Worldwatch Institute, nos muestra que los principales problemas a escala mundial están directamente asociados al medio geológico, estos se pueden resumir en tres grandes bloques: Carencia de agua o acceso al agua potable segura, pérdidas económicas y humanas generadas por los riesgos geológicos y conflictos por el control de los recursos geológicos.

Por otro lado los problemas ambientales se encuentran directamente asociados a la creciente industrialización y urbanización del territorio, y este hecho está íntimamente relacionado con el aumento de la población. En Catalunya la población ha pasado de 5.956.000 el año 1981 a 6.813.000 habitantes el año 2004, en el estado español ha pasado de 3.7617.000 a 43.198.000 habitados para el mismo periodo de acuerdo con el Instituto Catalán de Estadística.

Se espera que a escala mundial la población global llegue a los 8.5 millones de personas (UNESCO, 1998) llegándose a situaciones límites en algunas ciudades como Mexico DF, Tokio, Londres, Sao Paulo, etc.

Se considera que actualmente la geología es uno de los principales factores que más influyen en el desarrollo humano, y más concretamente determina, y creemos que seguirá así en el futuro, la evolución de nuestra sociedad. Entendemos que la geología debe encaminarse a dar respuesta a los retos que nos plantea el crecimiento de las zonas urbanas y de los países en vías de desarrollo, puesto que la gestión territorial en estas áreas directamente debe influir sobre el bienestar de la sociedad.

Así hace falta, aplicar todos los conceptos y métodos de la geología ambiental y urbana específicamente a aquellos aspectos que influyen en la sociedad, y estos son los Recursos y el Riesgos geológicos. Hace falta relacionar sociología y geología con el fin de prever y disminuir los efectos más negativos y limitantes del medio geológico respecto a la sociedad.

En este sentido los datos que se exponen en el artículo ponen de manifiesto la gran influencia de la explotación de los recursos geológicos y los desastres de origen geológico sobre la sociedad. Así, este artículo pretende desarrollar herramientas y metodologías para la gestión territorial bajo lo que aquí se define como Geología Social. Se define, y los autores entienden, como Geología Social la disciplina de la geología que estudia la interacción entre el medio geológico y el desarrollo social, en especial la influencia de los Recursos y Riesgos geológicos en la gestión territorial y social de las zonas urbanas.

En la actualidad los beneficios e impactos de la explotación de los recursos geológicos y los efectos de los riesgos geológicos ya no dependen de su propia naturaleza geológica sino que están controlados también por factores socioeconómicos y territoriales, por lo que para estudiarlos hace falta la integración de otras disciplinas más allá de la simple caracterización geológica y de nuevas herramientas y metodologías.

La Unesco en su Boletín *Geology for sustainable development* del 1998 ya hacía referencia al nacimiento de la sociogeociencia como un hecho inevitable en el proceso de desarrollo humano, estableciendo que el desarrollo sostenible de la sociedad está estrechamente relacionado con las geociencias y la sociología. De acuerdo con el informe de la UNESCO la sociogeociencia es un nuevo híbrido de la sociología y las ciencias de la Tierra que tiene como finalidad dar respuesta a los problemas del desarrollo sostenible de la humanidad. Al mismo tiempo la sociogeociencia debe prestar especial atención a los recursos, la población y el medio ambiente.

UN NUEVO ENFOQUE SOCIAL DE LOS RECURSOS Y RIEGOS GEOLÓGICOS

Es necesario incorporar nuevas metodologías y propuestas en el estudio de los recursos y riesgos geológicos, y sistemas más fáciles de aplicación para favorecer el desarrollo social, se proponen dos nuevas maneras de entender los recursos y los riesgos.

Conflictos por los recursos

La demanda mundial de los recursos geológicos está creciendo a un ritmo insostenible, a medida que la población aumenta, la sociedad necesita más recursos para su desarrollo, esta demanda es muy desigual en el planeta, así cada habitante de un país desarrollado consume o es responsable de la manipulación y consumo de 20 toneladas

anuales de material geológico por año (Unesco, 1998). Estados Unidos requiere para su propio uso un 30% de todas las materias primas consumidas por la humanidad. Este hecho hace que los países desarrollados exploten los recursos allá dónde son más abundantes, con menor control medioambiental y menor coste, lo que provoca una presión económica, política, social y ambiental muy fuerte para los otros países, normalmente países en vías de desarrollo. Esta presión acaba dando lugar a la generación de graves conflictos bélicos que tienen como trasfondos el control de los recursos geológicos.

Tal y como se ha puesto de manifiesto los recursos geológicos son básicos para la subsistencia humana, pero al mismo tiempo no son renovables a escala humana, esto ha hecho encender la luz de alarma, dado el incremento en el consumo de recursos geológicos, según el USGS el 1995 se consumieron en el mundo casi 10 billones de toneladas de materiales primas geológicas, y en tan sólo 25 años se ha pasado de 4 a 10 billones de toneladas.

Para evitar el agotamiento de muchos recursos, existen actualmente varios aspectos a considerar y que pueden ser ventajosos: - Leyes medioambientales y mineras estrictas que ayuden de una parte a la disminución de los impactos ambientales y por la otra a la correcta extracción de los recursos. - Reciclaje de materias primas, especialmente de los metales - Mejora de la tecnología y sustitución de los recursos con menos reservas por otras con mayores reservas o renovables a escala humana.

A medida que aumenta el consumo mundial de los recursos geológicos la oferta total disponible de muchas materias clave disminuirá, disparando los precios, esto comportará y de hecho ya se da, a la explotación de nuevos yacimientos por parte de los países que estén en disposición de hacerlo pagando por esto o bien imponiendo su fuerza política o bélica. Cabe pensar que muchos países pobres no pueden pagar los actuales precios por las materias primas o por un recurso tan esencial como el agua, en estas circunstancias se prevé que haya conflictos por el acceso a las fuentes de suministro vitales entre los estados y dentro de los mismos estados, y los países más ricos originarán conflictos por el control y aprovechamiento de los recursos. Actualmente, hay como mínimo 20 zonas del planeta que se encuentran en conflictos bélicos por el control de los recursos de petróleo y gas.

El Informe del Worldwatch Institute: "Anatomía de las guerras de recursos" muestra que: - Los conflictos por la explotación de los recursos provocó durante los 90 más de 5 millones de muertes, 6 millones de refugiados y 11-15 millones de desplazados. - Que el origen de la guerra está en el control de los recursos o ayuda a prolongarla a través de su financiación. Un estudio del Hampshire College establece que a medida que la demanda de recursos básicos aumenta, las disputas por la propiedad de los recursos se multiplican, así como la probabilidad de que las potencias industriales intervengan por asegurarse el aprovisionamiento.

Por otro lado se debe considerar que la explotación de los recursos no genera tan sólo conflictos bélicos sino también graves conflictos sociales y humanos, por ejemplo a la zona de los Grandes Lagos dónde la explotación de los metales destinados a objetos como el teléfono móvil, el hilo eléctrico, una bombilla, etc.; provoca la explotación de personas, desde niños hasta granos. Por otro lado la riqueza mineralógica de esta zona es una de las más grandes e importantes del mundo dónde se encuentran minerales como el Coltan y minerales de oro, plata, cobre, zinc, germanio, cerio, lantano, estanque, níquel, wolfram, diamantes, cobalto, uranio, manganeso, etc. y el interés

económico por la explotación de estos minerales es el principal motivo de la guerra existente en esta zona desde el año 1990 y que todavía sigue.

Una nueva clasificación de los recursos geológicos

Para favorecer la geología social y el desarrollo sostenible sería interesante considerar los recursos geológicos como algo más que unos bienes que se extraen de la corteza terrestre y nos dan un beneficio económico y nos aseguran la subsistencia bajo el modelo actual. Se considera que las clasificaciones clásicas de los recursos no se adaptan a la situación actual, ni contemplan como recurso aquellos afloramientos, materiales, estructuras o procesos geológicos que presentan un valor didáctico, en este sentido no se contemplan ni las directrices de la Conferencia de Rio, tal y como se ha mencionado, ni las necesidades actuales en cuanto a la protección, conservación y conocimiento de los elementos geológicos de interés científico y/o didáctico. Así pues se debe considerar como recurso todos aquellos elementos geológicos que presenten un valor económico, social, científico, paisajístico, patrimonial y/o didáctico.

El problema que ha existido hasta la fecha es que aunque el patrimonio o los recursos geológicos de tipo cultural, científico y didáctico se ha incluido en las clasificaciones de los recursos geológicos no se ha sabido encajarlo correctamente, ya que no se ha conseguido situarlo a nivel jerárquico ni semántico, así a veces se habla de recursos culturales, georrecursos culturales o recursos patrimoniales. Una de las primeras aproximaciones a la inclusión de los recursos geológicos de tipo cultural al mismo nivel que el resto de recursos es la de Elizaga (1988) en la cual se establecen los denominados Georrecursos culturales, este término ha sido ampliamente utilizado hasta la fecha, pero aunque representa un avance no consigue situar los recursos de tipo patrimonial al mismo nivel que el resto, sino más bien como un añadido.

Por otro lado los llamados georrecursos culturales o patrimoniales se han clasificado principalmente en función de sus características físicas o genéticas, y en diferentes clases: Tectónico, Volcánico, Estratigráfico, Geomorfológico y Mineralógico (Ayala-Carcedo, 2000). Esta clasificación es muy adecuada para la catalogación del patrimonio por lo que se ha utilizado en la mayoría de inventarios y catalogaciones realizadas, pero al centrarse en aspectos puramente geológicos se hace poco efectiva para las entidades no dedicadas a la geología.

Con la nueva clasificación se ha intentado clasificar los recursos geológicos incluyendo los denominados georrecursos culturales en función de su potencial y uso. Se propone bajo la perspectiva de la geología social una nueva clasificación se estructura a partir de dos grandes grupos: Recursos geológicos extraíbles y No extraíbles y dentro de los No extraíbles se incluyen aquellos afloramientos, elementos o procesos geológicos que presentan un valor cultural, científico, didáctico, patrimonial o lúdico-turístico. De esta manera los llamados georrecursos culturales se integran al mismo nivel que el resto de recursos económicos.

Se consideran Recursos Extraíbles cualquier elemento sólido, gaseoso o líquido que se encuentra en la corteza terrestre y que se presenta en concentraciones óptimas para su explotación y que su extracción supone un elemento básico en la subsistencia de nuestra sociedad y por tanto no genera impactos naturales, sociales o educativos irreversibles. Se consideran Recursos No Extraíbles cualquier elemento sólido, gaseoso o líquido, o proceso geológico que se encuentra o da en la corteza terrestre y que

presenta unas características óptimas para ser utilizados en la educación, la cultura, la ciencia o que favorezcan el desarrollo sostenible de la sociedad y por tanto aumenten nuestra calidad de vida, y que para ello necesitan de una conservación y protección desaconsejando su extracción.

De acuerdo con esta nueva clasificación es necesario también redefinir el concepto de reserva. Se entenderá por Reserva los recursos conocidos e identificados que pueden ser explotados con un beneficio económico, social, cultural, turístico, científico y/o educativo bajo los parámetros y necesidades sociales actuales. En la clasificación propuesta a partir del primer gran grupo se abren los diferentes subgrupos, cada uno de ellos mantiene el nivel jerárquico respecto a los otros, y al mismo tiempo el semántico ya que se recomienda denominar cada subgrupo con el inicio destinados a... o bien usados como . Con la nueva clasificación que se propone se consiguen los tres objetivos básicos que debe cumplir toda clasificación sistemática:

1. Se incluyen los recursos que presentan un valor científico, cultural, patrimonial o didáctico no limitando la clasificación a los recursos que presentan un valor económico.
2. Se integran los nuevos tipos de recursos dentro del mismo rango jerárquico y semántico manteniendo los niveles de clasificación junto con los recursos típicos, por lo que no se incluyen como un añadido o apéndice.
3. Se clasifican los recursos atendiendo a sus características, propiedades y utilidades, y no solo a sus características como hasta hace pocos años.
4. Un mismo recurso no queda limitado a un solo campo, ya que se entiende que un mismo recurso puede presentar múltiples beneficios.

La nueva clasificación se detalla en la tabla adjunta y debe complementarse con la clasificación de Mata-Perelló (1996), para el grupo de recursos extraíbles. Dada la simplicidad de esta nueva clasificación y su facilidad de uso se considera que no es necesario hacer una descripción explicativa más allá de la tabla.

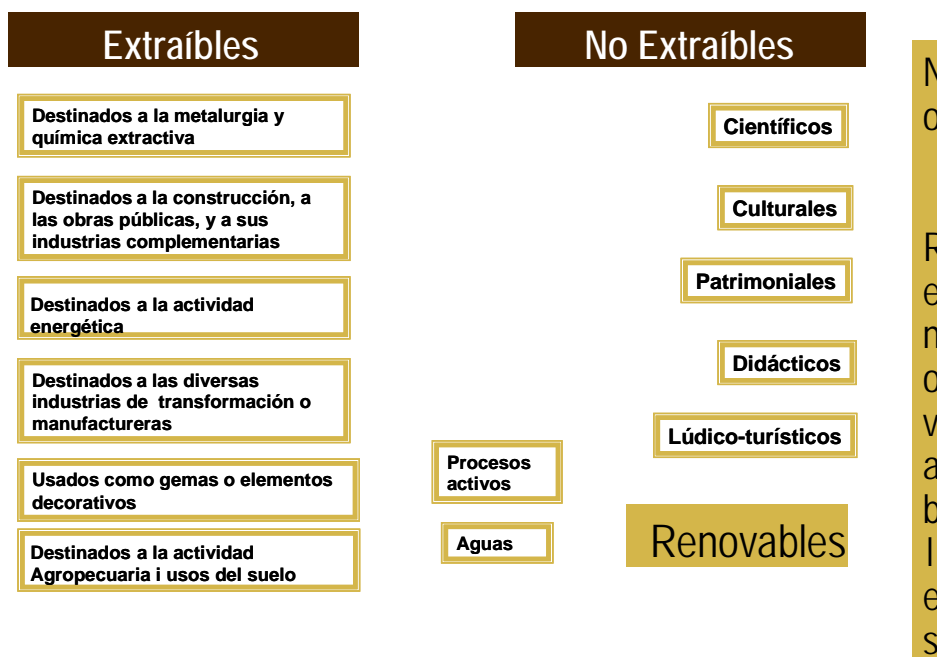


Figura 1. Tabla de la nueva clasificación de los recursos geológicos.

Esta clasificación puede presentar grandes ventajas, especialmente en el campo de la educación, ya que desde los primeros niveles educativos al utilizar la clasificación propuesta los alumnos entienden que un recurso es de un tipo u otro según su uso, y es tan importante un afloramiento donde se ha descrito una formación tipo o un yacimiento de yesos como un yacimiento de hierro, y esto favorece una percepción global del medio. Por otro lado la aplicación de la clasificación simplifica el desarrollo de estudios como las evaluaciones de impacto ambiental, o la elaboración de los planes especiales de gestión de espacios naturales o incluso pueden facilitar la gestión en las zonas protegidas.

Se puede llegar incluso más allá, para establecer la importancia de los recursos geológicos en la sociedad Mackeley (1973) establece una fórmula para valorar el nivel o calidad de vida (esta fórmula por su simplicidad debe tomarse con reservas), la cual establece que el nivel de vida (L) está en función de: Los recursos naturales (R), la energía (E), la capacidad de inventiva (I) y la población que comparte los recursos (P), y se expresa como: $L=(R \times E \times I)/P$. Hasta hace poco el USGS consideraba la fórmula con tan solo los recursos de tipo económico, en parte debido a la dificultad de incluir los recursos geoculturales al mismo nivel, con la nueva clasificación la valoración ponderada puede realizarse al situar en el mismo rango los recursos extraíbles y los no extraíbles. Ahora la calidad de vida también está en función de un tipo de recurso geológico que no ofrece directamente un beneficio económico, pero sí de tipo cultural, científico, didáctico o turístico, o que tan solo un interés patrimonial.

Pobreza, desarrollo y desastres

Existe la idea general de que nunca se habían producido tantos desastres a consecuencia de los riesgos geológicos como en las últimas décadas. Y parece que es cierto, con 50.000 víctimas y más de 84 millones de euros el año 1998 fue especialmente catastrófico. Por citar un ejemplo más evidente, el huracán Mitch, el más devastador del Atlántico desde el año 1780, que asoló Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala, se cerró con un balance de 20 000 víctimas entre muertos y desaparecidos y pérdidas próximas a los 6.300 millones de dólares

Los efectos del Mitch, fueron incrementados por la degradación ambiental que experimenta la región. Las catástrofes de origen naturales se ven agravadas por la intervención humana sobre el medio. Los estudios del Instituto Worldwatch y del Informe Mundial sobre Desastres publicado por la Cruz Roja se extrae la conclusión de que la humanidad cada vez está más amenazada por desastres naturales, puesto que la población nunca había estado tan expuesta a estos riesgos: más de 1000 millones de personas se concentran en grandes ciudades con barrios urbanos muy pobres.

Esta problemática y preocupación trajo a decretar a la ONU el Decenio Internacional por la Reducción de los Desastres Naturales (IDNDR) por el periodo 1990-1999, con el fin de reducir el impacto de los desastres naturales sobre la sociedad. Hay que considerar, de acuerdo con los informes de diferentes entidades de seguros, que el número de desastres de origen natural durante los años 90 triplicó a los de los 60, y a nivel económico las pérdidas se multiplicaron por 8.

Durante el periodo comprendido entre 1965 y 1999 se han producido 1.995.000 de muertes debido a al efecto de los desastres naturales, de estas más de 400.000 se han

dado entre 1980 y 1999 (Ayala-Carcedo, 2001). Estos valores se ven enormemente incrementados cuando hacemos referencia a pérdidas económicas, por ejemplo en el estado español estas suponen el 1,5% del PIB, según datos del ITGE (1988).

Por un otro lado un análisis de la distribución de muertes y pérdidas por regiones pone de manifiesto como la mayor concentración se localiza en países en vías de desarrollo, más del 75% de daños totales provocados por riesgos geológicos se dan en países subdesarrollados. El factor más importante en los desastres de origen natural no es tanto el número de muertes que han producido o pueden producir, sino más bien el hecho de producir un gran número de muertes en muy poco tiempo y unas grandes pérdidas económicas que suponen un retroceso socioeconómico muy grande para cualquier país.

Un análisis comparativo del número de muertes a consecuencia de los desastres de origen natural con muertes asociadas a riesgos laborales o accidentes de tráfico, tal y como propone Ayala-Carcedo (2001), muestra que la mortalidad en desastres naturales es muy baja respecto a accidentes de tráfico, por ejemplo raramente en los accidentes de tráfico se producen de golpe más de diez muertes, ni implican una gran destrucción de infraestructuras, y mucho menos un estremecimiento económico importante, mientras que en un desastre de origen natural con más de diez muertes son habituales y la destrucción de infraestructuras es enorme.

Es aquí dónde recae la importancia y el verdadero impacto de los riesgos geológicos. Otro aspecto a destacar y preocupante es el hecho que aun cuando los procesos geológicos que derivan en riesgos podemos considerar que se han mantenido más o menos constantes, las pérdidas humanas y económicas han ido en aumento, es decir los desastres naturales se han incrementado.

Este factor puede ser fácilmente explicable dado que podemos hacer la reflexión simple de considerar que esto se debe a al incremento de la población mundial y a su distribución sobre el planeta, es decir cuánto mayor es la población mayor es su vulnerabilidad y su exposición ante los riesgos por lo tanto es normal que los desastres aumenten. A pesar de todo debemos hacer otra reflexión:

Con el paso del tiempo la humanidad también ha ido creciendo en capacidad tecnológica y conocimiento científico, así pues, ¿como es que un incremento en el conocimiento científico sobre los riesgos geológicos y en la capacidad tecnológica para reducir y mitigar estos no se refleja en una reducción o al menos en una estabilización del número de daños debido a los desastres de origen natural?. Quizás la respuesta se encuentre en una mala actuación política y gestión territorial.

Un análisis más detallado de la situación muestra como en los últimos años se ha producido un aumento del que podríamos denominar pequeños desastres (aquellos con menos de 100 muertes), el que implica que las acciones de carácter local por la prevención y mitigación de los riesgos geológicos no son del todo efectivas, o más bien son inexistentes en muchas regiones del planeta como en los países en vías de desarrollo.

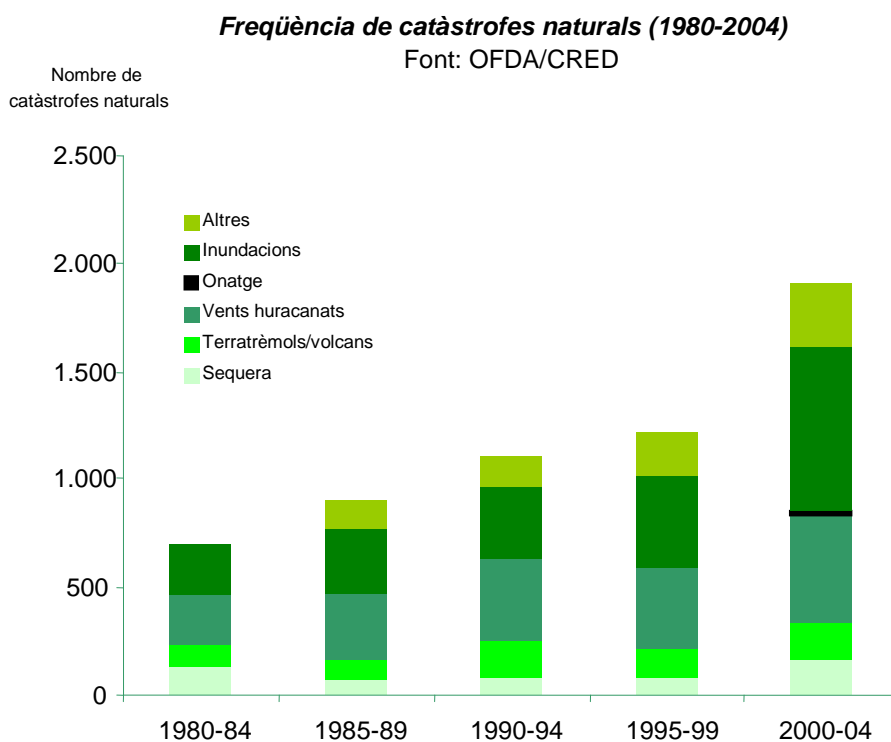


Fig. 2. Frecuencia de les catàstrofes de origen natural por tipo de desastre para el período 1980-2004. Fuente: OFDA/CRED

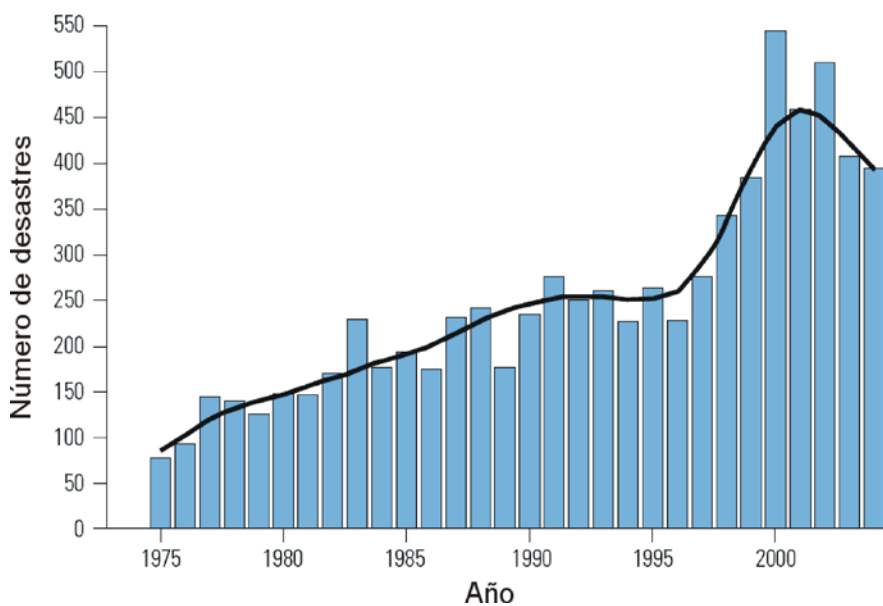


Fig. 3. numero de desastres naturales en el período 1975-2004. Fuente: *Hazards of Nature, Risk to Development*. IEG, World Bank, Washington DC, 2006, 181 p.

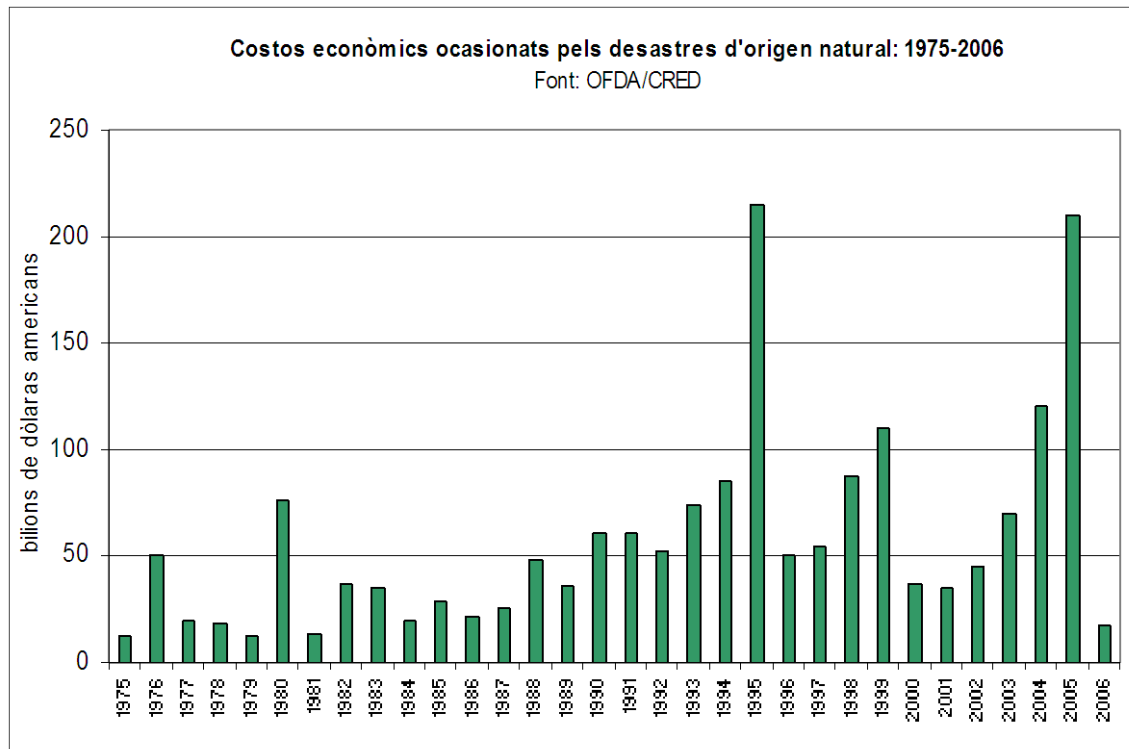


Fig. 4. Costes económicos ocasionados por desastres para el período 1975-2006. Fuente: OFDA/CRED

Una ampliación del concepto riesgo geológico

La definición del concepto de riesgo natural se expresa mediante una fórmula en la cual se relacionan todos los elementos del riesgo: Peligrosidad, amenaza, vulnerabilidad, exposición y daño. Han sido muchos los autores que han trabajado en la definición del riesgo. Así Rowe (1977) define el Riesgo como el producto de la Probabilidad de ocurrencia de un peligro por el valor del daño, y mide el riesgo en unidades monetarias.

Varnes (1984) define el riesgo en función de tres parámetros: Peligrosidad, Vulnerabilidad y Elementos bajo riesgo. Establece dos tipos de riesgos, que son Riesgo específico que indica el grado de pérdida esperado debido a un fenómeno natural, y Riesgo total que indica el número de vidas perdidas, damnificados, daños a infraestructuras, etc., a consecuencia de un fenómeno natural concreto. Bell (1998) establece que la ocurrencia de un riesgo dado en un periodo particular de tiempo puede ser expresado en términos de probabilidad.

El riesgo incluye los elementos naturales y las sociales por el que las compañías de seguros se han preocupado también de establecer evaluaciones más precisas del concepto riesgo introduciendo otros factores como la percepción del fenómeno.

De acuerdo con las fórmulas expuestas y con las tendencias actuales se puede establecer que la cuantificación del riesgo se realiza a partir de tres conceptos básicos: Peligrosidad, Daño y Riesgo. A continuación se exponen estos conceptos y la fórmula de riesgo según Mata, R. (2002). Por Peligrosidad se entiende la condición, proceso o suceso geológico que supone una amenaza para el ser humano o su hábitat, en definitiva para la salud, seguridad o bienestar de un grupo de ciudadanos o la economía de una

comunidad (USGS, 1977). La peligrosidad puede expresarse en función de la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural destructivo o perjudicial y de su energía (magnitud de la amenaza). Se incluye la ciclicidad, es decir el cálculo del periodo de regreso del fenómeno. Miedo tanto podemos establecer que la peligrosidad es el producto de la probabilidad de ocurrencia por la amenaza:

$$P = p \cdot A \text{ donde } P - \text{Peligrosidad } p - \text{probabilidad } A - \text{Amenaza}$$

La probabilidad expresa la frecuencia relativa de ocurrencia de un suceso. El estudio de la probabilidad se basa principalmente en el principio del actualismo y en el tratamiento estadístico de sucesos. Así pues el estudio de la probabilidad se basa en el tratamiento de registros de datos de varias fuentes. Existen diferentes métodos para el tratamiento estadístico de registros de datos por lo que no se exponen en detalle. La estimación de la probabilidad se establece a partir del denominado Periodo de ocurrencia o de retorno, que es el intervalo de recurrencia promedio entre sucesos determinados.

Para el cálculo del periodo de regreso se utilizan métodos diferentes según el tipo de proceso geológico. La amenaza por definición es el efecto o acción de amenazar. Amenazar es mostrar indicios de ser inminente un elemento a temer. Se debe diferenciar del concepto peligro que es la posibilidad próxima que se produzca un mal, por lo que peligro implica necesariamente probabilidad.

En términos de geología podemos definir la amenaza como un proceso geológico con características específicas en cuanto su origen, tipología y energía. En definitiva la amenaza sería por ejemplo un deslizamiento o una erupción volcánica con sus características espaciales y energéticas definidas.

Respecto a los aspectos sociales y económicos del riesgo tenemos:

El Daño hace referencia a los efectos nocivos sufridos por un conjunto de elementos expuestos y todos los aspectos no físicos asociados al propio desarrollo de este. El daño incluye la exposición y la vulnerabilidad

$$D = E \cdot V \text{ donde } D - \text{daño } E - \text{exposición } V - \text{vulnerabilidad}$$

La Exposición se refiere al conjunto de elementos expuestos en el área de influencia temporal y espacial de un fenómeno natural dañino. Se expresa en número de habitantes o infraestructuras, así como su área y volumen. La Vulnerabilidad es el grado de pérdida provocada por un fenómeno destructivo, de una magnitud dada, causado sobre un elemento expuesto (proporción de personas y corderos afectados, respecto al total de expuestos).

La vulnerabilidad se puede expresar de 0 (sin daño) a 1 (pérdida total). Debe considerarse la vulnerabilidad sobre todos los aspectos que determinan un elemento, así se incluyen los aspectos físicos, ideológicos, sociales, económicos, ambientales, políticos, educativos, etc. Debe considerarse también la percepción del riesgo por parte de la sociedad, puesto que cuanto mayor sea esta menor será la vulnerabilidad.

El Riesgo es la condición, proceso o suceso geológico que puede generar en un momento determinado de tiempo un daño sobre un elemento expuesto y vulnerable. Se define como el producto de la peligrosidad por el daño. Así pues, se puede calcular el Riesgo a través de la fórmula que se propone:

$$\mathbf{R = P \times D}$$

Esta fórmula puede desglosarse de acuerdo con el que se ha expuesto anteriormente:

$$\mathbf{R = P \times D = A \times p \times V \times E}$$

La aplicación de esta fórmula en los trabajos de prevención de desastres debe mejorar la concepción social de los mismos y desarrollar políticas más allá de una concepción técnica de los riesgos.

BIBLIOGRAFIA

AYALA CARCEDO, F.J. et al. (1998) *Geología y Medio Ambiente. Guía didáctica y colección de diapositivas*. Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Madrid.

BENNET, M y DOYLE, P. (1997). *Environmental Geology*. John Wiley & sons Ltd. Chichester. England.

BROBST, D. & PRATT, W. (1973). *United States Mineral Resources*. U.S. Geological Survey Professional Paper 820.

ELIZAGA, E. (1988). *Georrecursos culturales*. En Ayala-Carcedo y Jordá Pardo (eds.). *Geología Ambiental*, IGME, 85-100.

FOLEY, D., MCKENZIE, G., UTGARD, R. (1999). *Investigations in Environmental Geology*. Prentice-Hall ed. New Jersey

GOMEZ, D., (1981). Recursos naturales y planificación. Aspectos metodológicos. In: *1er Curso de ordenación del territorio*. Editorial Porta, J., ETSIA. pp. 110-173. Lérida.

MATA-PERELLÓ (1996). *Los materiales geológicos y su aprovechamiento por la sociedad*. UPC. Inédito.

MCKELVEY, V. (1973). *Mineral resource estimates and public policy*. In: *United States Mineral Resources*, Brobst and Pratt eds. U.S. Geological Survey Professional Paper 820, p. 9-19

ORDÓÑEZ, S., CALVO, J.P., LUNAR, R. Y LOPEZ VERA, F. (1981). Concepto y tipos de recursos naturales. *Geología y Medio Ambiente*. CEOTMA. Madrid.

RIBA, O. et altri (1998).- Diccionari de Geologia. *Pub. Institut d'Estudis Catalans. Enciclopèdia de Catalunya*. 1407 pag. Barcelona.

VILLALOBOS, M., GUIRADO, J., FERNÁNDEZ DE PALACIOS, J.M^a. (2001). Patrimonio geológico y georrecursos culturales. *Tierra y Tecnología*. IcoG. Madrid.