

### *T.2.2 Selección de los tipos de peligros naturales*

La decisión de limitar el IRD a los terremotos, los ciclones tropicales, las inundaciones y las sequías se basa en dos razones. Primero, porque predominantemente son estos tipos de peligros los que se asocian a pérdidas de vidas por desastre en los registros antiguos (94,43%). Segundo, porque se dispone de datos geofísicos e hidrometeorológicos para construir un modelo que compare el alcance y la posible gravedad de los efectos de estos peligros naturales. Había que contar con datos mundiales, aunque con suficiente grado de detalle para dibujar el mapa de los riesgos de cada país.

En una investigación preliminar, también se tuvieron en cuenta las erupciones volcánicas. Finalmente se excluyeron debido a la complejidad que suponía construir el modelo del alcance espacial de la actividad volcánica. Otros tipos de amenazas naturales que tal vez terminen en desastres y deterioren el proceso de desarrollo humano, como los peligros tecnológicos y biológicos, no están comprendidos en el IRD, ni tampoco lo están los peligros naturales que se dan a escala local, como los desprendimientos de tierra. Éstos podrían incluirse posteriormente, cuando comiencen a utilizarse las bases de datos internacionales sobre desastres con detalle por país.

### *T.2.3 Selección de los países a incluir en el modelo*

La elaboración del IRD tiene por objeto incluir en su análisis a todos los Estados soberanos, pero se presentan dos grandes obstáculos. Primero, la disponibilidad de datos sobre desastres difiere de un país a otro. Aunque en un principio se decidió incluir a todos los Estados, se descartaron del análisis detallado a los que no contaban con datos suficientes. Esto explica, en parte, que se utilizaran cantidades distintas de países en el análisis de cada peligro natural. Segundo, algunos territorios que se clasifican como territorios dependientes o de ultramar, a menudo son pequeñas islas o enclaves geográficamente distantes pero política y administrativamente vinculados con Estados soberanos como Francia, el Reino Unido, los Estados Unidos o China. Los territorios de ultramar y los Estados soberanos a menudo tienen características socioeconómicas y ambientales, y perfiles de riesgos muy diferentes. En lo posible, se trató de analizar a estos territorios por separado.

### *T.2.4 Fórmula y método general para calcular los riesgos y la vulnerabilidad*

La fórmula utilizada para construir el modelo de los riesgos combina los tres componentes que lo definen. El riesgo depende de la probabilidad de que ocurran los fenómenos peligrosos, del elemento expuesto al riesgo (la población) y la vulnerabilidad. La ecuación que se presenta a continuación se formuló para construir los modelos de los riesgos de desastre.

$$0 \text{ (peligro)} \times \text{población} \times \text{vulnerabilidad} = 0 \text{ (riesgo)}$$

Los tres factores utilizados para la explicación estadística del riesgo se multiplicaron entre sí, lo que significa que si el peligro fuese cero, luego el riesgo es cero. El riesgo también es cero si nadie vive en una zona expuesta al peligro (población = 0). La misma situación se produce si la población no es vulnerable (una vulnerabilidad igual a cero, produce un riesgo igual a cero).

De aquí se construyó una ecuación simplificada del riesgo<sup>a</sup>:

### **Ecuación 1. Riesgo**

Ecuación 1 
$$R = A \cdot Pob \cdot Vul$$

Donde

*R es el riesgo (cantidad de muertos)*

*A es la amenaza, que depende de la frecuencia y la potencia de determinado peligro natural*

*Pob es la población que vive en determinada zona expuesta*

*Vul es la vulnerabilidad y depende del contexto sociopolítico y económico de esa población*

El peligro natural (amenaza) multiplicado por la población se utilizó para calcular la exposición física.

### **Ecuación 2. Evaluación del riesgo utilizando la exposición física**

Ecuación 2 
$$R = ExpFís \cdot Vul$$

Donde

*ExpFís es la exposición física, es decir, la frecuencia y la gravedad multiplicadas por la población expuesta*

*La exposición física se obtuvo construyendo el modelo de la zona afectada por cada evento registrado. La frecuencia de los eventos se calculó sumando el número de eventos para la zona determinada, y dividiéndolos entre los años de observación (para lograr una frecuencia media por año). A partir de la zona afectada, se determinó el número de habitantes expuestos utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG). La población afectada multiplicada por la frecuencia de un evento catastrófico de determinada magnitud, arrojó el grado de exposición física.*

*Las variables socioeconómicas que podrían asociarse estadísticamente con el riesgo se hallaron reemplazando el riesgo en la ecuación por la cifra de muertos registrada en la EMDAT. Luego se realizó un análisis estadístico para encontrar la relación entre las variables socioeconómicas y ambientales, la exposición física y las muertes registradas.*

Se tomó en cuenta la magnitud de los eventos definiendo un umbral por encima del cual el evento pasa a integrar el modelo. En el caso de los terremotos, el umbral se estableció en 5,5 grados de la escala Richter. Por lo tanto, la magnitud sólo se tomó en cuenta parcialmente, ya que se consideró el tamaño de la zona afectada con respecto a la magnitud, para calcular la

---

<sup>a</sup> El modelo utiliza una regresión logarítmica, la ecuación es similar pero con un exponente para cada uno de los parámetros.

exposición física. Aún queda mucho por hacer para afinar el cálculo de la magnitud de los fenómenos con miras a utilizarla en las evaluaciones mundiales.

El total de vidas perdidas a causa de los peligros naturales se calculó en el ámbito nacional. Las pérdidas debidas a las amenazas naturales fueron iguales a la suma de todos los tipos de riesgos que enfrenta una población en determinada zona, como se muestra en la Ecuación 3.

### **Ecuación 3. Cálculo del riesgo total**

Ecuación 3

$$Riesgo_{Tot} = \sum (Riesgo_{Inundaciones} + Riesgo_{Terremotos} + Riesgo_{Volcanes} + Riesgo_{Ciclones} + \dots Riesgo_n)$$

Para calcular el riesgo combinado que enfrenta un país es necesario calcular la probabilidad de que ocurra y la gravedad de cada peligro, el número de personas afectadas, y determinar la vulnerabilidad y la resistencia de la población, todo lo cual es muy ambicioso y no puede lograrse por la limitación que imponen los datos actuales. Sin embargo, se procurará presentar un método basado en los datos existentes, que continuará afinándose en futuras aplicaciones del IRD.

## **T.3 La selección de los indicadores**

### *T.3.1 Escalas espaciales y temporales*

El IRD se halló para cada uno de los 249 países definidos en los informes GEO.<sup>6</sup>

Fue necesario contar con las variables socioeconómicas, utilizadas en el análisis del riesgo, para cubrir el período de 21 años a estudiar, es decir de 1980 a 2000. La fecha de comienzo se fijó en 1980 porque, antes de ese año, la información (especialmente sobre las víctimas) no se consideró fiable ni comparable a datos previos. Las variables que forman parte de la Ecuación 2 son cifras totales (suma o promedio) de los datos disponibles para el período en estudio, con las siguientes excepciones importantes:

- La frecuencia de los terremotos se calculó sobre un período de 36 años, debido al período de retorno más largo que caracteriza a este tipo de desastres. En 1964 comienza la primera etapa mundial del registro de terremotos.
- La frecuencia de los ciclones se basó en las probabilidades anuales proporcionadas por el Centro de Análisis e Información sobre el Dióxido de Carbono (CDIAC).<sup>7</sup>
- Se contaba con el Índice de Desarrollo Humano para los siguientes años: 1980, 1985, 1990, 1995 y 2000. Sin embargo, se aplicaron algoritmos para calcular cada año entre 1980 y 2000.
- Se disponía de datos sobre población por celda de la cuadrícula (para los cálculos de la exposición física) para 1990 y 1995.
- Se disponía del Índice de Percepción de Corrupción (CPI) para el período comprendido entre 1995 y 2000.

---

<sup>b</sup> En el caso de los países apenas afectados por un determinado peligro natural, el riesgo se reemplazó por cero si el modelo no podía aplicarse a dicho peligro.

### *T.3.2 Indicadores de riesgo*

El riesgo puede expresarse de diferentes maneras (por ejemplo, por la cantidad de muertos, el porcentaje de víctimas mortales o el porcentaje de víctimas mortales en comparación con la población expuesta). Cada medida tiene sus ventajas y sus inconvenientes (ver Cuadro T.1).

**Cuadro T.1 Ventajas y desventajas de los indicadores de cada riesgo**

<b>Indicadores de riesgo</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
Cifra de muertos	Cada ser humano tiene el mismo 'valor.'	No parece lo mismo 10.000 víctimas fatales distribuidas entre 10 países pequeños que 10.000 víctimas fatales en un solo país. Los países pequeños quedan en desventaja.
Muertos/Población	Permite comparar entre países. Los países menos poblados tienen la misma ponderación que los países más poblados.	Cada ser humano no tiene el mismo 'valor'. Por ejemplo, un muerto en Honduras equivale a 160 muertos en China.
Muertos/Población expuesta	Se resalta el riesgo regional, aunque los habitantes afectados sean una porción más pequeña del total de la población nacional.	Se pueden resaltar problemas locales que no tienen peso en el ámbito nacional y establecer una prioridad equivocada para determinado país.

En el proceso de definición del IRD se utilizaron dos indicadores para cada tipo de peligro: la cifra de muertos y los muertos en relación con la población. El tercer indicador se utiliza para la vulnerabilidad relativa. No deben compararse las poblaciones expuestas a diferentes peligros sin establecer normas previamente, como se menciona en el informe.

### *T.3.3 Indicadores de vulnerabilidad*

En el cuadro T.2 se indican las variables socioeconómicas y ambientales elegidas para representar ocho categorías distintas de vulnerabilidad.

**Cuadro T.2 Indicadores de vulnerabilidad**

Categorías de vulnerabilidad	Indicadores	Sequía	Inundaciones Terremotos Ciclones	Fuente <sup>c</sup>
Económica	Producto Interno Bruto por habitante (paridad de poder adquisitivo)	X	X	BM
	Índice de pobreza humana (IPH)	X		PNUD
	Servicio total de la deuda (porcentaje de las exportaciones de bienes y servicios)		X	BM
	Inflación, precios de los alimentos (porcentaje anual)		X	BM
	Desempleo, total (porcentaje de la fuerza de trabajo total)		X	OIT
Tipo de actividad económica	Tierra cultivable (en miles de hectáreas)		X	FAO
	Porcentaje de tierra cultivable y cultivos permanentes		X	FAO
	Porcentaje de población urbana		X	División de Población BM
	Porcentaje de dependencia de la agricultura para el PIB	X		BM
	Porcentaje de mano de obra en el sector agrícola	X		FAO
Dependencia y calidad del medio ambiente	Bosques y zonas forestadas (en porcentaje de la superficie)		X	FAO
	Degradación del suelo por actividades humanas (evaluación mundial de la degradación de los suelos)	X		FAO/PNUMA
Demográfica	Crecimiento demográfico		X	UNDESA
	Crecimiento urbano		X	GRID <sup>d</sup>
	Densidad de población		X	GRID <sup>e</sup>
	Relación de dependencia por edad		X	BM
Salud y saneamiento	Porcentaje de población con acceso al agua potable (total, urbana, rural)	XXX		OMS / UNICEF
	Número de médicos (por 1.000 habitantes)		X	BM
	Número de camas de hospital		X	BM
	Esperanza de vida al nacer para ambos sexos		X	UNDESA
	Tasa de mortalidad de niños menores de cinco años	X		UNDESA
Capacidad de alerta temprana	Número de radios (por cada 1.000 habitantes)		X	BM
Educación	Tasa de analfabetismo		X	BM
Desarrollo	Índice de Desarrollo Humano (IDH)	X	X	PNUD

Fuente: PNUD/PNUMA

<sup>c</sup> FAOSTAT, la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); GRID (Global Resource Information Database), base de datos de información sobre recursos mundiales del PNUMA; BM, Indicadores de desarrollo mundial del Banco Mundial; Informe sobre Desarrollo Humano del PNUD; OIT, Oficina Internacional del Trabajo; UNDESA, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas/División de Población. El equipo de Perspectivas del Medio Ambiente Mundial del PNUMA volvió a procesar la mayoría de los datos. Las cifras pueden consultarse en el la página web de Datos de GEO (PNUMA), <http://geodata.grid.unep.ch>.

<sup>d</sup> Calculado a partir de los datos del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

<sup>e</sup> Calculado a partir de la construcción del modelo espacial de PNUMA/GRID sobre los datos demográficos del Consorcio para la Red Internacional de Información sobre las Ciencias de la Tierra.

Se definió la lista de factores a tener cuenta para el análisis a partir de los siguientes criterios:

- Pertinencia. Seleccionar los factores de vulnerabilidad (orientados a los resultados, a partir de la observación de la situación de la población) que no estén basados en los factores de mitigación (aportaciones, medidas adoptadas). Por ejemplo, inscripción escolar más que el presupuesto para educación.
- Calidad y disponibilidad de datos. Los datos deben cubrir el período comprendido entre 1980 y 2000, y a la mayoría de los 249 países y territorios.

Las variables que se rechazaron por estas dos razones fueron, por ejemplo, el porcentaje de personas afectadas por el SIDA, el nivel de corrupción y la cantidad de camas de hospital en relación con la población.

#### T.3.4 Fuentes de datos

Los datos provienen de distintas fuentes: desde universidades e instituciones científicas nacionales a bases de datos internacionales reunidos por organizaciones internacionales. En el Cuadro T.3 se indican las fuentes de datos utilizadas para obtener información sobre los peligros naturales.

**Cuadro T.3 Fuentes de datos sobre los peligros naturales**

Tipo de peligro	Fuente de datos
Terremotos	Consejo del Sistema Sísmico Nacional (al año 2002), <i>Earthquake Catalog</i> , <a href="http://quake.geo.berkeley.edu/cnss/">http://quake.geo.berkeley.edu/cnss/</a> .
Ciclones	Centro de Análisis e Información sobre el Dióxido de Carbono (1991), <i>A Global Geographic Information System Data Base of Storm Occurrences and Other Climatic Phenomena Affecting Coastal Zones</i> , <a href="http://cdiac.esd.ornl.gov/">http://cdiac.esd.ornl.gov/</a> .
Inundaciones	Instituto Geológico de los Estados Unidos (1997), <i>HYDRO1k Elevation Derivative Database</i> , <a href="http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/">http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/</a> .
Sequías (sequía física)	IRI / Universidad de Columbia, Centro Nacional de Predicción del Medio Ambiente de Estados Unidos / Centro de Predicción Climática, (al año 2002), <i>CPC Merged Analysis of Precipitation (CMAP), monthly gridded precipitation</i> (cuadrícula de precipitaciones mensuales), <a href="http://iridl.ldeo.columbia.edu/">http://iridl.ldeo.columbia.edu/</a> .

En el Cuadro T.4 se indican las fuentes de información sobre las variables relativas a las víctimas, la población y la vulnerabilidad.

**Cuadro T.4 Fuentes de información sobre las variables relativas a las víctimas, la población y la vulnerabilidad**

Tema	Fuentes de datos
<b>Víctimas (muertos)</b>	Universidad Católica de Lovaina (al año 2002), EMDAT, la base de datos internacional sobre desastres de OFDA/CRED, <a href="http://www.cred.be/">http://www.cred.be/</a> (para las sequías, el PNUD / Dirección de Prevención de Crisis y de Recuperación también incluye las víctimas de las hambrunas, para cada caso en particular).
<b>Población (cifras)</b>	<p>Consortio para la Red Internacional de Información sobre las Ciencias de la Tierra, IIPA, WRI (2000): <i>Gridded Population of the World (GPW)</i>, Versión 2, <a href="http://sedac.ciesin.org/plue/gpw/">http://sedac.ciesin.org/plue/gpw/</a>.</p> <p>PNUMA, CGIAR, NCGIA (1996), <i>Human Population and Administrative Boundaries Database for Asia</i>, <a href="http://www.grid.unep.ch/data/grid/human.php">http://www.grid.unep.ch/data/grid/human.php</a>.</p>
<b>Factores de vulnerabilidad</b>	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	PNUD (2002), <i>Indicadores de desarrollo humano</i> , <a href="http://www.undp.org/">http://www.undp.org/</a> .
Índice de Percepción de Corrupción	Transparency International (2001), <i>Global Corruption Report 2001</i> , <a href="http://www.transparency.org/">http://www.transparency.org/</a> .
Degradación del suelo (porcentaje de la superficie afectada)	Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos, PNUMA (1990), <i>Global Assessment of Human-Induced Soil Degradation (GLASOD)</i> (evaluación mundial de la degradación de los suelos), <a href="http://www.grid.unep.ch/data/grid/gnv18.php">http://www.grid.unep.ch/data/grid/gnv18.php</a> .
Otras variables socioeconómicas	PNUMA / GRID (al año 2002), Pagina Web de datos <i>GEO-3</i> , <a href="http://geodata.grid.unep.ch/">http://geodata.grid.unep.ch/</a> (datos recopilados de las bases de datos del Banco Mundial, Instituto de Recursos Mundiales, FAO).

## T.4 Cálculo de la exposición física

### T.4.1 Descripción general

Se dispone de dos métodos para calcular la exposición física. Primero, multiplicando la frecuencia de los peligros por la población que vive en cada zona expuesta. Las frecuencias de los peligros naturales se calculan para diferentes potencias del evento, y la exposición física se calculó de acuerdo a la Ecuación 4.

#### Ecuación 4. Cálculo de la exposición física

$$\text{Ecuación 4} \quad \text{ExpFís}_{\text{nac}} = \sum F_i \cdot \text{Pob}_i$$

Donde

*ExpFís<sub>nac</sub>* es la exposición física del país

*F* es la frecuencia anual de un evento de determinada magnitud que se da en un espacio determinado

*Pob<sub>i</sub>* es la población total que vive en dicho espacio determinado

Se utilizó un segundo método cuando no existían datos sobre la frecuencia anual de retorno de un evento de determinada magnitud. En este caso (terremotos), la exposición física se calculó dividiendo la población expuesta por los años en que ocurrió determinado evento, como se indica en la Ecuación 5.