

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/259545994>

CURVA DE EXCEDENCIA DE PÉRDIDAS HÍBRIDA PARA LA REPRESENTACIÓN DEL RIESGO

Dataset · January 2014

CITATIONS

2

READS

195

5 authors, including:



Omar Dario Cardona

National University of Colombia

167 PUBLICATIONS 1,440 CITATIONS

SEE PROFILE



Luis E. Yamin

Los Andes University (Colombia)

52 PUBLICATIONS 183 CITATIONS

SEE PROFILE



Miguel Genaro Mora

Polytechnic University of Catalonia

23 PUBLICATIONS 51 CITATIONS

SEE PROFILE



Alex H. Barbat

Polytechnic University of Catalonia

327 PUBLICATIONS 2,394 CITATIONS

SEE PROFILE

CURVA DE EXCEDENCIA DE PÉRDIDAS HÍBRIDA PARA LA REPRESENTACIÓN DEL RIESGO



C.A. Velásquez¹, O.D. Cardona², L.E. Yamin³, M.G. Mora⁴ y A. Barbat⁵

¹ CIMNE, Universitat Politècnica de Catalunya, cavelasquez@cimne.upc.edu

² IDEA Manizales, Universidad Nacional de Colombia, odcardonaa@unal.edu.co

³ Universidad de los Andes, lyamin@uniandes.edu.co

⁴ CIMNE, Universitat Politècnica de Catalunya, mgmora@cimne.upc.edu

⁵ CIMNE, Universitat Politècnica de Catalunya, alex.barbat@upc.edu

RESUMEN

Este artículo describe una metodología de análisis de riesgo que utiliza, por un lado, estimaciones empíricas de recurrencia con base en la información de una base de datos de desastres locales, con la cual se puede estimar la recurrencia de pérdidas a causa de eventos menores, y por otro, evaluaciones analíticas probabilistas, con el fin de estimar la recurrencia de pérdidas para eventos mayores o catastróficos, para los cuales no se tiene información debido a la ausencia de información histórica. Mediante la construcción de una curva de excedencia de pérdidas “híbrida” se puede representar el riesgo de desastre de una forma más apropiada y completa. El primer segmento de la curva, correspondiente a las pérdidas menores y moderadas se calcula mediante un análisis inductivo, en retrospectiva, y el segundo segmento de la curva, correspondiente a las pérdidas extremas, se calcula mediante un análisis deductivo y predictivo, en prospectiva. Se presentan dos casos de estudio (Colombia y México) en los cuales se ha aplicado esta nueva técnica de evaluación probabilista del riesgo.

Palabras clave: Riesgo, Curva de excedencia, Pérdidas, Desastre.

SUMMARY

This article describes a risk analysis methodology that uses, in one hand, empiric estimations of recurrence based on information available in local disaster data bases, with which it is possible to estimate the loss recurrence of small events, and on the other hand, probabilistic analytical evaluations to estimate the loss recurrence of greater or catastrophic events for which there is not information due the lack of historical data. Using a “hybrid” loss exceedance curve it is possible to represent the disaster risk in a proper and complete way. The first segment of the curve that corresponds to the small and moderate losses, is calculated using an inductive and retrospective analysis, and the second segment of the curve that corresponds to the extreme losses, is calculated using a deductive and predicted analysis, in prospective. Two case studies are presented (Colombia and Mexico) where this new probabilistic risk assessment technique has been applied.

Keywords: Risk, Exceedance curve, Losses, Disasters.

Introducción

Cada año se aprecia un mayor impacto socioeconómico en los desastres ocurridos por fenómenos naturales, especialmente sobre los países en desarrollo. Esto puede explicarse en parte por el aumento de los activos en zonas propensas, al aumento de la población localizada en áreas urbanas inapropiadas y a la ausencia o a la no aplicación de las normas

de seguridad y protección frente a los fenómenos naturales.

Los desastres debidos a fenómenos naturales impactan la población y la infraestructura productiva de los países, lo cual afecta su crecimiento y compromete su desarrollo económico y social. Es por esto que el riesgo de desastre se debe evaluar de manera apropiada y se debe tener en cuenta en los planes de desarrollo, de modo que se lleven a cabo acciones encaminadas en reducir la vulnerabilidad, bien sea aplicando mejores estándares y normas, mediante la realización de obras de mitigación, mejorando la resistencia de los activos expuestos y, en algunos casos, mediante la reubicación de los mismos fuera de las áreas de peligro.

En general los costos o pérdidas asociados a un desastre no se evalúan en forma completa. Si se evaluaran de manera apropiada todos los costos humanos, físicos y productivos directos y consecuencias indirectos (como el lucro cesante) entre otros, se podría dimensionar el notable beneficio que tiene la implementación de medidas anticipadas y proactivas de reducción del riesgo, y la gestión del riesgo no solamente estaría soportada en las medidas convencionales del preparación y atención de emergencias.

La evaluación apropiada del riesgo de desastre es un paso fundamental para poder justificar la inversión en su reducción y así disminuir o evitar los futuros desastres. Una de las técnicas más apropiadas para lograr estimar el riesgo y evaluar el impacto de las medidas de prevención y mitigación es la curva de excedencia de pérdidas. Esta curva usualmente se calcula en forma analítica considerando la excedencia de la intensidad de futuros eventos (peligrosidad) y la vulnerabilidad de los elementos expuestos; expresada en términos probabilistas. Los modeladores de riesgo usan este tipo de técnica usualmente para estimar el riesgo catastrófico, lo que es especialmente útil para eventos extremos como los terremotos o los huracanes, que correlacionan muchas pérdidas. Sin embargo, este enfoque analítico no es muy apropiado cuando se desea evaluar el riesgo por eventos menores recurrentes, más puntuales, como los deslizamientos y las inundaciones. Por esta razón, se ha propuesto una nueva forma de calcular la curva de excedencia de pérdidas mediante una técnica “hibrida” que combina un enfoque empírico y retrospectivo, que permite estimar el riesgo por eventos menores, utilizando información almacenada en bases de datos de eventos históricos, y un enfoque analítico prospectivo, que permite estimar el riesgo por eventos mayores, que incluso pueden no haber ocurrido antes (ERN-AL, 2010).

Esta metodología se ha utilizado para estimar y estratificar el riesgo de varios países y se ha incluido como una técnica innovadora para estimar los beneficios de la prevención y mitigación del riesgo en el nuevo Global Assessment Report, GAR2011, de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, EIRD, de las Naciones Unidas, en el cual se presentan los avances más recientes en la reducción del riesgo de desastres a nivel mundial (United Nations, 2011).

Evaluación retrospectiva del riesgo

Para la evaluación retrospectiva de riesgo se utilizó la base de datos DesInventar (Corporación OSSO, 1998). Esta base de datos incluye eventos que han tenido efectos menores y puntuales (que representan lo que se la ha denominado riesgo extensivo) así como también eventos con grandes consecuencias (a lo que se le ha denominado riesgo intensivo). Dicha base de datos registra los eventos a nivel local, por poblado, desagregando un desastre amplio en múltiples registros, por lo cual se realizó un proceso de filtrado, agrupación y valoración de aquellos desastres que han afectado varias poblaciones al mismo tiempo.

El proceso de filtrado consistió en eliminar o corregir los registros que presentaran posibles inconsistencias o errores y posteriormente se realizó una reclasificación de los

registros por categoría con base en los criterios de indicados en la Tabla 1.

Tabla 1. Reclasificación de los registros

Categoría	Eventos incluidos (como aparecen en la base de datos)	
Sismo	Sismo	Tsunami
Volcánico	Actividad Volcánica	
Deslizamiento	Alud	Deslizamiento
Hidrometeorológicos	Aluvión	Avenida torrencial
	Cambio línea de costa	Granizada
	Helada	Huracán
	Inundación	Lluvias
	Marejada	Neblina
	Nevada	Ola de calor
	Onda fría	Sequía
	Tempestad	Tormenta eléctrica
	Tornado	Vendaval
Otros eventos	Accidente	Biológico
	Cambio línea de costa	Colapso estructural
	Contaminación	Epidemia
	Erosión	Escape
	Explosión	Hambruna
	Hundimiento	Incendio
	Incendio forestal	Intoxicación
	Naufragio	Otro
	Pánico	Plaga
	Racionamiento	Represamiento
	Sedimentación	

Posteriormente los eventos pertenecientes a una misma categoría se agruparon por región y por fecha, aplicando además un rango en el cual se considero que un evento importante podría desencadenar otros menores. Una vez condensada la base de datos se aplicó una metodología de evaluación de pérdidas económicas basada en el manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres desarrollado por la CEPAL (2003), el cual fue calibrado basado en los informes disponibles del costo de varios desastres incluidos en la base de datos. Posteriormente se procedió a realizar un análisis de recurrencia de pérdidas partiendo de la base de datos de eventos agrupados. La Tabla 2 y la Figura 1 presentan los resultados de dicho análisis.

Tabla 2. Resumen de eventos agrupados para los casos de Colombia y México

Categoría	Colombia		México	
	No. Eventos	Costo [mill. US\$]	No. Eventos	Costo [mill. US\$]
Deslizamiento	2.401	711	442	1.707
Hidrometeorológicos	5.565	10.449	3.608	66.499
Otros Eventos	2.771	771	4.228	6.533
Sismo	112	2.802	84	7.401
Volcánico	19	251	14	637
Todos los eventos	10.868	14.983	8.376	82.778

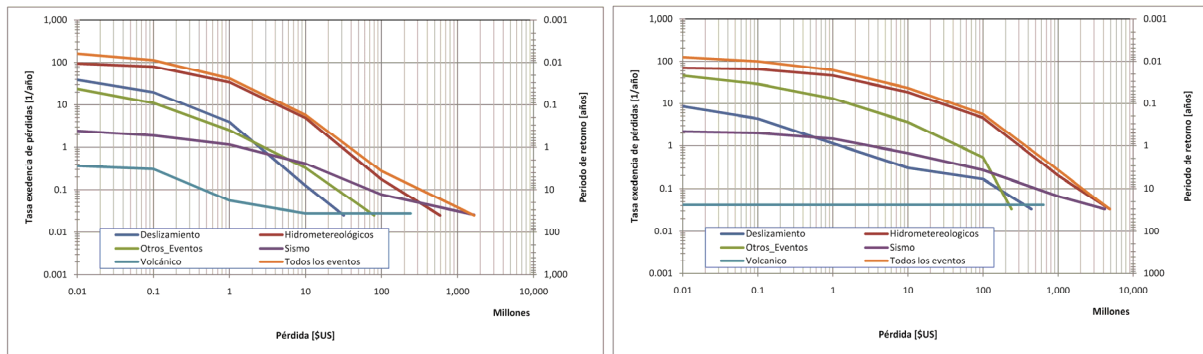


Figura 1. Curvas de recurrencia de pérdidas económicas por categoría de eventos. Izquierda: Colombia, Derecha: México

También se obtuvo la tendencia de pérdidas económicas por período presidencial (Colombia, 4 años, México, 6 años) que ilustra cómo se han estado incrementando las pérdidas acumuladas en cada período, así como también ha estado aumentando el promedio anual. Estos valores han sido calculados aplicando el índice de equivalencia de capacidad de compra (PPP) y se presentan en la Figura 2.

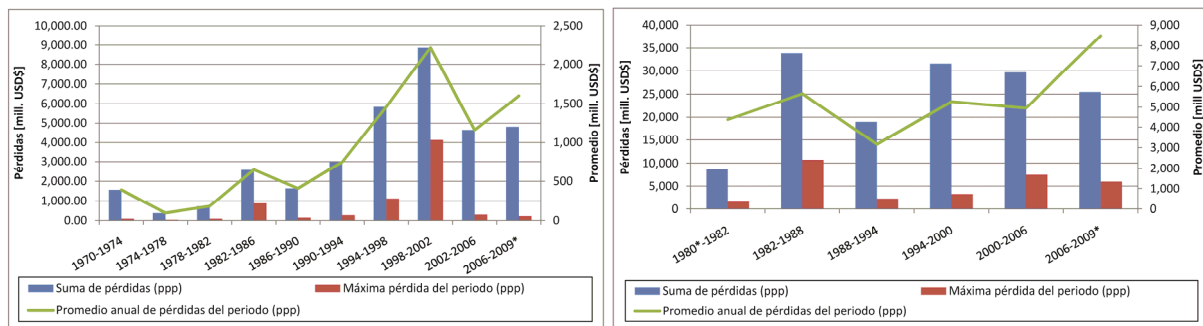


Figura 2. Pérdidas económicas (ppp) por período presidencial. Izquierda: Colombia, Derecha: México

Evaluación prospectiva del riesgo

Considerando la posibilidad de que se pueden presentar eventos futuros altamente destructivos, la estimación del riesgo debe realizarse utilizando modelos analíticos probabilistas, que permitan emplear la información disponible para pronosticar posibles escenarios catastróficos en los cuales se considere la alta incertidumbre involucrada en el análisis. En consecuencia, la evaluación del riesgo debe seguir también un enfoque prospectivo, anticipando eventos de ocurrencia y consecuencias científicamente factibles que puedan presentarse en el futuro, considerando las grandes incertidumbres asociadas a la estimación de la severidad y la frecuencia. Dicho modelo se puede encontrar con mayor detalle en la descripción del CAPRA, sistema de evaluación del riesgo multi-amenaza desarrollado por ERN América Latina para el Banco Mundial, el BID, UN-ISDR y el CEPREDENAC (ERN-AL, 2009).

La peligrosidad asociada a un fenómeno natural se mide utilizando la frecuencia de ocurrencia y la severidad de los eventos. Usualmente se caracteriza mediante algún parámetro de intensidad del peligro en una ubicación geográfica específica. La evaluación de la peligrosidad está basada en la frecuencia histórica de eventos con sus diferentes grados de intensidad. Una vez se definen los parámetros que caracterizan la ocurrencia de los fenómenos desde el punto de vista técnico-científico, es necesario generar un conjunto de eventos estocásticos –mediante la simulación de una serie de eventos aleatorios– que analíticamente definen la frecuencia y severidad del fenómeno peligroso, representando así la peligrosidad o probabilidad de ocurrencia de eventos en la región estudiada.

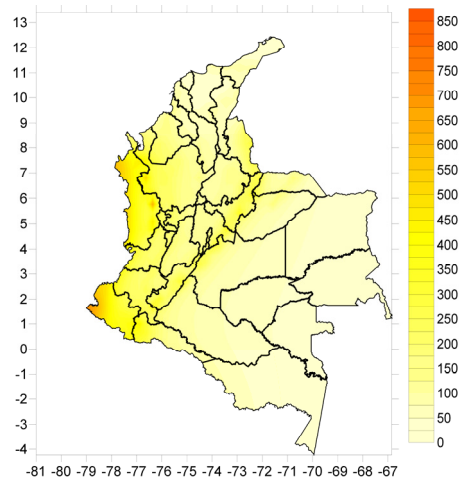


Figura 3. Mapa de peligrosidad uniforme (TR 500 años) por sismo [gals] para Colombia.

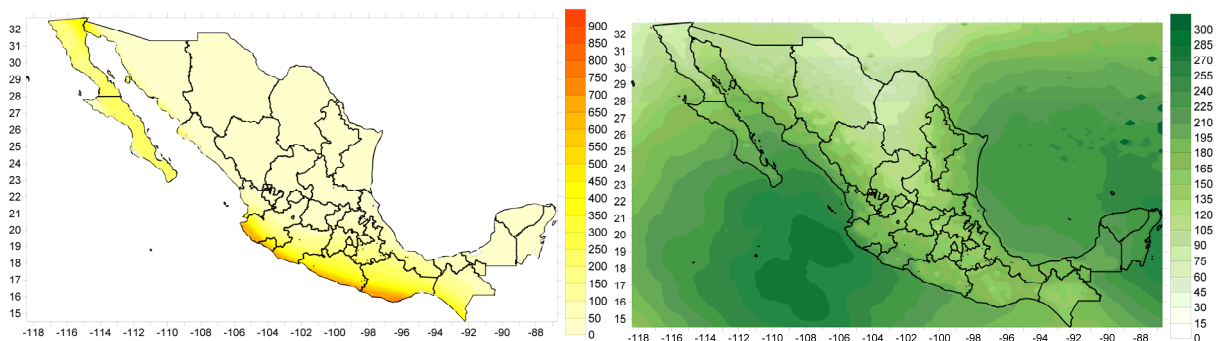


Figura 4. Mapas de peligrosidad uniforme (TR 500 años) para México.
Izq: Sismo [gals], Der: Viento huracanado [kmh]

La caracterización de la exposición a nivel global se realiza utilizando modelos aproximados con base en la distribución de la población en píxeles de 30", según lo disponible en las bases de datos de población mundial como LandScan o SEDAC. Esta distribución de la población se utiliza para generar una base de exposición de edificios en las principales ciudades de las zonas a estudiar. Adicionalmente, la información disponible de censos y estadísticas de los diferentes países se utiliza para realizar una categorización de la infraestructura en términos de tipos constructivos, para lo cual se utiliza en forma complementaria información socio-económica.

La caracterización de la vulnerabilidad física se realiza mediante la generación de funciones que relacionan el nivel de daño de cada componente con la intensidad del fenómeno que caracteriza la peligrosidad. La función de vulnerabilidad debe estimarse para cada uno de los tipos constructivos característicos de manera que puedan asignarse a cada uno de los elementos que constituyen la base de datos de exposición. Mediante las funciones de vulnerabilidad es posible estimar el daño o los efectos producidos en cada uno de los activos ante la acción de cada evento caracterizado por alguno de los parámetros de intensidad del fenómeno que se está considerando. Cada función de vulnerabilidad está definida por un valor medio de daño y su varianza, con lo cual es posible estimar su función de probabilidad respectiva. La varianza da cuenta de la incertidumbre asociada en este proceso del cálculo de riesgo catastrófico.

Para los casos analizados se evaluaron la peligrosidad sísmica (Colombia y México) y por huracán (México), generando catálogos extensos de eventos probables, que tienen una malla de distribución de intensidades, una desviación y una frecuencia de ocurrencia. A estos países se les estimó su valor expuesto y se les distribuyó en una serie de sectores y

de sistemas estructurales, para posteriormente asignarles funciones de vulnerabilidad y estimar el daño esperado.

Tabla 3. Resultados de la evaluación probabilista de riesgo para el gobierno.
Izq: Colombia, Der: México.

Valor Expuesto	US\$ mill.	\$173,226
Pérdida anual esperada	US\$ mill.	\$316
	%	1.80
PML		
Período retorno	Pérdida	
años	US\$ mill.	%
100	\$2,976	1.7%
250	\$4,417	2.5%
500	\$5,655	3.3%
1000	\$7,126	4.1%
1500	\$7,625	4.4%

Valor Expuesto	US\$ mill.	\$330,101
Pérdida anual esperada	US\$ mill.	\$803
	%	2.43
PML		
Período retorno	Pérdida	
años	US\$ mill.	%
100	\$4,658	1.4%
250	\$6,644	2.0%
500	\$8,090	2.5%
1000	\$9,646	2.9%
1500	\$10,713	3.2%

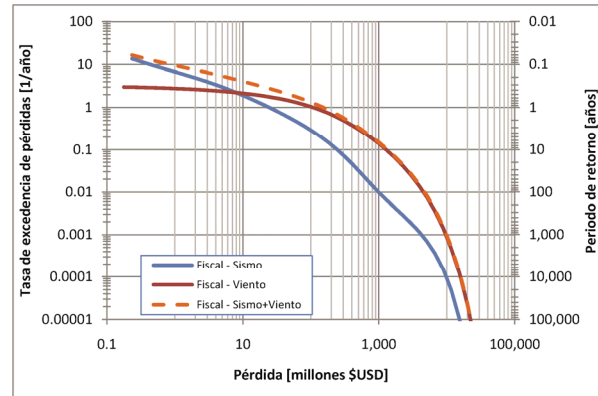
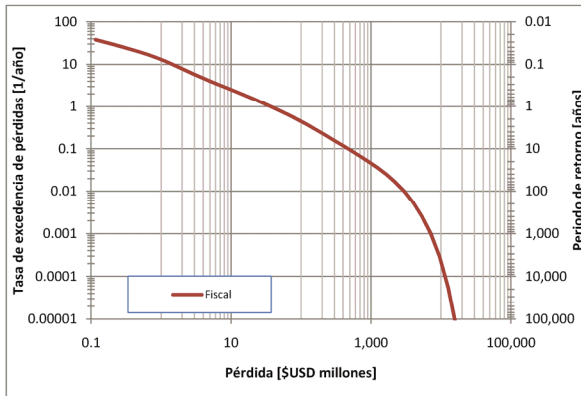


Figura 5. Curvas de excedencia de pérdidas para el portafolio fiscal. Izq: Colombia, Der: México

Aunque el valor expuesto de los países en consideración se estimó en un valor mucho mayor, éste se distribuyó en diferentes sectores, y aquí sólo se presenta para el gobierno central. La responsabilidad fiscal en este caso corresponde a los activos de propiedad del Estado y los bienes de la población de menores ingresos o más vulnerable.

Integración de las evaluaciones de riesgo: la curva híbrida

La curva de excedencia de pérdidas utilizando el método retrospectivo ilustra el comportamiento histórico de las pérdidas que se ha presentado hasta la fecha. La mayoría de estos desastres son menores, afectando en mayor medida a la población más vulnerable de bajos ingresos y a la infraestructura nacional (vías, puentes, etc.). Estos resultados se integran con los análisis de riesgo catastrófico con el fin de estimar todos los efectos sobre el sector gobierno.

Las curvas de excedencia de pérdidas utilizando el modelo probabilista proyectan las pérdidas que se pueden llegar a tener en el futuro. Se trata de las pérdidas totales que el país puede tener (de acuerdo con su exposición estimada con un "proxy") o de las pérdidas que serían de responsabilidad fiscal del Estado (en infraestructura y reconstrucción de activos para los más pobres). Estas dos curvas obtenidas con la modelación predictiva en términos probabilistas no son confiables para el rango de pérdidas causadas por eventos menores y se consideran, en general, más robustas (por el tipo de supuestos realizados

analíticamente) para el segmento de eventos mayores (por ejemplo, a partir de pérdidas de 100 millones de dólares).

La Figura 6 y la Figura 7 presentan las curvas de excedencia de pérdidas económicas integradas para los dos tipos de análisis mencionados (eventos históricos y modelo probabilista) para Colombia y México. Las figuras presentan una sola curva de excedencia de pérdidas para gobierno nacional y federal respectivamente, bajo el supuesto de que todos los eventos históricos han afectado principalmente a los estratos socio-económicos de menores ingresos y que la responsabilidad del Estado frente a los desastres mayores en el futuro corresponde a los activos del sector público y de los estratos socio-económicos de bajos ingresos.

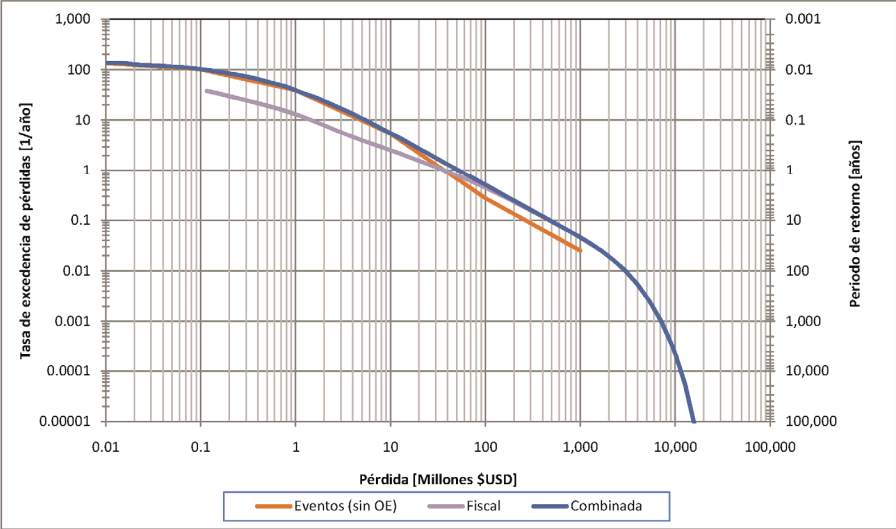


Figura 6. Curva híbrida de excedencia de pérdidas para Colombia

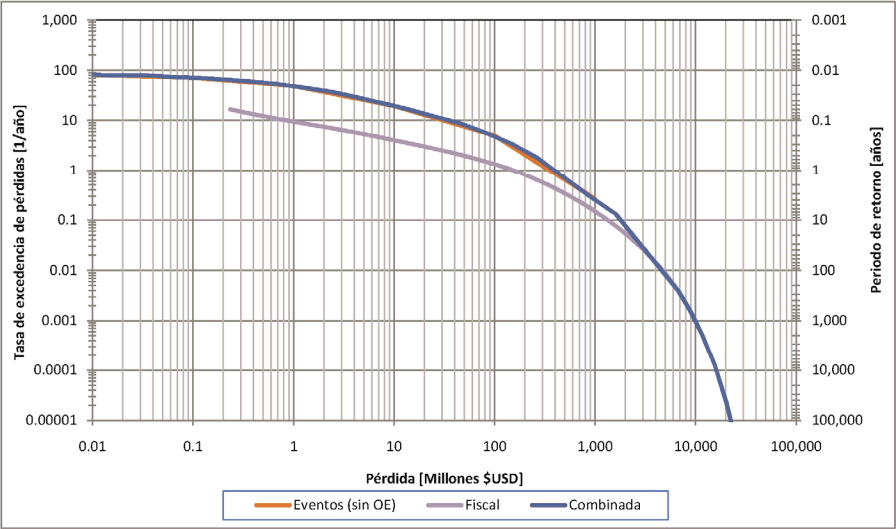


Figura 7. Curva híbrida de excedencia de pérdidas para México

De esta forma el primer segmento de la curva híbrida de excedencia para cada gobierno corresponde al de las pérdidas menores y moderadas obtenidas del análisis empírico/inductivo, o en retrospectiva, y el segundo segmento corresponde al análisis deductivo y predictivo, o en prospectiva, del potencial de pérdidas mayores y extremas. En otras palabras, la técnica propuesta para el análisis del riesgo de otros países, regiones o ciudades se fundamenta en empalmar el primer segmento de la curva para cada tipo de peligrosidad y en conjunto, con el segundo segmento de la curva obtenido sólo para las

peligrosidades que tienen el potencial de generar eventos catastróficos como los sismos y los huracanes.

Tabla 4. Comparación de la pérdida anual esperada (millones de \$USD).

	DesInventar Todos los eventos	DesInventar (Sin Otros eventos)	Análisis Catastrófico Sector fiscal	Curva Híbrida
Colombia	380	360	316	490
México	2.760	2.540	810	2.424

Conclusiones

Esta metodología demuestra que es indispensable medir el riesgo de manera retrospectiva, con un enfoque inductivo o empírico, y al mismo tiempo de manera prospectiva, con un enfoque deductivo y probabilista. Mediante la construcción de la curva híbrida de excedencia de pérdidas, utilizando el DesInventar, para dar cuenta del riesgo extensivo, y utilizando un “proxy” de exposición, para dar cuenta del riesgo intensivo empleando una técnica analítica, es posible obtener el riesgo general al cual se encuentra expuesta una región y estimar las pérdidas esperadas para diferentes períodos de tiempo.

Para llevar a cabo una gestión efectiva del riesgo es necesario realizar evaluaciones de riesgo cuidadosas, con un enfoque que permita demostrar y medir el impacto del riesgo extensivo, debido a los múltiples eventos menores que en forma agregada implican costos considerables y notables efectos sociales y ambientales, que deben ser mitigados con estrategias de intervención efectivas. Igualmente, también es necesario medir el impacto, a veces insospechado, del riesgo intensivo, asociado a la potencial ocurrencia de eventos extremos, cuyas consecuencias pueden afectar la sostenibilidad fiscal y soberana de un país y que por lo tanto son pasivos contingentes que deben ser objeto de estrategias óptimas de protección financiera. Estudios similares se pueden realizar en aquellos países que cuenten con la base de datos DesInventar o una equivalente, desarrollando un “proxy” de exposición nacional y empleando el sistema CAPRA. Los países que no cuenten con DesInventar deben empezar por conformar este tipo de base de datos, ya que como se puede apreciar se pueden obtener con este tipo de bases de datos buenos indicadores del riesgo al que se encuentran expuestos, y que son insumos importantes para una evaluación integral del riesgo de desastre.

Referencias:

- Corporación OSSO (1998). “¿Qué es DesInventar?”. Recuperado Febrero 2, 2011, a partir de <http://www.desinventar.org/>
- CEPAL (2003), “Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres”, ONU, CEPAL, Banco Mundial, 4 Tomos.
- ERN-AL (2009). “Comprehensive Approach for Probabilistic Risk Assessment (CAPRA)”. Recuperado Febrero 2, 2011, a partir de http://www.ecapra.org/capra_wiki/es_wiki
- ERN-AL (2010), “Modelación probabilista de riesgos naturales a nivel global”, Informe para el GAR2011, EIRD, Ginebra.
- United Nations (2011). Global Assessment Report of Disaster Reduction, GAR2011, International Strategy for Disaster Reduction, ISDR, Geneva.