

El mapa de riesgos de la naturaleza

JOSÉ CARLOS NÁJERA HERRANZ

MAPFRE EMPRESAS. DIVISIÓN DE GRANDES RIESGOS

Con independencia de los daños producidos en 2005, incluido el reciente huracán Katrina, pendientes de evaluación, el año 2004 ha resultado el más costoso en vidas humanas y pérdidas económicas de la historia a consecuencia de las catástrofes generadas por los fenómenos naturales. Hechos como los acontecidos en diciembre en el ya tristemente famoso maremoto de Indonesia, en el que en un único evento se ha producido el mayor número de víctimas desde 1970 hasta la fecha, igualando en pérdidas humanas a las inundaciones de Bangla Desh (300.000 muertos y desaparecidos), ha convertido en noticia de actualidad durante meses los eventos catastróficos derivados de fenómenos naturales. Fenómenos como este han hecho que la sociedad se haya empapado durante semanas de información sobre este tipo de catástrofes y sus consecuencias publicándose decenas de artículos y generándose foros de discusión y debate sobre cómo la Sociedad puede afrontar estos eventos.

En primer lugar y para entender correctamente el nivel de interacción entre el ser humano y los riesgos que le rodean, hay que ser conscientes de nuestra insignificancia espacial y temporal ante el mundo en que vivimos y el poder de la Naturaleza. Actualmente habitamos la Tierra en torno a 6.300 millones de habitantes, con un reparto absolutamente desigual de la superficie terrestre habitable, tanto en lo que se refiere a concentración humana como a progreso y desarrollo.

Se estima que la historia de la Tierra alcanza los 4.500 millones de años. La última y más reciente era geológica abarca los últimos 65 millones de años. Los continentes adquieren, paulatinamente, el aspecto y situación actuales aunque,

FIGURA 1

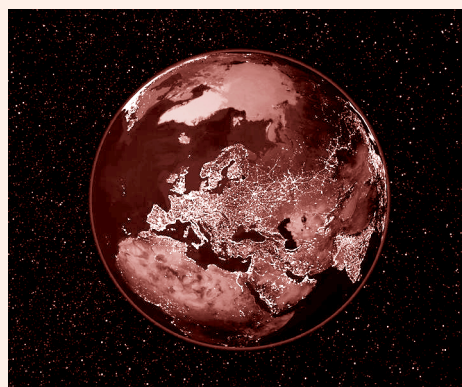
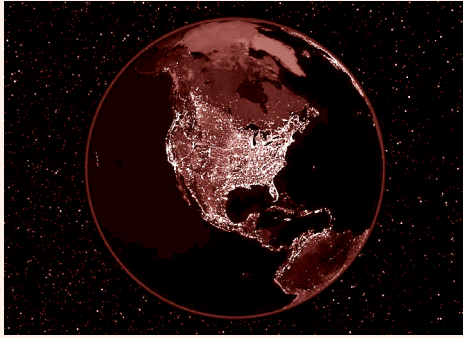


FIGURA 2



al principio, el océano Atlántico era bastante más estrecho y lo que ahora es la península india se encontraba “viajando” desde el sureste de África hasta su ubicación actual. Para los paleontólogos el punto de inicio de la historia de la humanidad empezó con la aparición de los primates, coincidiendo con el inicio de esta era.

El cuaternario es el periodo que empezó hace 1,64 millones de años, y comprende hasta nuestros días. El cuaternario se divide en pleistoceno, la primera y más larga parte del periodo, que incluye los periodos glaciales, y la época reciente o postglacial, también llamada holoceno, que llega hasta nuestros días.

El pleistoceno es llamado a veces “la era del Hombre”, porque los seres humanos evolucionaron en este periodo. En el siguiente periodo, el holoceno, los seres humanos fueron capaces de desarrollar una vida organizada en grupos sociales a la que llamamos civilización.

El último ancestro común entre el ser humano y el chimpancé, nuestro primo más cercano, existió hace sólo 6 ó 7 millones de años. Los datos fechados hasta ahora, sitúan en 50 mil años la etapa en que habita la Tierra el *Homo sapiens sapiens*, especie a la que pertenecemos los seres humanos modernos.

Gráficamente, si quisiéramos completar una cadena que representara la historia de la Tierra con eslabones equivalentes a la etapa en que el hombre la habita como tal, necesitaríamos una cifra aproximado de 450.000 eslabones.

Por medio de la huella que han dejado los fenómenos naturales a lo largo de la historia, a través de los sedimentos que se depositan, las rocas, el relieve, ..., se han reconstruido fenómenos naturales ocurridos. A través de los estudios geológicos y geomorfológicos se han reconocido rasgos del relieve que deben haberse producido por fenómenos verdaderamente catastróficos, aún no observados por el hombre.

Sin embargo, con excepción de la caída de grandes meteoritos en la superficie terrestre o las glaciaciones, todos los demás procesos han sido observados lo suficiente como para tener un conocimiento de los mismos.

Los especialistas que estudian estos temas, están convencidos de que los fenómenos catastróficos mayores se producen en varios miles e incluso millones de años. La historia de la Tierra ha dado por tanto suficientemente de sí como para que se hayan producido numerosos eventos de este tipo.

El mundo en que habitamos está expuesto a los peligros naturales y la Naturaleza ha demostrado que actúa y golpea de forma feroz. Adquirir esta conciencia es fundamental para afrontar estos eventos y ser capaces, en la medida de nuestras posibilidades, de gestionarlos, previendo su efecto y mitigando sus consecuencias.

CATÁSTROFES NATURALES

Los eventos naturales se convierten en catástrofes cuando los seres humanos o sus propiedades se ven afectadas.

Un terremoto en el desierto del Gobi no se calificaría de Catástrofe Natural si no tiene efecto, como es previsible, en vidas humanas o propiedades. Sin embargo ese mismo peligro natural que es el terremoto, puede convertirse rápidamente en una catástrofe en una región que esté muy densamente poblada y poco preparada.

Las claves para el incremento que están experimentando los Riesgos de la Naturaleza son las siguientes:

- Crecimiento de la población mundial: 6.300 millones de habitantes en el planeta.

ESTUDIO

- Elevada concentración de personas y bienes: Megaciudades.
- Urbanización e Industrialización de zonas peligrosas y altamente expuestas.
- Creciente vulnerabilidad de las sociedades modernas, con sus nuevas tecnologías y formas de construcción.
- Cambios globales en condiciones medioambientales, cambio climático, ...

Según se aprecia en la tabla 1 que refleja las Catástrofes Naturales, según fuentes de Swiss Re,

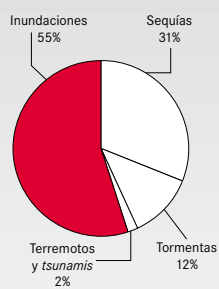
Tabla 1. Mayores Catástrofes Naturales 2004

Catástrofe	Nº Víctimas	Pérdidas Económicas (Mill. USD)	Pérdidas Aseguradas (Mill. USD)
Tsunami en Indonesia	280.000	14.000	5.000
Huracanes USA/Caribe	3.220	59.000	38.000
Tifones Japón	198	14.000	6.828
Terremoto			

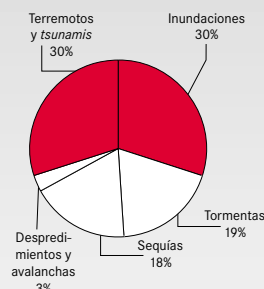
Tabla 2. Desastres Naturales. Década 1994-2003

Nº de afectados	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Sequías	16.946.500	26.791.404	3.620.000	7.330.100	19.882.535	30.502.145	176.477.015	86.757.493	339.901.401	70.274.114	778.122.707
Terremoto	790.785	1.640.722	5.501.102	1.227.462	2.139.320	6.881.400	2.408.826	8.796.841	611.608	3.955.700	33.953.766
Epidemias	6.564.353	445.078	643.994	334.311	879.459	476.548	1.030.908	200.976	969.159	125.956	11.670.742
Temperaturas extremas	1.108.184	535.278	200	614.580	36.386	725.246	27.686	213.161	103.986	1.839.908	5.204.615
Hambrunas	3.900.000	4.308.000	3.575.590	1.686.000	5.612.950	9.144.594	1.000.000	1.000.000	3.983.000		34.210.134
Inundaciones	127.687.833	198.116.395	178.451.143	44.956.366	290.072.569	149.969.693	62.505.835	34.494.674	277.408.430	166.827.751	1.530.490.689
Plagas		200									200
Desprendimientos	298.406	1.122.349	8.936	33.951	209.131	15.291	208.176	67.351	271.454	458.629	2.693.674
Erupciones	235.750	25.876	6.572	7.200	7.808	34.055	118.996	78.346	278.050	25.000	817.653
Olas gigantes			24	29.000		1.300	17.260		1.720		49.304
Incendios	3.067.413	11.839	5.811	53.159	166.904	18.830	39.035	5.739	26.124	8.833	3.403.687
Tormentas	38.311.466	13.771.290	28.144.129	13.594.067	26.784.288	23.889.154	15.459.454	30.645.189	110.694.349	10.781.408	312.074.774
Total afectados	198.910.690	246.768.431	219.597.501	69.866.196	345.791.330	221.658.256	259.293.191	162.259.770	734.249.281	254.297.299	2.712.691.945
Fallecidos	14.098	54.583	55.330	55.330	90.116	101.671	44.320	63.885	51.177	78.442	609.638
Número de desastres	225	263	228	274	329	385	546	459	508	380	3.597

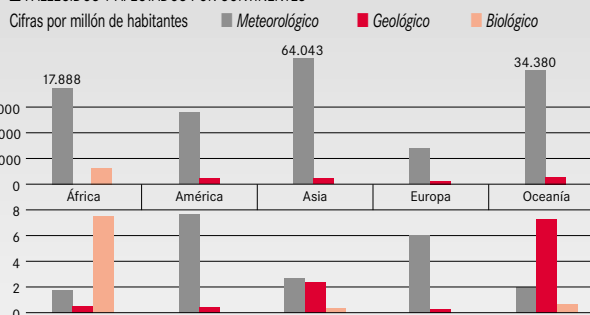
■ AFECTADOS



■ FALLECIDOS



■ FALLECIDOS Y AFECTADOS POR CONTINENTES



Fuente: ONU.

y publicados en su Revista SIGMA, en el año 2004, el número de víctimas ha supuesto más de 300.000 fallecidos y unas pérdidas económicas de más de 100.000 millones de euros, de los cuales 46.000 millones fueron indemnizados por la industria aseguradora.

En resumen, una zona altamente poblada y poco preparada sometida a peligros naturales, provoca enormes consecuencias desde el punto de vista de pérdidas humanas, un moderado coste en pérdidas materiales y una gran repercusión en la sociedad ante la pobre contribución de las empresas aseguradoras.

Los datos de la ONU, obtenidos hasta 2003, según se refleja en la Tabla 2 indican que las pérdidas por Riesgos de la Naturaleza más costosas a la sociedad desde 1994, son las derivadas de Inundaciones, que representan el 55% del total de los afectados, seguidas de las Sequías (37%) y las Tormentas (19%). Sin embargo en víctimas mortales y en el mismo período, el Riesgo de la Naturaleza más costoso es el de terremoto y tsunamis, con el 30%, seguido de las inundaciones (30%) y sequías y huracanes (19% cada uno).

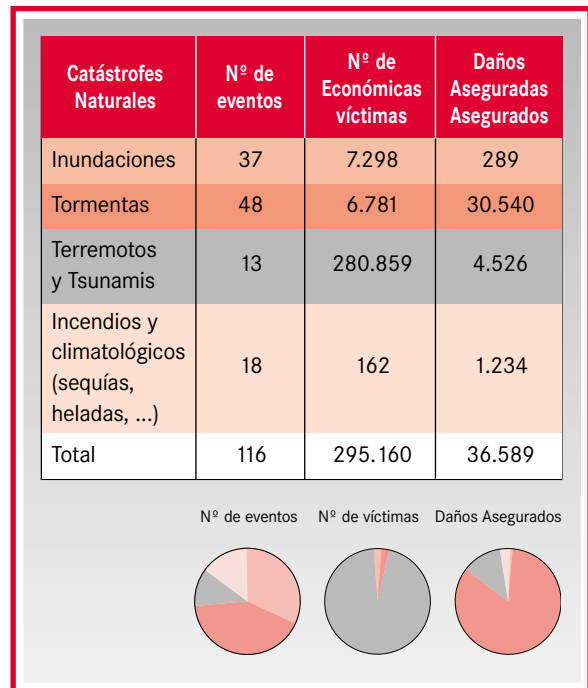
La ONU calcula que en la última década, han fallecido 610.000 personas y se han visto afectadas 2.700 millones por fenómenos de la naturaleza, justo el doble que en la década anterior, con un coste económico de 506.000 millones de euros. De todas ellas, el 90% de las catástrofes y el 50% de las víctimas se han producido en Asia.

En la tabla 3 se representa un resumen de los grandes siniestros por causas de la naturaleza durante el año 2004, por categorías. Claramente el impacto del terremoto de Indonesia marca la estadística en lo que a cifras de víctimas se refiere.

De las 332 catástrofes que se produjeron a lo largo del año, 116 fueron catástrofes naturales. Los 36.500 millones de euros soportados por la industria aseguradora constituyen el record en la historia, que sitúan en 18.400 millones de euros las pérdidas medias anuales.

En la tabla 4 se puede observar una clasificación de los 5 siniestros asegurados más costosos

Tabla 3. Catástrofes Naturales. 2004



de 2004, frente a daños totales y víctimas causadas. Mientras que en la tabla 5 se recogen los 5 mayores siniestros de 2004, por número de víctimas sufridas.

En la tabla 6 se recogen los cinco siniestros más costosos para la industria aseguradora. Igualmente, en la tabla 7 se recogen las cinco catástrofes naturales con mayor nº de víctimas.

La referencia a la situación española se puede observar en el libro publicado por el Consorcio de Compensación de Seguros, sobre "Pérdidas por Terremotos e Inundaciones en España" durante el período 1987 - 2004, en el que se establece además la previsión de pérdidas para los próximos 30 años.

Se ha calculado que en el período comprendido entre el año 1987 a 2001, las pérdidas económicas por terremotos en España se elevan a 203 Mill de euros y por Inundaciones a 11.921 Mill €. Asimismo se establece que para los próximos 30 años, estas pérdidas serán de 2.096 Mill € por terremotos y 25.722 por Inundaciones.

ESTUDIO

Tabla 4. Catástrofes Naturales mas costosas para el seguro. 2004
(costes en millones de euros)

Daños Totales	Daños Asegurados	Víctimas	Fecha	Evento	País
16.000	8.800	124	2/09/2004	Huracán Iván viento 260 Km/h	USA, Caribe, Barbados, Santa Lucía, San Vicente/Granada
17.000	6.400	24	11/08/2004	Huracán Charley viento 233 Km/h	USA, Caribe, Cuba, Golfo de México
6.500	4.000	38	26/08/2004	Huracán francés viento 235 Km/h	USA y Bahamas
22.400	4.000	280.000	26/12/2004	Terremoto + Tsunami Mag. 9.0	Indonesia, Tailandia, Sri Lanka
5.200	3.200	3.034	13/09/2004	Huracán Jeanne	USA y Caribe: Haití, Puerto Rico,

Tabla 5. Catástrofes Naturales con mas victimas. 2004

Víctimas	Daños Asegurados (millones euros)	Fecha	Evento	País
280.000	4.000	26/12/2004	Terremoto + Tsunami	Indonesia, Tailandia, Sri Lanka
3.344	-	23/05/2004	Lluvias Torrenciales Inundaciones	India, Haití, República Dominicana, Puerto Rico
3.034	3.200	13/09/2004	Huracán Jeanne	USA, Caribe, Haití
1.845	-	20/06/2004	Lluvias, monzónicas	Bangla Desh, India
1.404	-	29/11/2004	Tormenta Tropical Winnie:Inundaciones	Filipinas

Tabla 6. Cinco Catástrofes Naturales mas costosas para el seguro desde 1970

Daños Asegurados (millones euros)	Víctimas	Fecha	Evento	País
17.230	43	23/08/1992	Huracán Andrew	USA y Bahamas
16.010	3.025	11/09/2001	Atentado Torres Gemelas (Nueva York)	USA
14.275	61	17/01/1994	Terremoto Northridge 6,6	USA
8.800	124	2/09/2004	Huracán Iván	USA y Caribe
6.400	24	11/08/2004	Huracán Charley	USA y Caribe

Tabla 7. Cinco Catástrofes Naturales mas costosas para el seguro desde 1978

Víctimas	Daños Asegurados (millones euros)	Fecha	Evento	País
300.000	-	14/11/1970	Tempestades e inundaciones	Bangla Desh
280.000	5.000	26/12/2004	Terremoto (9) + Tsunami	Indonesia, Tailandia, Sri Lanka
255.000	-	28/07/1976	Terremoto (7,5)	China
138.000	3	29/04/1991	Ciclón Tropical Gorka	Bangla Desh
66.000	-	31/05/1970	Terremoto (7,7)	Perú

PELIGROS NATURALES. CLASIFICACIONES

En el análisis de los riesgos de la Naturaleza, en primer lugar se deben definir cuáles son los peligros que los constituyen y clasificarlos. Para

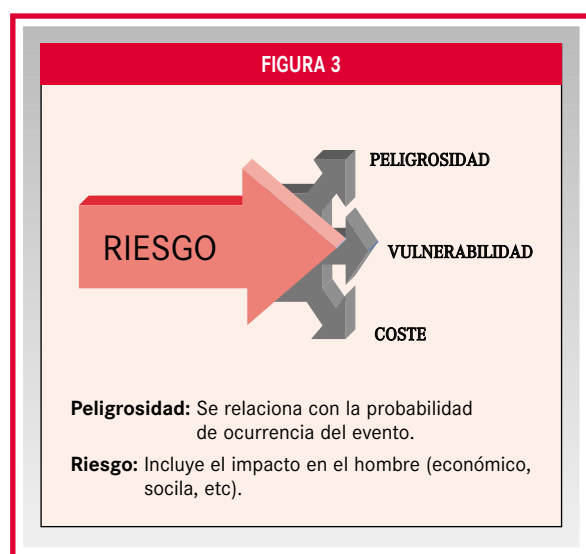
determinar correctamente los parámetros por los que se da valor a un Riesgo, se deben considerar los siguientes conceptos:

Peligrosidad (Aspecto científico): Factor externo del Riesgo, representado por la potencial ocurrencia de un suceso de origen natural o generado por la actividad humana, que puede manifes-

tarse en un lugar específico, con una intensidad y duración determinadas.

Vulnerabilidad (Aspecto ingenieril): Factor interno de riesgo de un sujeto, objeto o sistema, expuesto a una amenaza o peligro, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado.

Coste (Aspecto económico). Materialización económica del daño provocado por la ocurrencia de un evento.



Los Peligros de la Naturaleza se clasifican de la siguiente forma:

- **GEOLÓGICOS**
 - **Internos:**
Terremotos, Volcanes
 - **Externos:**
Deslizamientos del terreno, subsidencia, aludes, fallas activas, arcillas expansivas, materiales geológicos (minerales radiactivos, asbestos, ...), erosión
- **HIDROLÓGICOS**
 - **Continetales:**
Inundaciones
 - **Oceánicos:**
Riesgos costeros

- **METEOROLÓGICOS**
 - **Agua:**
Lluvias, pedrisco, sequía
 - **Viento:**
Tornados, ciclones, vendavales
 - **Temperatura:**
Olas de frío y calor
 - **Térmicos:**
Riesgos de incendio
- **ASTRONÓMICOS**
Meteoritos, hiperactividad solar

Los fenómenos endógenos y exógenos modifican diariamente la superficie terrestre con velocidades que a simple vista parece insignificantes. La erosión de las rocas por los ríos, el viento, los hielos, las olas o los numerosos sismos que ocurren cada día, las erupciones volcánicas (una o dos por mes) o la caída diaria a la Tierra de material cósmico, originan cambios permanentes que sin embargo no son perceptibles de un día para otro.

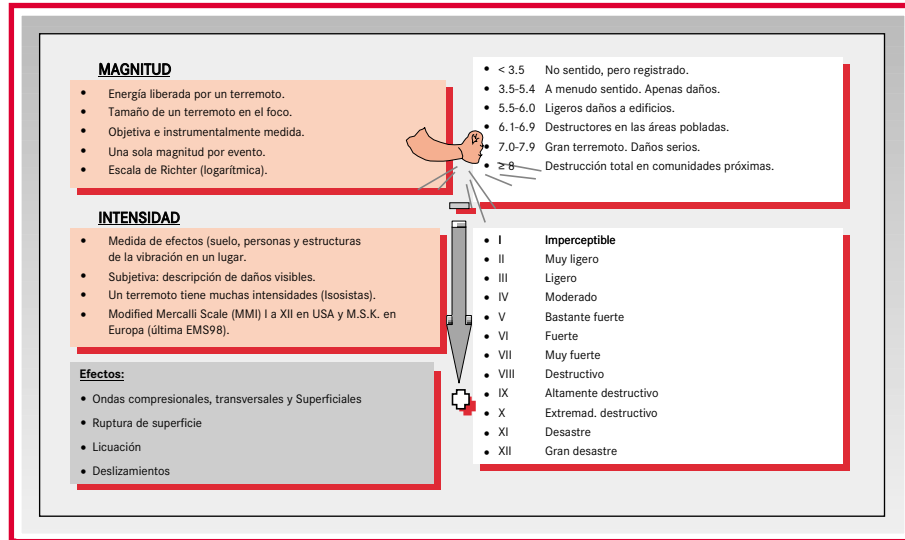
Sin embargo, de forma esporádica, estos fenómenos se presentan con velocidades o magnitudes extraordinarias, produciéndose sismos de gran magnitud, erupciones volcánicas que arrojan toneladas de material, ríos que se desbordan, derrumbes colosales y olas marinas que elevan el litoral hasta más de 30 metros.

Estos fenómenos han sido observados y estudiados desde tiempos históricos, de tal manera que conocemos el mecanismo de su formación, pero lamentablemente aún no somos capaces de **predecir** su ocurrencia (Inferencia del lugar y tiempo posibles donde puede producirse un evento de estas características).

1. Terremotos

Los terremotos son temblores provocados por movimientos de grandes fragmentos de la corteza terrestre. Cada día se producen gran número de sismos en todo el mundo, aunque la mayoría son de pequeña magnitud.

Tabla 8. Factores de clasificación



Aunque la magnitud del terremoto marca la diferencia en la dimensión de las consecuencias del mismo, depende de forma importante de la profundidad. Si la magnitud es muy grande, pero el movimiento sísmico es muy profundo, los daños pueden ser pequeños. Asimismo la magnitud depende de la proximidad del epicentro a un núcleo muy poblado y del tipo de suelo. El suelo blando amplifica el movimiento.

Para tener una aproximación a la equivalencia del poder destructivo de un terremoto, se ha representado en esta tabla la equivalencia aproximada en toneladas de dinamita y los ejemplos de daños que causaría.

Cuando una falla se desliza, provocando un terremoto, ondas sísmicas se propagan en todas direcciones, causando vibraciones, primero de muy alta frecuencia (ondas de cuerpo y transversales) y luego de baja frecuencia (ondas superficiales). Como consecuencia los edificios también vibran. Si estas construcciones no pueden aguantar las vibraciones, sufren daños.

Las ondas compresionales y transversales, de alta frecuencia, son más dañinas para estructuras de poca altura y las superficiales (baja frecuencia), lo son para edificios y estructuras de gran altura.

Las ondas de baja frecuencia tienen una mayor amplitud, por ello se han producido daños en edificios altos a grandes distancias del foco del terremoto.

Otro efecto de los terremotos puede radicar en la ruptura de superficie, que varía desde pocos cm a varios km y con daños que pueden causar a estructuras de obra civil tipo puentes, carreteras, conducciones de agua y de gas, etc.

En algunos terremotos puede producirse el fenómeno de la licuación, en suelos compuestos normalmente por arenas y cienos, que pierden temporalmente la cohesión, pasando a comportarse como fluidos viscosos y no como sólidos.

Otro efecto radica en los deslizamientos de grandes bloques de roca.

Las principales zonas de riesgo vienen representadas en el mapa de la gráfica 1, coincidentes con la unión de las placas tectónicas más dinámicas de la Tierra. En concreto hay 3 zonas a lo largo del globo terráqueo en las que el riesgo de grandes terremotos es elevado.

Seismos tan destructivos como el de Lisboa de 1755 pueden sacudir la Península Ibérica cada mil años. Este terremoto alcanzó los 8,7 grados en la escala Richter, sacudiendo la tierra durante 120 segundos y dos réplicas posteriores, destru-

Tabla 9. Escala Richter y equivalencia

Escala	Equivalencia de la energía TNT	Ejemplos aproximados
1	0,013	toneladas
2	1	tonelada
3	29	toneladas
4	1.000	toneladas
5	32.000	toneladas
6	1.000.000	toneladas
7	32.000.000	toneladas
8	1.000.000.000	toneladas
9	32.000.000.000	toneladas
10	1.000.000.000.000	toneladas
12	160.000.000.000.000	toneladas

Frecuencia estimada anual:	
Mw > 8	1 por año
Mw > 7	20 por año
>2,5	20.000 por año

- Pérdidas estimadas de un terremoto en la zona de Tokio: entre 1 y 2 billones de USD
- Se estima que hay una probabilidad del 60% de ocurrencia de un terremoto de magnitud 6,7 o superior en San Francisco dentro de los próximos 30 años



yendo la mayoría de los edificios de Lisboa, después arrasada por las llamas, y matando a 50.000 de sus 230.000 habitantes. El 85% de los edificios de Sevilla sufrieron daños y el posterior tsunami

provocó más de 1.000 muertos en las costas de Cádiz y Huelva.

El escenario geológico es la falla Azores – Gibraltar, donde la plaza tectónica africana choca

con la eurasiática. Esta última es empujada por la primera, desplazándola del orden de 4 mm al año en dirección Noroeste. Sin embargo esta amplia región no está muy bien definida geológicamente.

El tema de la Predicción de terremotos es controvertido. Una buena parte de la comunidad científica, en su mayoría geólogos, son bastante escépticos con este tema y opinan que la única “predicción” pasa por una buena ordenación territorial y un buen diseño antisísmico.

EEUU y Canadá trabajan en un proyecto de predicción de terremotos que, con décimas de segundo de aviso, permitirían mitigar los efectos catastróficos desconectando Plantas de gas, electricidad, ... Su denominación es Proyecto Neptuno y consiste en la instalación de 30 laboratorios submarinos conectados con más de 3.000 km de cables de fibra óptica alrededor de la Placa de Juan de Fuca.

2. Tsunamis

El principio de formación de un maremoto o tsunami (ola de puerto) radica en un movimiento brusco del fondo de un océano o acuífero, provocando olas en todas direcciones a partir del mismo.

En cualquier caso cualquiera de estos eventos llegan a producir un gran movimiento de una co-

lumna de agua, de millones de toneladas de peso, en sentido vertical ascendente. Las olas resultantes se desplazan con velocidades de más de 700 km/h y pueden extenderse hasta los confines de la cuenca oceánica, a miles de km.

La velocidad de los tsunamis aumenta con la profundidad del océano. La altura de las olas es insignificante, del orden de 1,5 m. Sin embargo cuando la ola se acerca a la costa, donde disminuye la profundidad, la velocidad se reduce y la ola crece en altura, llegando a alcanzar de 40 a 60 m, olas que se producen en serie, con intervalos variables de minutos a horas y cuya intensidad disminuye gradualmente. Los tsunamis sólo son repentinos en casos excepcionales. Es común que antes de la llegada de los tsunamis a la costa se produzca un retroceso del mar.

El 26/12/2004 un terremoto de magnitud 9 en la escala de Richter, sacudió el fondo del mar frente a la costa de Sumatra, generando un tsunami que en pocas horas se extendió hasta 4.500 km en el Océano Índico y llegando a las costas de Somalia, a más de 6.500 km, con un resultado de alrededor de 300.000 muertos y desaparecidos y dejando a una población de 1,5 millones de habitantes sin vivienda.

Tabla 10. Tsunamis. Esencia y clasificación

<p>Movimiento brusco del fondo de un mar o un acuífero.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Causas: Terremotos, Erupción Volcánica submarina, Derrumbe de depósito material en el océano, Meteorito. • Fenómenos predecibles: • Protección: Información, Sistema de Alarma, Plan de evacuación 		
Magnitud	Máx. Altura ola	Descripción de daños
0	1-2 m	Ninguno.
1	2-3 m	Casas inundadas, de madera destruidas.
2	4-6 m	Barcos arrastrados y/o destruidos.
3	10-20 m	(*) Estr. madera, barcos y personas arrastrados.
4	Más de 30m	(*) Daños importantes en 400 Km. de costa.
(*) Se registran cuando hay aguas profundas cerca de la costa o las bahías tienen forma de U, V o W.		

El piso oceánico se alzó hasta 10 m por el deslizamiento brusco de la placa índica por debajo de la birmana, extendiéndose dicho levantamiento, primero a lo largo de 500 km y extendiéndose posteriormente a lo largo de 1.200 km.

La mejor protección pasa por la información a la población sobre medidas de actuación en caso de este tipo de eventos y por una buena dotación de sistemas de alarma., procediendo en su caso a prácticas regulares de medidas de evacuación y protección. La instalación de un sistema de alarma y evacuación resultaría relativamente económico. Se está pensando en la instalación de un sistema de alarma de tsunami en todo el Océano Índico, similar a los que disponen en estos momentos Japón o EEUU en su costa occidental y Hawai, con una amplia red de estaciones sismográficas con información inmediata por radio y TV en caso de peligro de tsunami. La educación y prevención ciudadana es fundamental para mitigar los efectos de este fenómeno y que se adopten las medidas adecuadas ante un anuncio de suceso de un evento así: -evacuación inmediata de la playa - Búsquedas de alturas > a 3^{er} o 4^o piso - evitar rutas a nivel del mar.

Europa está diseñando la creación de un mapa mundial de tsunamis para predecir su aparición: Maxwave, basado en la observación de los satélites ERS de la Agencia Espacial Europea.

3. Erupciones volcánicas

Las erupciones volcánicas son muy frecuentes en determinadas zonas de actividad endógena de la Tierra. Se estima que se produce una media de 2 erupciones mensuales, aunque en pocos casos resultan catastróficas.

Sin embargo las erupciones volcánicas observadas por el hombre no reflejan los procesos volcánicos de mayor magnitud que se han producido en la historia geológica.

Son bien conocidos los volcanes activos de los continentes e islas oceánicas, aunque tal vez no todos los que potencialmente pueden volver a manifestar movimientos. El Vesubio entró en erupción en el año 79, tras 800 años de tranquilidad. El Lamington en Nueva Guinea no se consideraba volcán y dio muestras de vida en 1951...

La reciente evolución sísmica en la isla de Tenerife ha hecho despertar la intranquilidad sobre la posible actividad del Teide. En el último año ha aumentado la actividad sísmica. Sólo en 2004 se han registrado más de 190 fenómenos de pequeña magnitud (en 1998 se registraron 30). Asimismo se registró un aumento de gases magmáticos a lo largo de la dorsal noroeste del Teide. Estos fenómenos se deben a movimientos del magma a 12 km de profundidad, pero su posible desencadenamiento en una erupción no es más que una hipótesis. Hace 2.000 años sufrió una erupción explosiva.

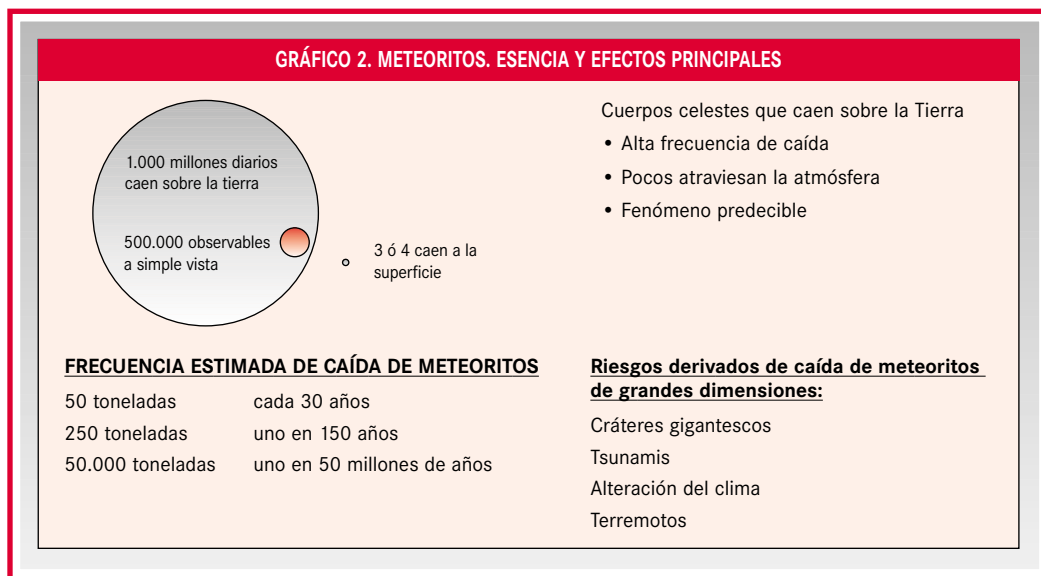
Tabla 11. Volcanes. Zonas de riesgo y efectos principales

Riesgos derivados de Erupciones Volcánicas	Principales zonas de riesgo
<ul style="list-style-type: none"> • Expulsión de gases venenosos • Lluvia de piroclastos • Nubes ardientes • Derrames de lava • Colapso del cono volcánico con avalancha • Corrientes de lodo • Tsunamis 	<ul style="list-style-type: none"> • Cinturón de fuego del Pacífico • Sistema volcánico del margen del Mediterráneo • Dorsales oceánicas (Islandia, Azores, Canarias) • Zonas oceánicas de fractura • Crestas montañosas submarinas (Hawai)

4. Caída de meteoritos

Ha venido a reconocerse el efecto de estos elementos en la historia geológica de la Tierra. Hace más de 3.500 millones de años nuestro planeta debía presentar un aspecto similar a la superficie lunar y de otros planetas de nuestro sistema solar, lleno de cráteres por impacto de meteoritos.

El hecho de que en el pasado geológico se hayan demostrado la producción de impactos colosales, induce a pensar en que pueda volver a ocurrir. La frecuencia de caída de meteoritos es alta, pero al hacer contacto con la atmósfera la gran mayoría pasa al estado de fusión. Actualmente los astrónomos están en disposición de detectar estos fenómenos con semanas de anticipación.



5. Huracanes, ciclones y tifones

Los huracanes pueden alcanzar velocidades de viento de hasta 250-350 km/h. Con velocidades inferiores a 180 km/h se trata de una tormenta tropical. Son muy comunes en el sur y sureste asiático, en las costas de la India, Bangla Desh, Pakistán, Indochina, así como en el Golfo de México y Caribe.

El huracán Iván, desarrollado el 2/9/04 como una intensa tormenta tropical, evolucionó a un huracán al día siguiente, con velocidades de viento superiores a 118 km/h, ascendiendo de Categoría 1 a 4 y 5 en la escala de Saffir-Simpson, alcanzando velocidades de 250km/h. Iván mantuvo esta intensidad durante 12 horas, bajando luego a Categoría 2 y de nuevo a Categoría 4 hasta el 16 de septiembre: es decir, alrededor de 200 h y llegando en 3

ocasiones a la categoría 5 durante algunas horas, con velocidades de 330 km/h.

El riesgo por ciclones tropicales se ha reducido en los últimos 20 años de forma considerable gracias al estudio permanente que hacen de la atmósfera los satélites artificiales. Se observa el nacimiento, evolución, velocidad, tamaño y dirección, pudiendo tomar las medidas precautorias que reduzcan al mínimo las víctimas.

6. Inundaciones

Las inundaciones más comunes son las causadas por los desbordes de los ríos. Los núcleos de población han crecido en sus márgenes y aunque en la 2ª mitad del siglo pasado los riesgos han disminuido por la toma de conciencia, la mayor presencia humana en zonas inundables hace au-

**Tabla 12. Huracanes, Ciclones, Tifones y Tornados.
Esencia y efectos principales**

<p>Manifestación extrema del flujo atmosférico alrededor de un centro de muy baja presión sobre la superficie terrestre.</p> <p>Los daños se deben a las altas velocidades del viento acompañado de lluvias intensas.</p> <p>Riesgos asociados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inundaciones • Marejadas • Desbordes de ríos • Derrumbes • Corrientes de lodo 	
Escala Saffir-Simpson	Velocidad asociada del viento
Categoría 1	entre 119 y 153 km/h
Categoría 2	entre 153 y 177 km/h
Categoría 3	entre 177 y 209 km/h
Categoría 4	entre 209 y 250 km/h
Categoría 5	mayores de 250 km/h
Escala Fujita para tornados	Velocidad asociada del viento
F0	entre 64 y 116 km/h
F1	entre 117 y 180 km/h
F2	entre 181 y 253 km/h
F3	entre 254 y 332 km/h
F4	entre 333 y 418 km/h
F5	entre 419 y 512 km/h

mentar el riesgo, así como las modificaciones en la superficie terrestre, destrucción de la vegetación, erosión de suelos y otras.

La mano del hombre favorece los efectos de las inundaciones al sustituir las barreras naturales como bosques y pantanos por construcciones como carreteras, viviendas, ... El riesgo por inundación de ríos es el más fácil de evitar o mitigar. Resulta sencillo delimitar la superficie que cubre un río durante sus crecidas anuales y las extraordinarias, generalmente producidas una vez cada 15 o 30 años.

Vivimos en un país cosido por torrentes, arroyos, rieras, cauces secos y el agua se concentra en pocas horas. Es aquí donde se produce el 95% de

las víctimas a causa de inundaciones. La primera conclusión de la comisión del Senado que trabajó de 1996 a 1998, tras la tragedia de Biescas, fue la necesidad de realizar mapas de riesgo. En la actualidad aún una gran mayoría de los municipios de España carece de tales mapas.

GESTIÓN DE RIESGOS DE LA NATURALEZA

La **Gestión de Riesgos** es realmente una estrategia y debe ser el resultado de un **comportamiento interdisciplinario, multisectorial** y re-

presentar una actitud y un valor o principio de y para una Sociedad.

Debe constituir un proceso eficiente de **planificación, organización, dirección y control**, dirigido a la **reducción de riesgos**, el **manejo de desastres** y la recuperación ante eventos ya ocurridos.

El proceso de la gestión de los riesgos de la naturaleza se resume en los siguientes pasos:

1. Análisis del Riesgo

- Valoración de la Vulnerabilidad de las construcciones
- Valoración de la Peligrosidad de la zona
- Combinación de lo anterior para elaborar un escenario de Riesgo

2. Estimación de Daños

3. Elaboración de mapas de riesgos

4. Reducción de Riesgos

- Prevención
- Mitigación

5. Manejo de Catástrofes

En la valoración de la **Peligrosidad** se determinan las diferentes áreas de un territorio en función de la misma probabilidad de ocurrencia de un evento. Se expresan en un mapa los diferentes valores de intensidad.

En la valoración de la **Vulnerabilidad** se identifican los bienes expuestos, clasificándose estos según la clase de vulnerabilidad: edad, altura, situación geográfica, ...

Para la **Estimación de Daños** se gradúa el alcance del mismo y se asigna un valor a cada edificio. Configurando las matrices de daños, en función de Vulnerabilidad/Grado de Daño/Intensidad.

En cuanto a la Reducción de Riesgos por **Prevención** se entiende las acciones dirigidas a eliminar el riesgo, ya sea evitando la ocurrencia del evento o impidiendo los daños a través, por ejemplo, de evitar o limitar la exposición del sujeto a la amenaza. En los Riesgos Naturales la prevención es altamente costosa y poco viable. Pasa por incluir el concepto prevención como una variable más en la toma de decisiones.

La **Mitigación** recoge las acciones dirigidas a reducir los efectos generados por la ocurrencia de un evento.

Bajo el concepto de **Manejo de Desastres**, entendemos cómo afrontar de la mejor manera el impacto de los desastres y sus efectos. Abarca también la ejecución misma de aquellas acciones necesarias para una oportuna respuesta como evacuación, atención de afectados y reducción de las pérdidas en las propiedades.

MAPAS DE RIESGOS NATURALES

Dadas las características de ocurrencia y desarrollo de los fenómenos de la naturaleza de nivel catastrófico y sus efectos en amplias zonas geográficas, resulta fundamental la disposición de mapas de riesgos, que gráficamente faciliten el análisis y actuaciones que se precisaran para minimizar los efectos negativos que se puedan derivar.

1. Clasificación. La cartografía del riesgo

Se basa en la delimitación de zonas (zonificación) expresando la posibilidad de que una serie de sectores o elementos de una sociedad se vean afectados por un evento natural de tipo extremo, distinguiéndose los tipos siguientes:

- Cartografía de Peligrosidad: zonificación en función de frecuencia e intensidad de ocurrencia de un determinado evento.
- Cartografía de Vulnerabilidad: zonificación en función de la mayor o menor fragilidad de los elementos de la sociedad frente a dicha ocurrencia.

Cartografía de gestión de emergencias:

- Utilización de los medios disponibles en los procesos operativos de intervención ante la ocurrencia de desastres naturales.

Cartografía de evaluación de daños:

- Acumulación de información sobre los desastres y sus características, para la revisión de la Planificación.

2. Escalas de Cartografía

- De Reconocimiento (escala $\leq 1 : 400.000$):
Primera aproximación al estudio de los riesgos en un territorio de gran extensión. Los documentos más frecuentes a esta escala suelen ser los mapas de peligrosidad. Juega un papel importante al ofrecer una primera visión general de la situación de los riesgos en el territorio.
- De Semidetalle ($1 : 400.000 < E \leq 1 : 50.000$):
Es la que ofrece una mayor cantidad de documentos, con gran dispersión en España entre Organismos estatales, Comunidades Autónomas, entidades locales y otros. Su difusión y utilización ha sido bastante escasa.
- De Detalle ($E > 1 : 50.000$):
Es la asignatura pendiente. Hay un escaso nivel de desarrollo en los estudios de riesgo desde una perspectiva conceptual, carencia de medios e información geográfica de precisión desde un punto de vista técnico y la falta de obligatoriedad en la relación de planes de emergencia municipal desde una óptica de normativa.

Durante la conferencia organizada por el Consorcio de Compensación de Seguros sobre “Terremotos, tsunamis e inundaciones: Experiencia española”, el Director General del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), llevó a cabo dos anuncios importantes: por un lado la puesta en marcha del Plan Prigeo, consistente en la elaboración de cartografía de peligrosidad 1:50.000 y 1:10.000 en un plan a 10 años y por otro la puesta en marcha del proyecto de creación de una red coordinada de sistemas de alerta, dirigido desde Presidencia del Gobierno.

3. Cartografía de riesgos específicos. Planes especiales

- Plan Especial de incendios Forestales:
Es uno de los riesgos a los que mayor atención de le ha prestado. La mayoría de las Comunidades Autónomas disponen ya de Planes Especiales. Presentan unos criterios de zonificación del riesgo muy abiertos y poco definidos. Se establece la necesidad de elaborar cartografía de gestión de emergencias: prever vías de evacuación, los lugares seguros y los equipamientos y suministros necesarios.
- Plan Especial de Inundaciones:
Plantea un esquema de zonificación de lo más detallado y ambicioso. Sólo Valencia y País Vasco disponen de planes homologados. Plantea un esquema de zonificación de lo más detallado y ambicioso. Respecto a la peligrosidad establece una tipología que incluye precipitaciones “in situ”, avenidas y rotura o fallos en infraestructuras hidráulicas. Se establecen 3 tipos de zonas de inundación: Inundable por avenidas de retorno de 50 años: frecuente.
Entre 50 y 100 años: ocasional
Entre 100 y 500 años, excepcional.
- Plan Especial de Riesgo sísmico:
Se plantean bajo la hipótesis de ocurrencia de terremotos de intensidad igual o superior a VI para un período de retorno de 500 años. Sólo Cataluña y Aragón se encuentran elaborándolos. Se remite a los mapas de peligrosidad del IGN y en cuanto a la vulnerabilidad, en función de la construcciones cuya destrucción pueda causar víctimas, interrumpir servicios o causar efectos catastróficos asociados.
- Plan Especial de Riesgo Volcánico:
Sistemas de predicción e identificación de actividad volcánica, tratan muy levemente el aspecto de la zonificación. Sólo se trabaja en este Plan en la zona de Canarias.

4. Ámbito asegurador. Atlas y programas de Riesgos de la Naturaleza

Aparte de estos, algunas comunidades se han encargado de elaborar planes específicos

para otros tipos de riesgos naturales de gran incidencia en su territorio: nevadas, aludes y playas.

Tanto Swiss Re como Munich Re disponen de sitios web con servicios de información muy completa sobre peligros naturales.

Swiss Re: CatNet Sitio web: www.swissre.com.

Munich Re: Nathan Sitio web: www.munichre.com.

En España existen numerosas publicaciones y organismos que estudian y se dedican a estos fenómenos IGME (Instituto Geológico y Minero de España), el IGN (Instituto Geográfico Nacional).

Desde el punto de vista asegurador cabe destacar el activo papel de organismos como el Consorcio de Compensación de Seguros www.consorseguros.es y de empresas como Mapfre Re www.mapfrere.com en el estudio y avance del conocimiento y la información de los Riesgos de la Naturaleza.

CONCLUSIÓN

El poder y la impredecibilidad de los fenómenos de la naturaleza, subrayan la necesidad de acometer medidas globales de prevención.

La clave ante eventos sobre los que no podemos actuar para eliminar su ocurrencia, pasa por la

concienciación de la Sociedad a la hora de afrontar sus efectos y de paliar sus consecuencias.

La adopción de un papel activo ante el riesgo demanda, por un lado una Información cada vez más completa y por otro la necesidad de respuestas públicas de protección.

Aquella mañana de diciembre en una playa de Phuket los más de 100 turistas que atendieron a las advertencias de la pequeña Tilly Smith, la niña británica de 10 años que al ver que el mar retrocedía centenares de metros alejándose de la playa, gritando advirtió de la llegada de un tsunami, nunca olvidarán que salvaron la vida gracias a la fortuna de que se cruzaron con ella en aquel sitio, en aquel instante y justo unas semanas después de que Tilly hubiera estudiado en la escuela este efecto de los maremotos.

Paradójicamente este suceso nos enseña la principal conclusión de prevención ante las Catástrofes Naturales: La prevención a través de la Concienciación y la Información.

Y para terminar, esa concienciación debe ser extensiva a los dirigentes de la Sociedad, al objeto de que dediquen sus máximos esfuerzos a invertir en Planificar y desarrollar las medidas adecuadas de Prevención y Actuación en caso de Siniestros Naturales.