

# CONGRESO LATINOAMERICANO Y CARIBEÑO DE CIENCIAS SOCIALES – FLACSO 50 AÑOS

## TEMA: GESTION DEL RIESGO

### DEGRADACION, VULNERABILIDAD Y RIESGO HIDROGEOMORFOCLIMÁTICO EN AREAS URBANAS DE LADERAS

Por: Othón Zevallos Moreno<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El trabajo presenta los patrones de riesgo ligados a la variabilidad climática en Ecuador, a partir de los registros de desastres de la Base Desinventar, así como algunos índices de riesgo y vulnerabilidad ante estos fenómenos, basados en el sistema de indicadores socio económicos del Ecuador SIISE. Presenta también el efecto de la degradación ambiental en áreas urbanas de laderas con relación al riesgo de origen hidrometeorológico (Inundaciones, deslizamientos, aluviones, etc.), soportado por evidencia empírica y por el análisis de los procesos de ocupación e intervención, a partir de la experiencia del Programa de Manejo de laderas de Quito.

**Palabras claves:** Gestión, riesgo hidrometeorológico, amenazas, vulnerabilidad, desastres, clima

#### ANTECEDENTES

##### Desastres en aumento

Los desastres asociados al clima están en aumento en el mundo. Es suficiente abrir las páginas de los diarios para constatar que no pasa una semana sin que se reporten inundaciones, deslizamientos, nevadas, sequías, olas de calor, huracanes, tornados, etc. Sin duda, la preocupación global por el cambio climático, abona a una mayor visibilización de estos eventos, antes poco percibidos y reportados.

En particular el número de desastres atribuidos a inundaciones está en aumento. Las inundaciones son el tipo de evento natural más destructivo que golpea a los seres humanos y sus bienes. En la década 1991-2000 una media de 211 millones de personas por año fueron afectadas por desastres naturales, 2/3 de los cuales lo fueron por inundaciones. (UNISDR, 2001). En el Ecuador, esta situación no es diferente como se verá más adelante.

##### La problemática de las laderas

En ciudades, las áreas urbanas localizadas en laderas, aparecen especialmente vulnerables a la ocurrencia de desastres asociados al clima, al agua y a la morfología. A pesar de los riesgos inherentes, las laderas de las zonas montañosas de las ciudades son siempre atractivos para ser urbanizadas. Este es el caso de ciudades ecuatorianas como Quito,

---

<sup>1</sup> Miembro de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED).  
Consultor -Director de Estudios del Programa de Saneamiento Ambiental para el DMQ. EMAAPQ.

Ambato, Portoviejo, Esmeraldas, Guayaquil, etc., así como de muchas ciudades de la región como Bogotá, Caracas, Medellín, La Paz, entre otras.

La pendiente del terreno es un factor determinante que segrega a los distintos actores al restringir la ocupación y aumentar los costos de infraestructura, por lo que estas son ocupadas por los estratos económicos más altos o por los más bajos. El crecimiento de asentamientos informales en laderas está determinado por los efectos de los modelos de desarrollo que generan inequidad entre las zonas urbanas y rurales así como dentro de las zonas urbanas. (PNUD-ECHO, 2007).

La vista del paisaje urbano y la cercanía a las zonas céntricas o de trabajo son los principales atractivos que dan el alto valor a estas tierras. Para ello incluso los intereses económicos mueven su poder para construir obras y servicios y cambian las regulaciones de suelo como sucedió en las laderas del Pichincha en Quito en la década de los setentas. En el caso de asentamientos informales, la disponibilidad y el bajo precio de la tierra por el hecho de ser áreas prohibidas de urbanizar, son los elementos motivadores para su ocupación.

## **REGISTROS DE DESASTRES COMO EVIDENCIA DEL RIESGO**

### **Desinventar**

“Desinventar” (en adelante abreviada DI) es un software desarrollado en lenguaje MS Access por La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), con el objeto de ingresar de una manera estandarizada, consultar y procesar información sobre los desastres y sus efectos (LA RED, 2000). La metodología DI reporta eventos de desastres sobre unidades geográficas, y no fenómenos, por lo que la ocurrencia de un sismo o un Fenómeno El Niño (ENOS) por ejemplo, son reportados como varios o múltiples desastres si sus efectos han ocurrido en diferentes unidades geográficas.

### **La Base de Datos de Ecuador**

La información para la base de datos se obtuvo principalmente a partir de fuentes hemerográficas como son los diarios con cobertura nacional El Comercio de Quito y El Universo de Guayaquil, más otras fuentes para periodos específicos, como los diarios Hoy y Expreso, las Juntas Provinciales de Defensa Civil para el Fenómeno El Niño 97-98 y otras. La base fue complementada y depurada siguiendo la metodología de LA RED desarrollada por el Observatorio Sismológico del Sur Occidente (OSSO-U. del Valle). (Chicaiza, 2004).

La base está limitada por factores como el número y localización de los diarios que se levantaron, la falta de datos técnicos en las fuentes, el afán de magnificar el evento en las noticias, o por subjetividad del periodista que redacta la noticia, etc. Adicionalmente, en la mayoría de desastres no se evalúan los daños de manera pormenorizada, razón por lo cual lo que se refleja en los medios de comunicación y se recoge en la base de datos es apenas una fracción, la punta del iceberg de todos los daños y desastres que ocurren en el país (Desinventar, 2005).

A pesar de ello, DI es globalmente la base más detallada y completa sobre registro de desastres para Ecuador. Esta es una primera y valiosa fuente de información sobre la globalidad de la situación de los desastres en el país.

## **Definiciones**

El riesgo de desastre asociado a fenómenos de la naturaleza, está relacionado con la probabilidad de que la materialización de éstos pueda afectar personas, bienes materiales, infraestructura, servicios, o en general ejercer un efecto negativo sobre algún tipo de actividad humana, sobre la sociedad o la naturaleza misma. Desde esta perspectiva, existen relaciones complejas entre los procesos sociales-económicos, que inciden sobre las condiciones de vulnerabilidad, las amenazas y el riesgo (Daqui, 2004). Existe un círculo vicioso, descrito por Hewitt (1996), debido a que frente a una amenaza, los actores sociales con menos recursos económicos no tienen capacidad para enfrentar las pérdidas, por lo cual sus condiciones de vida empeoran generando mayores factores de vulnerabilidad ante la siguiente amenaza, produciendo así una amplificación de los efectos.

En el presente estudio se partió de la interpretación de la realidad riesgo como un modelo complejo espacio-temporal de interacciones entre entidades socio-económicas y físico-naturales. La propuesta parte de las lecciones del pasado para “predecir” las condiciones futuras y prevenir o mitigar sus posibles consecuencias. El registro histórico de desastres se puede señalar como una dimensión del riesgo materializado. Este riesgo materializado permite analizar las condiciones sociales, económicas y ambientales en las cuales los desastres ocurren, así como su interacción con la amenaza como producto de las condiciones climáticas, hidrológicas y morfológicas. Un modelo simplificado de este enfoque sería:

*Registro de Desastre => Riesgo materializado => f (fenómeno ocurrido x condiciones de vulnerabilidad)*

## **Amenazas Hidrogeomorfoclimáticas (HMC)**

En esta denominación “Hidrogeomorfoclimática” (HMC) se incluyen todas aquellas amenazas ligadas o asociadas a la variabilidad climática. Específicamente, la amenaza hidroclimática refiere a eventos como inundaciones ocasionadas por fuertes aguaceros localizados de corta duración. Las amenazas geomorfológicas corresponden a desplazamientos gravitacionales de masas de terreno desestabilizadas bajo el efecto de fenómenos naturales (precipitaciones, sismos) o de acciones antrópicas (remoción de tierra, vibraciones, deforestación, explotación de canteras). Las amenazas morfoclimáticas incluyen aluviones, flujos de lodos, escombros o crecidas torrenciales de gran capacidad destructiva ocasionadas por fuertes aguaceros, ligadas a los drenajes naturales (D’Ercole y Metzguer, 2004).

Para el análisis de eventos HMC asociados a la variabilidad climática, se consideran los siguientes de la base DI: inundación, deslizamiento, avenida, lluvia, vendaval, tempestad, marejada, huracán, sedimentación, helada, granizada, sequía, erosión litoral, aluvión, alud, incendio forestal, epidemia, plaga, tormenta eléctrica, nevada, ola de calor (Lavell et al, 2001).

## Desastres HMC

Los desastres en Ecuador están cada vez más ligados a la variabilidad climática. En efecto, entre la década del 70 hasta fines del 2000, los desastres HMC se incrementaron del 15.8% al 67.1% y entre ellos las inundaciones y deslizamientos de manera más significativa. Esto se visualiza claramente en el Cuadro No. 1 donde se observa que los desastres antrópicos (accidentes e incendios) eran los más frecuentes en la década de los 70s mientras en los 90s lo son las inundaciones y los deslizamientos.

**Cuadro 1. Desastres mas frecuentes por décadas**

DÉCADA	PRIMER EVENTO MÁS FRECUENTE	%	SEGUNDO EVENTO MÁS FRECUENTE	%
1970-1979	Accidente	59.6	Incendio	26.1
1980-1989	Incendio	32.1	Inundación	27.4
1990-1999	Inundación	43.6	Deslizamiento	22.8

Fuente: Desinventar, 2005 Procesamiento: Autor

### Patrón espacial

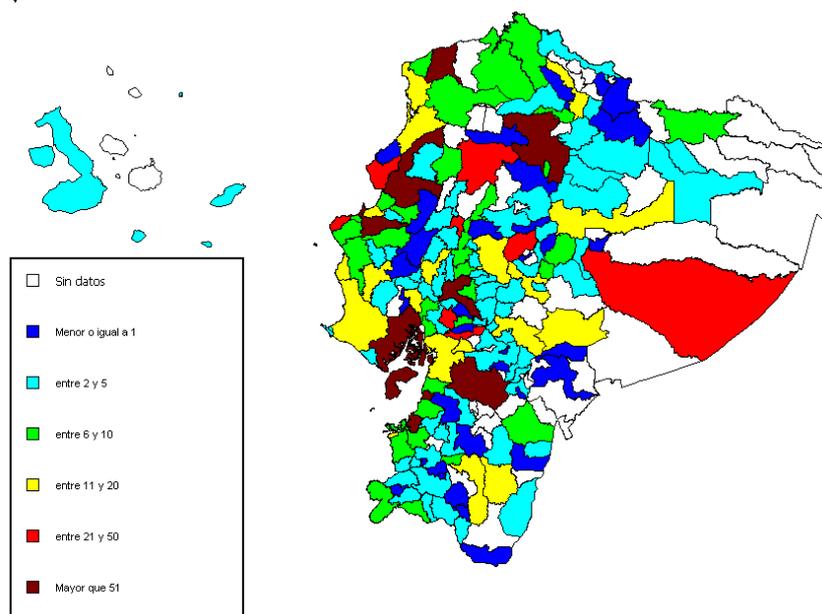
A nivel nacional, para todo el período de registro, Guayas, Manabí y Pichincha son las provincias más afectadas. A su vez estas provincias son las más pobladas en el país. La región con mayor número de reportes de desastres es la Costa, teniendo el 58.3% del total de registros de la base, seguido de la Sierra y el Oriente con 33.9% y 7.8% respectivamente.

En la Costa, los reportes de desastres más representativos según su importancia se relacionan con inundaciones, deslizamientos y epidemias. En la Región Sierra los desastres más frecuentes son: deslizamientos, inundaciones y lluvias. En la Región Amazónica los más frecuentes son los deslizamientos y las inundaciones.

A nivel cantonal aquellos que presentan mayor número de desastres son los ubicados en el Golfo de Guayaquil, en Manabí y en Esmeraldas en la región costa, y en Quito y Cuenca en la región sierra. (Figura No.1).

### Patrón Temporal

El número de desastres se ha incrementado de forma evidente a lo largo de los últimos 34 años. Un análisis por quinquenios (Cuadro No.2), demuestra que el número de desastres HMC ha pasado de un promedio de 2 eventos por año en el quinquenio 1970–1974 hasta un máximo de 116 en el quinquenio 1995-1999. Existen en especial fuertes incrementos del número de desastres en los quinquenios en los cuales se presentaron eventos ENOS de gran magnitud (El Niño Oscilación Sur o Fenómeno El Niño), como es el caso de los quinquenios 1980-1984 (ENOS 82-83) y particularmente 1995-1999 (ENOS 97-98).



Tomado de Daqui, 2004

**Figura 1. Cantones con mayor número de desastres HMC**

Aparte del crecimiento del número de desastres HMC en los períodos ENOS, también hay ocurrencia de estos desastres en los periodos considerados como No ENOS (Neutros y La Niña), es decir existe una “normalidad” de ocurrencia de desastres, provocada por procesos socio-económicos subyacentes que generan vulnerabilidad de las poblaciones frente a eventos normales propios de la variabilidad climática.

**Cuadro No. 2 Variación del número de Desastres a nivel quinquenal**

Quinquenio	Total	Promedio	Incremento	Porcentaje	Total
1970-1974	21	4.2			21
1975-1979	22	4.4	1	136%	43
1980-1984	189	37.8	167	427%	232
1985-1989	200	40	11	128%	432
1990-1994	431	86.2	231	317%	863
1995-1999	767	153.4	336	223%	1630
2000-2003	503 (4 años)	125.75	-264	54%	2133

Fuente: Desinventar, 2005 Procesamiento: Autor

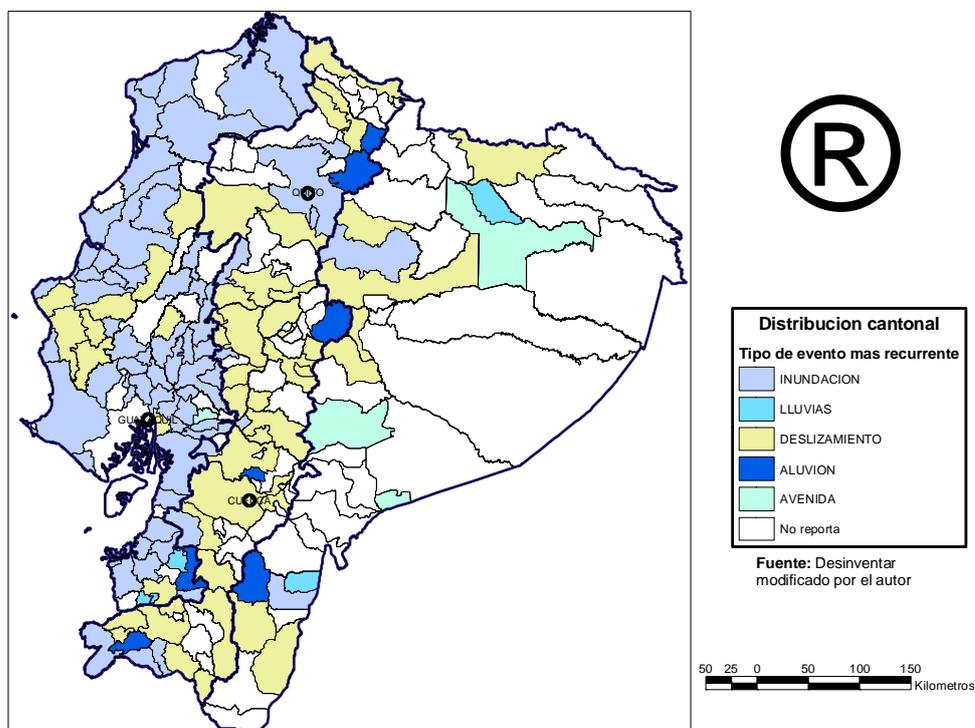
### Tipología de desastres

Los desastres más frecuentes para el país en el período 1970-2003 son las inundaciones (37.05%), deslizamientos (22.33%) y lluvias intensas con daños (9.75%). Estos tres tipos de desastres representan el 70% de los eventos HMC reportados y un altísimo porcentaje de las afectaciones.

Los desastres que más afectan a los cantones de la Costa son los relacionados con las inundaciones, aunque existen algunos cantones de la Costa que presentan como desastres más frecuentes los deslizamientos (El Carmen, Jipijapa, Montecristi, Paján, Pichincha, Santa Ana, 24 de Mayo en la Provincia de Manabí, Piñas en El Oro, Durán en Guayas y Palenque en Los Ríos).

En la región Sierra los principales tipos de desastres registrados son los deslizamientos que ocurren en las zonas de fuertes pendientes de la cordillera de los Andes, seguidos por las inundaciones y aluviones. En la región Oriental, se presentan mayormente deslizamientos e inundaciones, los cuales se presentan en 7 (39%) y en 3 (17%) de los 18 cantones que reportan desastres respectivamente. Estos se localizan principalmente en las partes altas de las cuencas amazónicas (Figura No.2).

La ocurrencia de desastres HMC se ha ido ampliando a lo largo de las últimas 3 décadas desde los núcleos más poblados, hacia todo el territorio nacional y principalmente hacia los cantones de la costa y de la sierra centro y sur. Para la década del 70 se reportaban desastres principalmente en Quito y Guayaquil y otros en menor número, sin embargo, para la década del 80, debido principalmente al evento ENOS 1982-1983, este espectro se amplió hacia un mayor número de cantones especialmente de la costa, sierra centro y sur y Amazonía. En la década del 90 el proceso creció aun más, reportándose desastres en 67 cantones de los cuales gran parte de ellos en la provincia de Manabí y en la cuenca media y baja del río Guayas.



Tomado de Daqui, 2004

**Figura 2. Tipo de desastre mas frecuente por cantón**

En parte el incremento se explica por los acelerados procesos de urbanización del Ecuador a partir de la década del 70, impulsado por el boom de la exportación petrolera. En efecto, la relación población urbana / población rural se ha incrementado desde una relación 58.2% / 41.8 % para el censo de 1990 a una relación de 60.98% / 39.02% para el censo del 2001. Para la década 1990-2000, la tasa de crecimiento urbana fue del 3.6%, mientras la rural fue negativa -0.07%, lo que expresa el proceso de migración rural-urbano.

## **Efectos sobre personas e infraestructura**

Los mayores y más frecuentes efectos de los desastres son: pérdidas de vidas humanas, destrucción de viviendas, heridos y en general pérdidas materiales y económicas en los sectores de vialidad y transporte, actividad agropecuaria, servicios públicos, en ese orden. Del análisis de los efectos se puede concluir que:

- El 36% de todos los desastres reportados provocan muertes.
- El 29% de los desastres destruyen viviendas.
- En el 20% de todos los desastres se afecta el sector vial y en el 13% se afecta al sector agropecuario.
- Los deslizamientos son los tipos de desastres HMC que más personas matan, seguido de las epidemias y las inundaciones.
- Las inundaciones por su número y extensión son los desastres que más viviendas destruyen y que más personas afectan.
- La segunda causa de destrucción de viviendas son los deslizamientos, por su ubicación en lugares de fuertes pendientes en laderas, junto a bordes de quebradas y ríos, etc.

## **ÍNDICES DE RIESGO Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS HMC**

### **Índice de Riesgo HMC materializado**

El índice más simple es el número de desastres registrados en el periodo de estudio para cada unidad geográfica dividida para el número total de años de registro, lo cual es una frecuencia relativa, como aproximación de la probabilidad de ocurrencia.

Para incorporar los efectos de los desastres en un solo indicador, una aproximación consiste en tomar las siguientes variables más robustas de Desinventar como son:

- # de desastres, como expresión de frecuencia o recurrencia;
- # de muertos y # afectados, como expresión de afectaciones a las personas;
- # de viviendas destruidas, como representación de afectación a la infraestructura vital y
- # promedio de sectores afectados como representación de sectores de servicios y de la producción.

Para la construcción del índice se partió de los datos de DI para el período 1990-1994, con la finalidad de lograr comparar con los datos socio-económicos disponibles del Censo de 1990 y así establecer una relación entre los efectos ocurridos y las condiciones de vulnerabilidad en cada cantón. Para la variable “viviendas destruidas” se totalizó los campos viviendas destruidas y viviendas afectadas siguiendo el criterio expuesto por Cardona et al (2004) según el cual una vivienda afectada es equivalente a 0.25 de una vivienda destruida.

Del análisis de componentes principales realizado a los datos de Desinventar, para el periodo señalado, se determinan dos componentes principales (Daqui, 2004). El *primer componente*, que expresa el 32.19% de la varianza, exhibe una alta relación con los efectos sobre las personas (muertos y afectados) así como con el número de desastres, por lo que a este componente se le denomina *Subíndice de Riesgo Poblacional (SRP)*

$$SRP^* = 0.526 \times MUER + 0.555 \times AFEC + 0.644 \times DES + 0.031 \times SECT - 0.021 \times VIV$$

Este subíndice es mayor para las áreas o cantones más poblados, lo que expresa también una mayor infraestructura expuesta. En este caso, Quito, Guayaquil, Cuenca, etc., son las ciudades con mayor riesgo.

El *segundo componente* captura el 21.74% de la varianza y exhibe una alta relación con los efectos físicos de los desastres al presentar los mayores coeficientes en las variables viviendas destruidas y número promedio de sectores afectados en cada cantón. A este componente se le denomina *Subíndice de Riesgo de Infraestructura y Servicios (SRI)*

$$SRI^* = 0.584 \times VIV - 0.763 \times SECT + 0.213 \times MUER + 0.062 \times AFECT - 0.173 \times DES$$

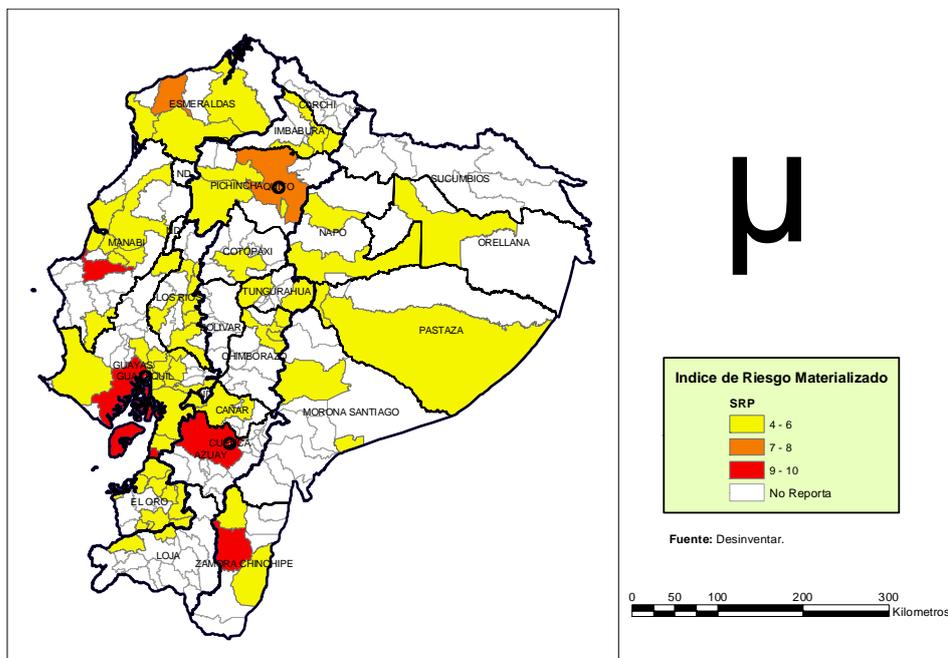
Cada uno de estos componentes ha sido transformado de escala con rango entre 0 y 10 (Larrea et al, 2000):

$$SRP = 5 + SRP^*, \quad SRI = 5 + SRI^*$$

El *Índice de Riesgo Hidrogeomorfoclimático IR HMC*, fue construido como la suma de las dos componentes principales transformadas, y representa la ocurrencia de desastres y sus efectos combinados.

$$IR\ HMC = SRP + SRI$$

El índice construido con la metodología arriba expuesta, se presenta en la Figura No.3. En ésta se puede observar que Quito, Guayaquil y principalmente Cuenca, presentan los mayores índices de afectación para el periodo analizado. En el caso de Cuenca ello se debe a la ocurrencia del deslizamiento de la Josefina en 1993, que causó una gran cantidad de daños, muertos y afectados. En el caso de Zamora el IR HMC alto se debe a la ocurrencia del deslizamiento en Nambija de mayo de 1993 que produjo más de 200 muertos (Ver DI, ficha 1078).



Tomado de Daqui, 2004

**Figura 3. Índice de riesgo HMC materializado**

En general, los cantones que corresponden a capitales de provincia son los que exhiben los mayores valores de IR HMC, ya que muchas de estos cantones tienen la mayor cantidad de población e infraestructura expuesta. Sin embargo, otros cantones como Quevedo, Pujilí, Baquerizo Moreno, también presentan altos índices de riesgo materializado.

### Índices de vulnerabilidad

Para determinar la vulnerabilidad se partió de los criterios propuestos por LA RED (2002) y por Barrenechea et al (2003), según los cuales se deben de tomar en cuenta cuatro dimensiones de la vulnerabilidad: demográfica, económica, social y de recursos naturales. Las fuentes primarias de datos usadas fueron los datos del sistema Integrado de Indicadores Socio Económicos del Ecuador - SIISE y del INFOPLAN 2002, con la base geográfica de la división político administrativa de 1999 (Daqui, 2004). Para el presente caso se seleccionaron los siguientes indicadores socio-económicos:

- TOTPER: Población Total
- N\_PEA: Población Económicamente Activa
- DENSID : Densidad poblacional
- MIGRAC : Tasa de Migración
- TAS\_CRE: Tasa de crecimiento Poblacional
- TAS\_DEP: Tasa de Dependencia
- INDVIV: Índice de Vivienda
- POR\_HAC: Viviendas con Hacinamiento
- INDINFRA: Índice de infraestructura
- INDINB: Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas
- IVS: Índice de Vulnerabilidad Social
- INDFEM: Índice de Feminidad
- N\_ESCOL: Escolaridad

Se partió de los cantones que en DI presentaron desastres con uno o más de los siguientes efectos: Muertos, Afectados y/o Viviendas Destruídas, o sectores afectados. Debido a que no se contó con los resultados procesados del Censo de 2001, se trabajó con los indicadores del censo de 1990 y con los datos de DI del quinquenio de 1990-1994.

A estos datos se le aplicó el análisis de componentes principales con el Software Statgraphics 5.0, con el que se determinó que tres componentes eran suficientes para describir la variabilidad del conjunto. Luego de ello se procedió a utilizar el Análisis de Factores a fin de determinar las ecuaciones que describen de mejor manera las características de la vulnerabilidad subyacente en el conjunto de variables (Daqui, 2004).

El *primer factor* capta el 41.63% de la varianza de los indicadores de base y presenta los mayores valores de correlación con las variables: Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, Índice de Infraestructura, Índice de Vivienda, Porcentaje de Hogares con Hacinamiento, Índice de Vulnerabilidad Social, por lo que a este se lo denominó *Subíndice de Vulnerabilidad de Acceso a Recursos (VAR)*

$$\text{VAR}^* = +0.224 \text{ INDINB} - 0.25 \text{ INDVIV} - 0.213 \text{ INDINFRA} + 0.221 \text{ POR\_HHAC} + 0.141 \text{ IVS} \\ + 0.178 \text{ Dep\_1000H} + 0.081 \text{ TASA\_CRE} - 0.036 \text{ MIGRAC} + 0.060 \text{ TOTPER} - 0.056 \text{ INDFEM} + \\ 0.061 \text{ N\_PEA} + 0.065 \text{ N\_ESCOL}$$

El *segundo factor* capta el 20.26% de la varianza y está relacionado principalmente con los aspectos poblacionales y económicos y presenta una gran relación con las variables Total de Personas, Escolaridad, Población Económicamente Activa por lo que se le ha denominado *Subíndice de Vulnerabilidad Socio - Económica (VSE)*.

$$VSE^* = + 0.343 \text{ TOTPER} + 0.346 \text{ N\_ESCOL} + 0.343 \text{ N\_PEA} - 0.044 \text{ INDVIV} - 0.014 \text{ INDINFRA} + 0.016 \text{ INDINB} + 0.059 \text{ TASA\_CRE} - 0.028 \text{ MIGRAC} + 0.098 \text{ POR\_HHAC} + 0.016 \text{ TASA\_DEP} + 0.018 \text{ IVS}$$

Finalmente el *tercer factor* capta el 14.4% de la varianza y se relaciona principalmente con las variables Índice de Feminidad, Migración y Tasa de Crecimiento entre otros, por lo que a este factor se lo ha denominado *Subíndice de Vulnerabilidad Demográfica y de Dinámica Poblacional (VDP)*.

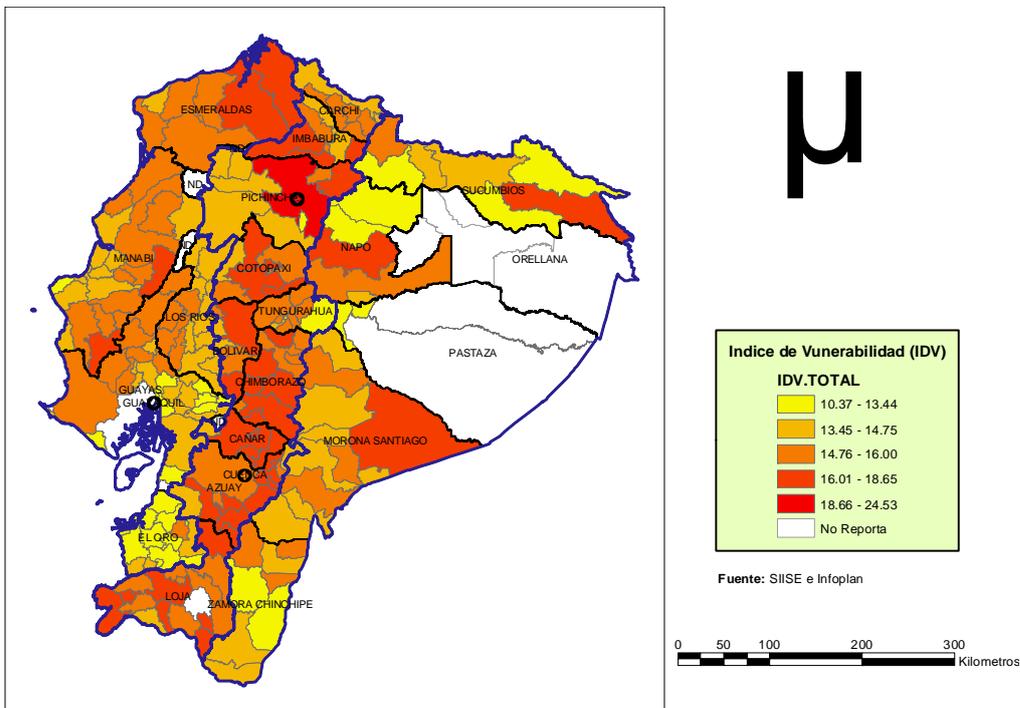
$$VDP^* = + 0.475 \text{ INDFEM} - 0.316 \text{ MIGRAC} + 0.255 \text{ IVS} - 0.257 \text{ TASA\_CRE} + 0.133 \text{ INDINFRA} + 0.116 \text{ TASA\_DEP} + 0.085 \text{ INDVIV} + 0.050 \text{ INDINB} - 0.013 \text{ TOTPER} - 0.198 \text{ POR\_HHAC} - 0.011 \text{ N\_PEA} - 0.026 \text{ N\_ESCOL}$$

El *Índice de Vulnerabilidad (IDV)* es la suma de los sub índices anteriores y permite determinar la distribución de vulnerabilidad ante amenazas HMC tomando en cuenta el conjunto de dimensiones antes descritas (Figura No.4).

$$IDV = VAR + VSE + VDP$$

De manera similar al análisis del índice de riesgo, cada uno de los componentes ha sido transformado de escala en rango de 0 a 10 mediante las siguientes ecuaciones (Larrea et al, 2000):

$$VAR = 5 + VAR^*; \quad VSE = 5 + VSE^*; \quad VDP = 5 + VDP^*$$



Tomado de: Daqui, 2004

**Figura No.4 Índice de Vulnerabilidad – IDV**

A partir del análisis de vulnerabilidad presentado se puede señalar lo siguiente:

- La Vulnerabilidad por carencia de acceso a recursos (VAR) se presenta principalmente en zonas empobrecidas de la costa como Esmeraldas, el sur de Manabí y el norte de Guayas, en provincias de la sierra centro y sur como: Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja, y en: Morona Santiago, Pastaza y Napo en la Amazonía. En los cantones donde se encuentra las capitales de provincias y ciudades más grandes, las carencias y por tanto los índices de vulnerabilidad son menores.
- La Vulnerabilidad socio-económica (VSE) se da en los centros urbanos de mayor concentración poblacional y de mayor infraestructura como son en la Sierra: Quito, Ambato, Riobamba, Guamote, Cuenca, Loja, y en la Costa: Guayaquil, Santo Domingo, Portoviejo, Esmeraldas.
- La Vulnerabilidad demográfica y poblacional se presenta fundamentalmente en los cantones de la Sierra, seguido por los cantones de la provincia de Manabí. Esto se debe principalmente a la pobreza y migración.
- Globalmente, la zona más vulnerable ante amenazas HMC es el callejón interandino a pesar de no ser la más expuesta. En la costa las provincias de Esmeraldas, Manabí y Guayas en ese orden son las más vulnerables. Esta vulnerabilidad unida a la mayor exposición a las amenazas por ENOS y variabilidad climática de las provincias costeras, da como resultado la conocida alta afectación a esta región.

Aunque la metodología y los resultados de los índices de riesgo y vulnerabilidad aparecen promisorios, los coeficientes y las ecuaciones son sólo referenciales y requieren de una investigación más amplia para su generalización.

## **RIESGO HMC EN ÁREAS URBANAS DE LADERAS**

### **Registro de desastres HMC en laderas**

El área de ocupación para las laderas occidentales de Quito en el eje Pichincha – Atacazo alcanza a 17.081 Ha., de las cuales 9.671 Ha. se consideran como parte del maciso del Pichincha. Un número de 85 quebradas bajan desde las laderas del Volcán Pichincha (4.627 msnm ) hasta las partes bajas de la ciudad (2.800 msnm).

P. Peltre, 1989, investigó los desastres localizados u originados en las laderas del Pichincha a partir de información en los diarios. Desde 1900 hasta 1988 reporta 163 inundaciones, 36 hundimientos de calzadas, 114 deslizamientos y 70 aluviones con graves impactos en pérdidas humanas y materiales. Estas se constituyen en las principales amenazas HMC ligadas a la problemática de las laderas.

Según EMAAP-Q, reportado por Zevallos, 1995a, en el período entre 1990 y mayo de 1995 se registraron 60 eventos, entre ellos: 4 taponamientos de captaciones con desbordes a la parte baja de la ciudad, 16 roturas de colectores, 4 hundimientos de calzadas y 39 inundaciones de los barrios de la ciudad. Adicionalmente, según la base de datos Desinventar, entre junio de 1995 y 1999 se presentaron 7 inundaciones, 8 deslizamientos, 2 tempestades, 2 aluviones y 3 reportes de incendios forestales que afectaron varias partes de la ciudad, pero principalmente las laderas del Pichincha.

En total 465 desastres HMC de toda magnitud han afectado a la ciudad de Quito entre 1900 y 1999, ocasionado importantes pérdidas a la capital. En la realidad posiblemente los desastres son más, pues con frecuencia estos no son reportados por los medios o simplemente son reportados cuando pueden ser varios.

### **Ocupación de laderas y degradación ambiental**

A partir de la década de los 70s la ciudad inicia un proceso de ocupación irregular y disperso, consecuencia de la promulgación de la Ley de Reforma Agraria de 1964 que provoca la acelerada lotización de las antiguas haciendas que rodeaban la ciudad. Este proceso que no considera las regulaciones urbanas origina que el Municipio pierda el control de la expansión de la ciudad (Barreto, 1994).

El crecimiento de la década de los 80s, de por medio la crisis de la deuda externa, aceleró la ocupación ilegal y desordenada de las laderas, principalmente en los bosques de propiedad estatal, vía invasiones favorecidas por partidos políticos y concejales. A pesar de la existencia de la declaratoria de Bosque protector por parte del Distrito Metropolitano de Quito, DMQ, las laderas a mediados de los 90s seguían ocupándose legalmente o invadiéndose ilegalmente y registraban un explosivo crecimiento de 17.5% anual.

Afortunadamente, gracias a la mayor preocupación Municipal y gracias a los programas de manejo de laderas implementados por parte la EMAAP-Q (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito), esta tasa de ocupación ha ido decreciendo.

### **Impactos y consecuencias**

Los procesos de ocupación urbana en ladera significan deforestación, cortes de taludes para vías y accesos, movimientos de tierra, rellenos de quebradas, desalojos de escombros que terminan taponando los drenajes existentes. La tasa de desaparición del bosque para ocupación urbana se ha estimado en 100 Ha/año.

Las basuras y escombros que se arrojan a las quebradas, a más del problema sanitario, implica altos costos de operación y mantenimiento. Un estimado de 31.5%, equivalente a 3.200 Ton/año, van a parar a las quebradas. El taponamiento de los colectores agravan las inundaciones. La acumulación de basuras y escombros incrementa también el riesgo de aluviones a la ciudad.

La impermeabilización del suelo significa el aumento de caudales de escorrentía y de la capacidad erosiva del flujo, agravando la erosión, las inundaciones y la probabilidad de aluviones. Fleming (1995), mediante aplicación del Modelo SWRRB (Storm Water Run-off for Rural Basins) a la cuenca de la Quebrada Rumihurco, ha estimado que la tasa de erosión se incrementaría de 20.000 a casi 40.000 T/Ha/año, en los próximos 10 a 20 años, si se duplica el área urbana en las partes altas. Mediante pruebas con el modelo hidrológico HIDRO1, el autor ha determinado que los caudales máximos y los volúmenes de crecida podrían incrementarse hasta en un 50%.

A su vez, las fuertes pendientes y alta erosividad de los materiales, produce la formación de cárcavas que generan gran cantidad de sedimentos y desestabilizan las laderas, incrementando la probabilidad y la magnitud de ocurrencia de deslizamientos.

Debido a las dificultades topográficas, algunos de los barrios irregulares tienen deficiencia de servicios de agua, alcantarillado, pavimentación, recolección de basura, control de erosión, accesos, salud, etc. La falta de alcantarillado y las basuras generan el deterioro de la calidad del agua en las quebradas. Mediciones realizadas por Fleming (1995) en la cota 3300 msnm donde existe poca intervención y en la cota 2.900 msnm antes del ingreso al colector de la avenida occidental determina que los sólidos totales en el caudal de la Quebrada Rumihurco se incrementa de 30 a 260 mg/l y el Índice de biodiversidad disminuye de 35 a 0.

Por último, la desaparición del paisaje es otro riesgo tan o más importantes que los otros, ya que representa uno de los mayores recursos que tiene la ciudad. En este panorama de caos y desaliento, todavía es posible ascender o adentrarse unos pocos cientos de metros en las laderas y sus quebradas para encontrar lugares apacibles, olores de bosque y humedad, el murmullo de aguas cristalinas; aún se puede cerrar los ojos y recordar el trinar de los pájaros.

### **Causalidades**

El Proyecto Regional de Reducción de Riesgos (PNUD-ECHO,2007) en relación a la dinámica de ocupación informal de las laderas, determina que esta coincide en las cinco capitales andinas y que ella es producto de la autogestión comunitaria o de la intervención de lotizadores informales con la intermediación de políticos que presionan para la provisión de los servicios.

Analizando el proceso de ocupación y de configuración del riesgo en las laderas de Quito, se determinan múltiples causalidades, entre ellas: inadecuada legislación y débil gestión municipal, falta de decisión política y coordinación de las distintas instancias municipales, clientelismo político, ineficiencia y corrupción particularmente en pasadas administraciones municipales, baja rentabilidad de la tierra en áreas naturales con relación a la urbana, y escasa conciencia y desinterés ciudadano para su conservación.

Un mecanismo importante de generación de ilegalidad y de densificación de viviendas en el área natural es la subdivisión del suelo por herencia. En las laderas del Sur, el principal mecanismo de crecimiento de la urbanización informal en las áreas naturales son las cooperativas o las comunas.

### **El Programa de Manejo de Laderas**

Para mitigar el riesgo de desastres y mejorar la gestión de las laderas, el MDMQ (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito) a través de EMAAP-Q ha ejecutado el programa de Manejo de Laderas del Pichincha para las laderas del Norte de la ciudad (1995-2001) por un monto de US\$ 25 millones, así como el componente de manejo de laderas del Programa de Saneamiento Ambiental (PSA) para las laderas del Centro Histórico (2002-2007) por un valor de US\$ 16 millones. Las obras e intervenciones ejecutadas están cumpliendo su cometido y el riesgo HMC ha sido ostensiblemente reducido. Está en proceso de inicio la Segunda y última fase del PSA para las laderas del sur de la ciudad (2007-20011), con un monto de US\$ 12 millones, valor al que

complementan US\$ 40 millones para renovación y mejoramiento del sistema de drenaje pluvial.

Los programas comprenden obras de renovación del sistema de alcantarillado (sanitario y pluvial) principalmente en las partes bajas de la ciudad e intervenciones ambientales y sociales en las laderas de las partes altas de la ciudad. El objetivo final es fortalecer la capacidad de gestión de las laderas por parte del MDMQ. La estrategia es participativa, con un enfoque dirigido hacia la sostenibilidad social, institucional y financiera, con una visión integral de intervención en el territorio, con énfasis en la prevención para evitar daños y altos costos remediación.

El Programa comprende la ejecución de cuatro componentes: 1) Plan de Manejo Integral y creación de la estructura normativa, institucional y financiera para el manejo de laderas, 2) Gestión del Riego en bordes y cauces de quebradas a través de mitigación in situ y reasentamientos, 3) Acondicionamiento ambiental y recuperación de quebradas y bordes y 4) incorporación de actores institucionales, involucramiento de la comunidad e información y difusión ciudadana.

### **Experiencias sobre la gestión del riesgo HMC**

La gestión del riesgo urbano (al igual que la de cualquier otro riesgo) pasa por la necesidad de tener en primer lugar un conocimiento claro de las amenazas (natural, socio-natural antrópicas o tecnológicas) así como de las vulnerabilidades ( sociales, físicas, técnicas, etc.).

Los procesos naturales son convertidos en riesgos debido al deterioro ambiental principalmente a causa de la ocupación urbana, al desarrollo de asentamientos informales en zonas inestables, márgenes de quebradas, etc., a la intensificación de las amenazas por prácticas asociadas a la ocupación de laderas como deforestación, cortes de taludes, manejo inadecuado de aguas servidas y de escorrentía, arrojado de basuras y escombros, y por el proceso de acumulación de vulnerabilidades (PNUD-ECHO, 2007).

Adicionalmente, asociado a la ocupación urbana o incluso a la ocupación rural de los suelos, se pueden determinar una serie de acciones y decisiones tanto individuales como institucionales, que inadvertidamente agravan las condiciones de riesgo y generan o abonan de manera silenciosa a la ocurrencia del desastre. En efecto, el momento en que un barrio construye un relleno para el cruce de una quebrada o un ciudadano rellena parte del cauce para extender su terreno, están ocasionando necesariamente impactos ambientales e incrementando el riesgo, lo que tarde o temprano será desnudado por el desastre que ocurrirá cuando se concrete la amenaza.

Por tanto, como corolario podemos concluir que el desastre no ocurrió el día que cayó la fuerte lluvia que desencadenó el deslizamiento o la inundación y ocasionó muertes, destrucción de viviendas, caos en el tráfico, etc. El desastre empezó en los meses y años previos, cuando se empezaron a preparar las condiciones de vulnerabilidad y riesgo en que vivía la población, sus bienes, la infraestructura y los servicios, que ese día de la ocurrencia del desastre terminaron por colapsar.

Visto así el problema, resulta una oportunidad para conocer y revertir los nexos entre degradación del medio ambiente urbano, riesgos y desastres.

Las laderas de Quito son el caso típico de incremento del riesgo de desastres por mal manejo del medio ambiente urbano. La degradación de los denominados bienes comunes, como el suelo, el agua, el aire, el paisaje, la seguridad. (Metzger, 1996), desembocan en la gestación de situaciones de riesgo y de ocurrencia de desastres. La amenaza, inicialmente de origen natural (geomorfológico, hidrológica, climática), se ha convertido en socio-natural e incluso antrópica (contaminación de agua, basura, etc), como consecuencia de la falta de planificación y control municipal, de la ausencia de servicios y, en último término, de las condiciones socio-económicas del país.

El riesgo no se manifiesta sólo en el aumento de la probabilidad y magnitud de la ocurrencia de deslizamientos o aluviones que afecten a la población de la zona baja, sino también en las condiciones de vulnerabilidad física, social, económica y ambiental en que vive la población de las laderas. Al hallarse la gente al borde de la subsistencia, deben ocuparse de la lucha diaria por sobrevivir y ello significa que, a su vez, son agentes de degradación ambiental, al contaminar, destruir, malutilizar o desproteger los recursos. En este sentido, pobreza y degradación van de la mano (Herzer y Gurevich, 1996).

Se hace necesario que las autoridades y la sociedad reenfoquen sus políticas sociales y su visión del desarrollo. Necesariamente, los aspectos del desarrollo sostenible y la equidad no pueden ser soslayados si se quiere verdaderas soluciones. La tendencia de los municipios a considerar la solución como un problema de recursos económicos y de construcción de obras, debe revertirse para que sea la gestión y el manejo del medio ambiente el principal mecanismo de prevención y mitigación del riesgo de desastres. La gestión municipal debe incorporar la participación comunitaria para que la población sea parte de las soluciones y no mera espectadora o causante del problema.

## BIBLIOGRAFÍA

BARRETO, R. 1994. "Manejo Ambiental y Prevención de Desastres Naturales con Participación Comunitaria: el caso de los Barrios Populares del Noroccidente de Quito". En LAVELL, A. (compilador). *Viviendo en Riesgo*. La Red.

BARRENECHEA J., E. GENTILE, S. GONZÁLEZ y C.NATENZON (2003). Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del Riesgo. En "En torno de las metodologías: abordajes cualitativos y cuantitativos" Silvia Lago Martínez, Gabriela Gómez y Mirta Mauro – Coordinadoras.

CARDONA, O., HURTADO, J., DUQUE, G., MORENO, A., CHARDÓN, A., PRIETO, D.,(2004) Dimensionamiento relativo del Riesgo y de la Gestión. BID-CEPAL-IDEA, Programa de información en Indicadores de Gestión de Riesgos.

CHICAIZA, D., (2004) Sistema de inventario de Desastres: Depuración y Complementación del Programa Desinventar, Proyecto de Titulación, Escuela Politécnica Nacional. Abril, 2004.

COSTALES, S. 1995. Estudios Geomorfológicos. Proyecto Protección de las Laderas del Pichincha, mayo. EMAAP-Q/BID.

DAQUI D. (2004) Análisis del Riesgo Espacial, Temporal y Semántico a partir del Registro de Desastres por eventos ENSO y Variabilidad Climática en Ecuador, Proyecto de Titulación, Escuela Politécnica Nacional. Noviembre de 2004.

DESINVENTAR, 2005. Base de datos de Desastres-Ecuador, Periodo 1970-2003. Actualizada en Diciembre 2005. Consulta en Agosto 2007 en [www.desinventar.org](http://www.desinventar.org).

D'ERCOLE R. y P. METZGUER, 2004. "La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito". Municipio del Distrito Metropolitano de Quito-Institut de Recherche pour le Developement. Colección Quito Metropolitano, No. 23.

ECU/97/028CNUHH/HABITAT. Proyecto Laderas del Pichincha. "El Pichincha Entre Bosques y Barrios".

FLEMING, W. 1995. "Application of a Watershed Simulation Model for Management Scenarios in the Rumiurcu Watershed near Quito". (Personal communication).

HERZER H, y R. YUREVICH (1996). "Degradación y Desastres: Parecidos y Diferentes: Tres Casos para Pensar y Algunas Dudas para Plantear", en M.A. Fernández (Compiladora). *Ciudades en Riesgo. Degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres*. LA RED-USAID

HEWITT, K. (1997). "Regions of Risk". Longman Press

LA RED (2000). "Guía metodológica para el inventario de desastres", Manual de Usuario Desinventar versión 6.0

LA RED (2002). Documento metodológico para el Proyecto de Investigación Comparativa 2: "Configuración de Riesgos de Desastre ENSO", DOCUMENTO DE TRABAJO, Piura.

LARREA CARLOS, CARRASCO FERNANDO, CERVANTES JAVIER Y NOEMÍ VIEDMA, 2000, Desarrollo Social y Gestión Municipal en el Ecuador. Jerarquización y Tipología. Primera Edición, Quito, ODEPLAN.

LAVELL ALLAN, BONILLA ADRIANA (2001), Costa Rica: Patrones de Riesgo ENSO y su Configuración 1970-2000. La Red, 2000

METZGUER, P. (1996 ). “Medio Ambiente Urbano y Riesgos: Elementos de Reflexión”, en M.A Fernández (Compiladora). *Ciudades en Riesgo. Degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres*. LA RED-USAID

PELTRE, P. (coordinador). 1989. Riesgos Naturales en Quito. Lahares, Aluviones y Derrumbes del Pichincha y Cotopaxi. Estudios de Geografía, vol 2.

PNUD/BCPR-ECHO/DIPECHO (2007). Proyecto Regional de Reducción de Riesgos en Capitales Andinas. “Catálogo de Instrumentos de Gestión Municipal para la Reducción y Preparación ante Emergencias”. Capitales Andinas, 2007.

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction), 2001. “Guidelines for reducing flood losses”. ([www.unidr.org/eng/library](http://www.unidr.org/eng/library), agosto 2007).

ZEVALLOS, O. 1995 a. Estudios Hidrológicos Complementarios y Areas de Afectación por Flujo de Lodos y Escombros. Proyecto de Protección de las Laderas del Pichincha, septiembre. Informe final. EMAAP-Q/BID.

ZEVALLOS, O. (2004). Informe Final de Investigación. Proyecto Gestión de Riesgos ENSO en América Latina. En [www.cambioglobal.org/enso/informes](http://www.cambioglobal.org/enso/informes), abril 2007.