

# Documentos CEDE

ISSN 1657-7191 Edición electrónica.

Caracterización de y Vulnerabilidad a los  
Desastres Naturales en Colombia, 1970-2011

**Fabio Sánchez Torres**  
**Silvia Calderón Díaz**

**16**

ABRIL DE 2015

Serie Documentos Cede, 2015-16  
ISSN 1657-7191 Edición electrónica.

Abril de 2015

© 2012, Universidad de los Andes–Facultad de Economía–CEDE  
Calle 19A No. 1 – 37 Este, Bloque W.  
Bogotá, D. C., Colombia  
Teléfonos: 3394949- 3394999, extensiones 2400, 2049, 3233  
[infocede@uniandes.edu.co](mailto:infocede@uniandes.edu.co)  
<http://economia.uniandes.edu.co>

Ediciones Uniandes  
Carrera 1ª Este No. 19 – 27, edificio Aulas 6, A. A. 4976  
Bogotá, D. C., Colombia  
Teléfonos: 3394949- 3394999, extensión 2133, Fax: extensión 2158  
[infeduni@uniandes.edu.co](mailto:infeduni@uniandes.edu.co)

Edición y prensa digital:  
Cadena S.A. • Bogotá  
Calle 17 A No 68 - 92  
Tel: 57(4) 405 02 00 Ext. 307  
Bogotá, D. C., Colombia  
[www.cadena.com.co](http://www.cadena.com.co)

Impreso en Colombia – *Printed in Colombia*

La serie de Documentos de Trabajo CEDE se circula con propósitos de discusión y divulgación. Los artículos no han sido evaluados por pares ni sujetos a ningún tipo de evaluación formal por parte del equipo de trabajo del CEDE.

El contenido de la presente publicación se encuentra protegido por las normas internacionales y nacionales vigentes sobre propiedad intelectual, por tanto su utilización, reproducción, comunicación pública, transformación, distribución, alquiler, préstamo público e importación, total o parcial, en todo o en parte, en formato impreso, digital o en cualquier formato conocido o por conocer, se encuentran prohibidos, y sólo serán lícitos en la medida en que se cuente con la autorización previa y expresa por escrito del autor o titular. Las limitaciones y excepciones al Derecho de Autor, sólo serán aplicables en la medida en que se den dentro de los denominados Usos Honrados (Fair use), estén previa y expresamente establecidas, no causen un grave e injustificado perjuicio a los intereses legítimos del autor o titular, y no atenten contra la normal explotación de la obra.

## **Caracterización de y Vulnerabilidad a los Desastres Naturales en Colombia, 1970-2011\***

Fabio Sánchez Torres\*\*

Silvia Calderón Díaz\*\*\*

### **Resumen**

El número de desastres naturales como las inundaciones, los deslizamientos y los vendavales en Colombia han venido en ascenso desde 1990. Particularmente, en los años 2010 y 2011 se presentó un incremento sin precedentes en el número de desastres registrados, situación relacionada con el fenómeno natural de La Niña. Este documento busca determinar la relación entre las características geográficas de una zona - topografía u orografía - las características socio-económicas –pobreza- influyen en los de desastres que enfrenta una población, y sus daños asociados. Utilizando datos para Colombia en el periodo de 1970-2011 se realiza un análisis a nivel municipal y por desastre registrado, y se estima la probabilidad de que un desastre tenga impactos en términos de muertes, casas afectadas o que sea de tipo intensivo. Finalmente, se encuentra que las características geográficas de una región influyen tanto en la incidencia de los desastres como en la magnitud de su impacto y que la pobreza juega un papel fundamental en los desastres de gran intensidad.

**Palabras claves:** *Vulnerabilidad, Desastres Naturales, Pobreza, Colombia*

**Clasificación JEL:** O20, O13, I31, N36

---

\* Agradecemos los comentarios y sugerencias de Carlos Rodríguez y Luis Felipe Lopez Calva del Banco Mundial a versiones preliminares de este trabajo. También agradecemos los valiosos comentarios de los asistentes al taller sobre desastres naturales de febrero de 2013 del Banco Mundial – Bogotá.

\*\* Profesor Titular, Facultad de Economía, –Investigador CEDE, Universidad de los Andes, [fasanche@uniandes.edu.co](mailto:fasanche@uniandes.edu.co)

\*\*\* Asesora de la Unidad de Cambio Climático, Departamento Nacional de Planeación

# Characterization of and Vulnerability to Natural Disasters in Colombia, 1970-2011

Fabio Sánchez Torres\*\*

Silvia L. Calderón Díaz\*\*\*

## Abstract

The number of natural disasters such as floods, landslides and windstorms in Colombia has been rising since 1990. Particularly during 2010 and 2011 there was an unprecedented increase of the number of registered disasters, situation related to the natural phenomenon “*La Niña*”. This paper seeks to determine whether the geographical characteristics of a region -topography or orography- and the socio-economic characteristics -poverty rates- influence the number of disasters some population suffers, and their associated damages. Using data from 1970-2011, we estimated at a municipal level the probability of a disaster having impacts in terms of deaths, damaged houses or if it was of intensive type. Our findings suggest that the geographical characteristics of a region influence the incidence of disasters as well as the magnitude of its impact. Finally, we found that poverty does play a key role in intensive disasters.

**Keywords:** Vulnerability, Natural Disasters, Poverty, Colombia

JEL Classification: O20, O13, I31, N36

---

\*\* Professor, Department of Economics, Universidad de los Andes, [fasanchez@uniandes.edu.co](mailto:fasanchez@uniandes.edu.co)

\*\*\* Climate Change Advisor, Environmental Development Unit, National Planning Department DNP

## Introducción

Existe una creciente preocupación a nivel nacional e internacional sobre la frecuencia, la magnitud y los impactos asociados a desastres de origen natural. Según las Naciones Unidas los costos económicos de los desastres naturales han aumentado, principalmente en países en vía de desarrollo. Colombia no es la excepción, el fenómeno de La Niña 2010-2011 trajo afectaciones en gran parte del territorio nacional generando daños sin precedentes estimados en 11.2 billones de pesos (CEPAL, 2012).

Un desastre es una interrupción abrupta del funcionamiento normal de una comunidad que trae consigo daños humanos, materiales, económicos y ambientales (Lal, 2009). Los desastres naturales ocurren cuando se encuentran una amenaza natural y una zona o población susceptibles a su impacto. La magnitud de dicho impacto puede estar determinada por la naturaleza de la amenaza natural que puede ser de tipo hidrometeorológico o geológico, al igual que por las características específicas socioeconómicas de la zona impactada. La localización geográfica de la zona es una determinante importante del tipo de amenaza natural a la que está expuesta. Así mismo, las características sociales como el nivel de pobreza o la densidad de población, el tipo de infraestructura pública y privada y la institucionalidad para prevenir, atender y mitigar el riesgo de desastre son factores que determinan la vulnerabilidad de una comunidad a sufrir daños. De esta forma, la vulnerabilidad de una región explica la diferencia en la afectación que sufren dos territorios que han sido impactados por una amenaza natural de igual intensidad (Correa, 2011).

La literatura económica ha explorado estos temas buscando evaluar las relaciones existentes entre el nivel de desarrollo económico y la ocurrencia y los daños asociados a los desastres naturales. En general, el análisis se ha realizado comparando resultados económicos y variables asociadas al número e impacto de los desastres. Toya y Skidmore (2005) por ejemplo, concluyen que las pérdidas humanas y económicas causadas por desastres son menores en países con mayores niveles de educación, apertura económica y competitividad, controlando por el ingreso. Una conclusión similar obtiene Khan (2003) quien estima que naciones menos democráticas y con mayores inequidades registran más muertes por desastres, aunque no un mayor número de éstos. Por otro lado, en el análisis Khan falla en rechazar la hipótesis que la geografía de un país es una determinante del nivel de muertes ya

que algunas locaciones están más expuestas a sufrir choques que otras. Rasmussen (2004) hace un supuesto similar y concluye que por su posición geográfica, los países del Caribe están más expuestos a desastres naturales que un país promedio. Cavallo y Noy (2010) y Kousky (2012) hacen una revisión de literatura del tema, mostrando entre otros que gran parte del análisis se ha realizado explorando las variaciones entre países en la incidencia<sup>1</sup> y la magnitud de los desastres en términos de muertes y daños económicos.

La literatura se ha enfocado en analizar las variaciones entre países, sin explorar las posibles diferencias dentro de un país. Esto es particularmente importante para el caso de Colombia dadas las grandes diferencias existentes en geografía y condición socio-económica de su población. El Banco Mundial (2012) en su reporte “Análisis de la Gestión de Riesgo de Desastres en Colombia” hace un esfuerzo por caracterizar el riesgo de desastre y la gestión pública y territorial en el país, sin incluir análisis econométricos que permitan identificar y analizar los aspectos sociales y geográficos que caracterizan las zonas en Colombia más afectadas por desastres naturales.

El objetivo de este documento es caracterizar desde el punto de vista geográfico y socio-económico las zonas en Colombia más afectadas por desastres naturales, con el fin de identificar los factores más relevantes que generan vulnerabilidad en el territorio colombiano. El documento parte del entendimiento de la distribución temporal y geográfica de los desastres naturales en Colombia registrados de 1970 a 2011, para luego explorar cómo se correlacionan variables geográficas y socioeconómicas con la incidencia y la magnitud de los desastres en el país. La hipótesis principal del documento es que las características geográficas de una zona, como su topografía u orografía, y las características socio-económicas como el nivel de pobreza influyen en el número de desastres que enfrenta una población, y su nivel de afectación. Las características geográficas influyen dado que generan mayor o menor exposición a ciertas amenazas, por ejemplo las zonas costeras están más expuestas a fenómenos océano-atmosféricos como los huracanes, mientras que la pobreza viene acompañada de condiciones de sensibilidad física y humana que pueden exacerbar las pérdidas ante la presencia de un evento natural.

---

<sup>1</sup> La incidencia se entiende como el número de desastres que ocurren en una región de análisis.

Nuestro análisis muestra que el número de desastres naturales ha venido en ascenso en Colombia desde 1990, presentando un incremento sin precedentes durante los años 2010 y 2011 en eventos asociados a La Niña. La mayoría de desastres en el país son de carácter extensivo (más frecuentes pero de menor afectación), siendo las inundaciones, los deslizamientos y vendavales las más comunes. Más de la mitad de los desastres naturales ocurridos en el periodo en discusión se localizan en 10 departamentos, donde Antioquia es el departamento que más desastres registra. En lo referente a los factores que determinan la vulnerabilidad, el análisis econométrico muestra que las características geográficas de una región sí influyen en la incidencia y magnitud del impacto de los desastres. Sin embargo la pobreza no magnifica la ocurrencia de desastres ni tampoco influye en la probabilidad que un desastre tenga algún tipo de afectación, aunque sí juega un papel importante en los desastres de gran intensidad.

El documento está organizado de la siguiente forma. En la segunda parte se presenta una descripción de los datos utilizados para realizar la caracterización de los desastres y el análisis de vulnerabilidad a partir de las estimaciones econométricas. En la tercera sección, el documento hace una caracterización temporal y geográfica de los desastres registrados en el país de 1970 a 2011, identificando el nivel de impacto de los mismos de acuerdo a si los desastres son extensivos o intensivos (menos frecuentes pero de mayor afectación). La cuarta sección tiene como objetivo hacer un análisis de los factores que determinan la vulnerabilidad a los desastres en el país, a partir de la evaluación de la relación entre variables geográficas y socio-económicas en la incidencia y magnitud de los desastres. Esta sección primero aborda la pregunta ¿qué factores contribuyen con la incidencia de desastres a nivel municipal? A través de un modelo de regresión lineal múltiple se busca dar respuesta evaluando variables geográficas y socioeconómicas. Posteriormente, la sección se enfoca en analizar los factores que podrían contribuir a que un desastre tenga o no afectación y al grado de dicha afectación, a través de un modelo Probit que predice la probabilidad que un desastre tenga impactos o que sea de tipo intensivo. El documento culmina con las conclusiones principales del estudio.

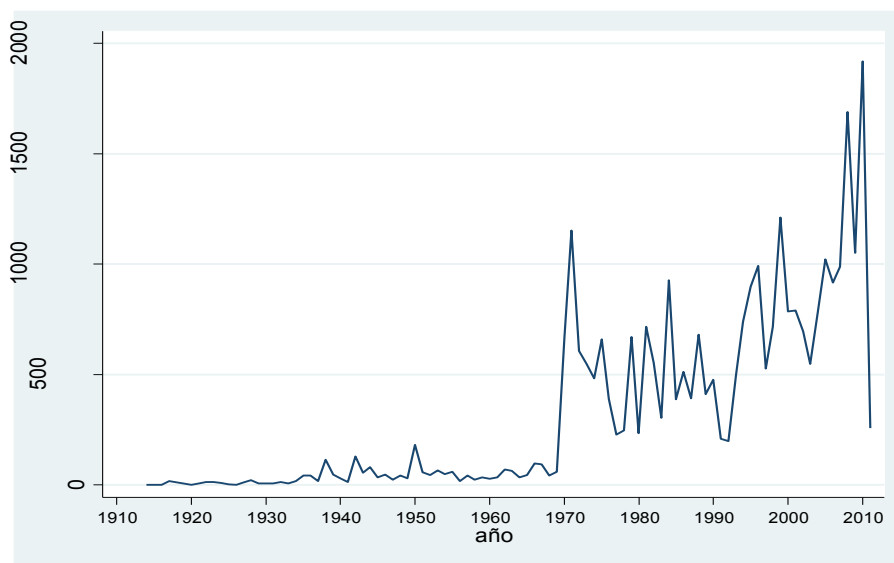
## Datos

Los datos de desastres naturales en Colombia provienen de la base Desinventar construida por un grupo de investigadores, académicos y otros actores de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres de América Latina. Un componente de la información sobre desastres fue tomado del reporte de emergencias del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres del Ministerio del Interior, hoy Sistema de Gestión de Riesgo de Desastres de acuerdo a la Ley 1523 de 2012.

Los datos provenientes de Desinventar contenían un total de 30,761 registros correspondientes a desastres ocurridos en Colombia desde 1914 hasta 2011. Como lo muestran los registros desde 1914 hasta 1969 son significativamente menores que los registros anuales a partir de 1970. Esto indicaría que la base de datos contiene registros parciales para el primer periodo, mientras que los registros a partir de 1970 son más consistentes, razón por la cual el análisis en este estudio se concentra en el periodo comprendido entre 1970 y 2011. Por otro lado, esta base de datos solo contiene 257 registros para el año 2011. Con el fin de presentar un análisis para la totalidad del año, los registros de Desinventar para el 2011 fueron eliminados y se reemplazaron por los eventos del 2011 contenidos en la base de datos del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. En total –para 2011- 3,012 eventos fueron anexados a la base de datos principal. La base de datos Desinventar incluye información sobre desastres de origen antrópico. En este sentido, para realizar el análisis se eliminaron de la base de Desinventar las observaciones cuya causa no estuviera asociada a desastres naturales.



**Figura 1: Eventos Anuales Desinventar 1914-2011**



**Tabla 1: Fuentes y Registros usados en Estudio**

Fuente	Número de Registros	Periodo
Desinventar	30,761	1914-2011
Desinventar	257	2011
Sistema Nacional	3,012	2011
Base usada para el análisis	28,248	1970-2011

Para el análisis econométrico de factores que determinan la vulnerabilidad a desastres naturales en el país, se construyó una base de datos con información a nivel municipal. La base de datos que recolecta información del Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE) de la Universidad de los Andes, contiene variables de población, pobreza y variables geográficas con información sobre altitud, erosión del suelo, nivel de inclinación del terreno y lluvias mensuales. Esta información fue fusionada con la

información sobre desastres y pérdidas a nivel municipal de Desinventar. A continuación se presenta mayor información sobre las variables usadas para el análisis.

Variable	Fuente	Observaciones
Población	CEDE - DANE	Esta variable contiene información de la población municipal desde 1970 hasta 2011. La información fue construida con base en los datos recolectados en los últimos cuatro censos de población realizados en 1973, 1985, 1993 y 2005. La población municipal de los años interestales se estimó usando una interpolación lineal entre los datos del censo.
Pobreza Necesidades Básicas Insatisfechas	CEDE-DANE	Esta variable contiene información sobre Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) desde 1970 hasta 2011. El índice representa el porcentaje de la población municipal que presenta necesidades básicas insatisfechas, siendo éstas medidas a través de una serie de indicadores que reflejan condiciones de las viviendas, acceso a servicios públicos, dependencia económica e inasistencia escolar.
<b>Geografía</b>		
<i>Altitud</i>	CEDE	Corresponde a la altura geográfica a la que se encuentra localizado el municipio. Es medida en metros sobre el nivel del mar.
<i>Erosión</i>	CEDE	Esta variable mide el estado del suelo del municipio con respecto al desprendimiento de partículas y rocas sobre su superficie. La erosión es medida a través de un índice entre 0 y 5 el cual fue estimado calculando el promedio ponderado del área geográfica del municipio y los diferentes estados del suelo. El significado de cada valor es el siguiente: 0=no hay erosión, 1=muy ligera, 2=ligera, 3=moderada, 4=severa, 5=muy severa. Esta variable es constante en el tiempo.
<i>Nivel de inclinación del terreno (Índice Plano):</i>	CEDE	Describe la pendiente del terreno donde se encuentra ubicado el municipio. Al igual que en el caso de erosión esta variable es medida a través de un índice entre 0 y 11, donde 0 representa zonas fuertemente escarpadas o empinadas y 11 zonas planas. Esta variable es constante en el tiempo.
<i>Ríos:</i>	CEDE	Describe la longitud de los ríos principales, secundarios y terciarios que pasan por el municipio. Al igual que las variables geográficas anteriores, es constante en el tiempo.
<i>Lluvias</i>	CEDE	Esta variable proviene de la base de datos del CEDE que contiene información de lluvias mensuales para cada una de las estaciones meteorológicas en el país desde 1980 hasta 2011. En total se cuenta con información de 1,800 estaciones en el país asociadas con 814 municipios del IDEAM. Con el fin de estimar los datos de lluvia para municipios que no cuentan con estación se utilizó la técnica de “nearest neighbor” con la cual se toma la lluvia de la estación más cercana para los municipios sin datos pluviométricos.
Desastres	Desinventar, UNISDR	Corresponde a los desastres naturales que fueron registrados en el país desde 1970 hasta el 2011. La base de datos tiene información sobre la el fenómeno natural que causa el desastre, el municipio impactado y los daños causados.

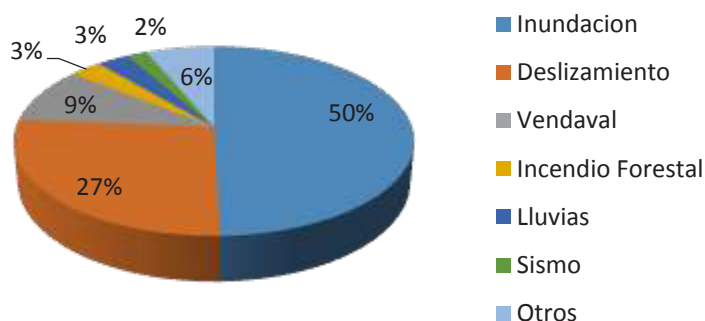
## Caracterización de los desastres naturales en Colombia para el periodo 1970-2011

Esta sección presenta una caracterización temporal y geográfica de los desastres naturales en el país, identificando diferencias entre los desastres de tipo intensivo y extensivo. Los desastres fueron clasificados de esta forma con base en un análisis estadístico del número de muertes y casas afectadas asociadas al evento registrado, análisis cuyo detalle se presenta más adelante.

### Análisis Temporal

En el periodo comprendido entre 1970 y 2011 se identificaron un total de 28,248 eventos relacionados con desastres naturales. Los eventos más comunes son inundaciones, deslizamientos, vendavales, incendios forestales y lluvias, que sumados corresponden al 92 por ciento del total de eventos registrados (Figura 2).

Figura 2: Desastre Natural por Categoría, 1970-2011



Los deslizamientos, las inundaciones y las erupciones volcánicas contribuyen con el 90 por ciento del total de muertes atribuidas a desastres naturales durante el periodo de estudio. Sin embargo, el desastre ocurrido en Armero-Guayabal en 1985 ocasionado por la erupción del Volcán Nevado del Ruiz y que causó un total de 22,942 muertes contribuye con el 63 por ciento del total de muertes. Excluyendo Armero-Guayabal del análisis, los deslizamientos,

las inundaciones y los terremotos aportan el 77 por ciento de las muertes registradas (Tabla 2).

**Tabla 2: Muertes por Categoría 1970-2011**

	<b>Muertes</b>	<b>%</b>	<b>Muertes sin Armero</b>	<b>%</b>
<b>Erupción</b>	24,456	67	1,114	11
<b>Deslizamiento</b>	5,493	15	5,493	40
<b>Inundación</b>	3,031	8	3,031	22
<b>Terremotos</b>	2,119	6	2,199	15
<b>Otros</b>	1588	4	1,588	12
<b>Total</b>	36,687	100	13,745	100

Por otro lado, las inundaciones, los vendavales y los terremotos contribuyen con el 91 por ciento del total de casas afectadas<sup>2</sup> por desastres naturales (Tabla 3). Es importante anotar, que el desastre de Armero-Guayabal el cual afecto un total de 5,092 casas contribuye marginalmente con el número total de casas afectadas en el periodo en discusión.

**Tabla 3: Casas afectadas por Categoría 1970-2011**

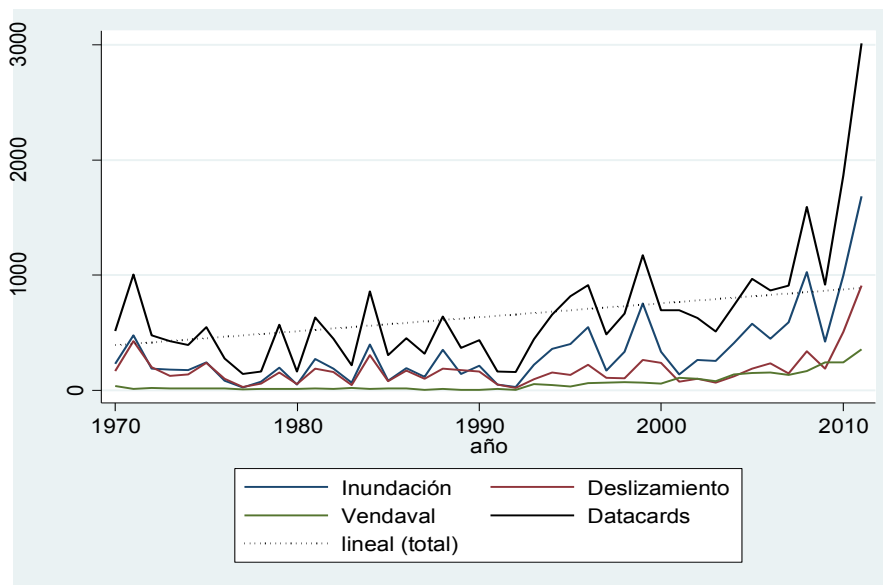
	<b>Casas afectadas</b>	<b>%</b>
<b>Inundación</b>	1,148,326	73
<b>Vendaval</b>	153,417	10
<b>Terremoto</b>	127,490	8
<b>Otros</b>	134,241	9
<b>Total</b>	1,563,474	100

<sup>2</sup> Casas afectadas corresponde a la sumatoria de casas dañadas y destruidas

El análisis de la distribución de desastres en el tiempo muestra que el número de eventos anuales ha venido aumentando desde 1970 (Figura 3). La distribución temporal de desastres muestra dos periodos visibles el primero de 1970 a 1990, periodo en el cual el número de registros anuales supero los 1,000 eventos solo en una ocasión, y el periodo 1991 a 2011, en el que el número de registros mayores a 1,000 eventos se presentó en cuatro años diferentes, tres de los cuales están concentrados del 2008 al 2011. El aumento significativo en el número total de eventos desde el 2010 está asociado con el fenómeno de la Niña la cual se presentó consecutivamente en los años 2010 y 2011 trayendo consigo promedio de lluvias que superaron los catalogados como históricamente normales (IDEAM, 2010).

En los dos periodos en discusión las categorías inundación y deslizamiento contribuyen con el mayor número de eventos, seguidas por lluvias en el periodo 1970-1990 y vendavales de 1991 a 2011.

**Figura 3: Registro Anual de Desastres 1970-2011**



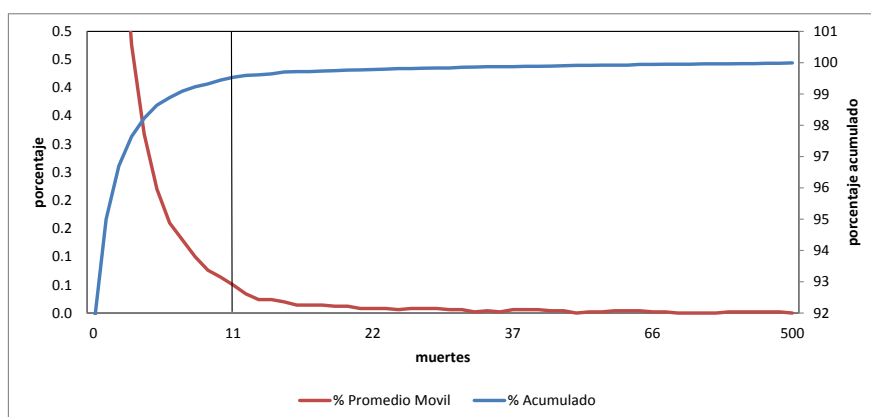
De 1970 a 1990 se presentaron un total de 9,354 desastres, mientras que de 1991 a 2011 el número de desastres corresponde a aproximadamente el doble con 18,869 registros.

En el segundo periodo en discusión aumentó el número de desastres anuales, sin embargo disminuyó la dispersión de desastres alrededor del promedio anual.<sup>3</sup>

## Descripción de desastres Intensivos y Extensivos

Los eventos han sido clasificados como intensivos cuando el número de muertes supera 11 o el número de casas afectadas 75. Los eventos que no superan el umbral han sido clasificados como de carácter extensivo. Los umbrales fueron definidos a partir de un análisis estadístico de las distribuciones de las variables muertes y casas afectadas. El umbral corresponde al número de muertes y casas afectadas en el cual el incremento marginal de registros es menor al 0.1 por ciento del total.<sup>4</sup> Considerando que el incremento marginal tiende a subir en registros que son múltiplos de diez –por el redondeo que ha lleva a cabo la fuente que reporta el desastre- se calculó un promedio móvil de las probabilidades individuales, como se observa en las Figura 4 y Figura 5.

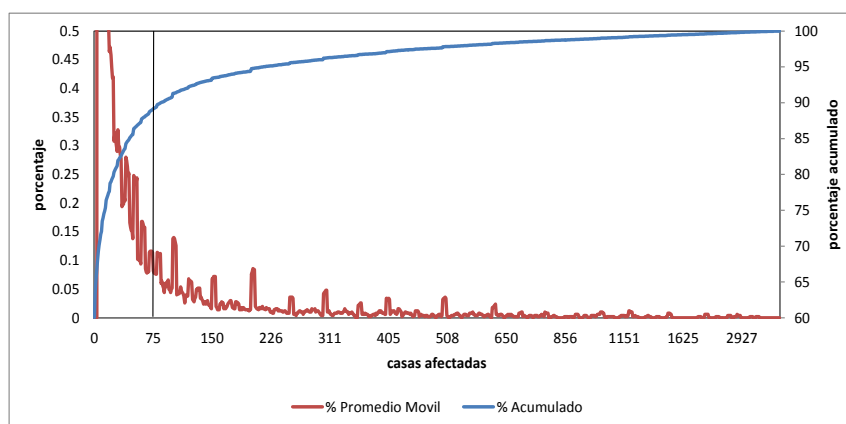
**Figura 4: Porcentaje de eventos con muertes registradas 1970-2011**



<sup>3</sup> El coeficiente de variación de las observaciones en el periodo 70-90 es de 2.07 mientras que en el periodo 91-11 es de 1.46.

<sup>4</sup> El umbral de 0.1 fue establecido por la (Osso, Análisis de Riesgo Intensivo: Metodología para identificación de Umbrales, 2010).

**Figura 5: Porcentaje de eventos con casas afectadas 1970-2011**



El resultado de esta clasificación muestra que el 89 por ciento de los eventos registrados en Colombia son de carácter extensivo y el 11 por ciento restante son de carácter intensivo. Un análisis de la composición de eventos intensivos y extensivos por categoría de desastre natural permite identificar que los tornados, huracanes y tsunamis tienen mayor probabilidad de ser de carácter intensivo que el resto de eventos (Tabla 4).

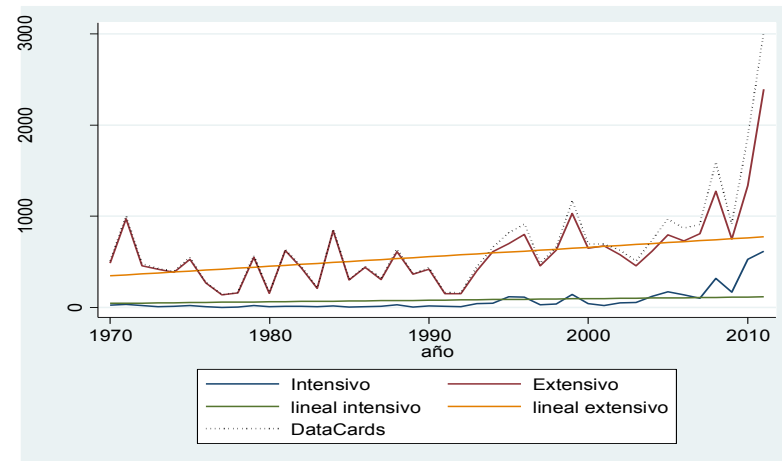
**Tabla 4: Desastres Naturales Intensivos y Extensivos 1970-2011**

<b>Categoría</b>	<b>Intensivos</b>	<b>%</b>	<b>Extensivos</b>	<b>%</b>
<b>Tornado</b>	2	100	0	0
<b>Huracán</b>	4	80	1	20
<b>Tsunami</b>	3	60	2	40
<b>Terremoto</b>	103	19	431	81
<b>Vendaval</b>	508	18	2,173	81
<b>Avalancha</b>	11	17	52	83
<b>Inundación</b>	2,109	15	11,894	85
<b>Deslizamientos</b>	358	5	7,188	95

El número de eventos intensivos y extensivos ha venido creciendo en el tiempo. Sin embargo, los eventos extensivos han aumentado de forma más rápida que los intensivos (Figura 6). Es importante anotar que en las décadas previas a 1990, la mayor parte de los

eventos eran de carácter extensivo, pero a partir de 1990 la contribución de los eventos intensivos en el número total de eventos ha venido incrementándose.

**Figura 6: Registro Anual de Desastres Intensivos vs Extensivos 1970-2011**



Un análisis de las pérdidas por categoría de desastre permite identificar que los desastres de carácter intensivo tienen el mayor impacto en términos de muertes y viviendas afectadas, mientras que los eventos extensivos causan un mayor efecto en número de personas afectadas y hectáreas de cultivos destruidas. Al excluir el desastre de Armero-Guayabal, los eventos intensivos siguen causando el mayor número de muertos, sin embargo, en menor proporción (Tabla 5).

**Tabla 5: Pérdidas por eventos Intensivos y Extensivos 1970-2011**

	Eventos	%	Muertes	%	Muertes sin Armero	%	Casas afectadas	%	Personas Afectadas	%	Hectáreas afectadas	%
<b>Extensivo</b>	25,085	89	6,733	17	6,733	40	163,173	10	20,319,705	72	3,052,364	82
<b>Intensivo</b>	3,163	11	32,972	83	10,032	60	1,400,301	90	7,712,050	28	683,667	18
<b>Total</b>	28,248	100	39,705	100	16,763	100	1,563,474	100	28,031,755	100	3,736,031	100

Un análisis de las variables de muertes y casas afectadas por rangos para los dos desastres más comunes como son inundaciones y deslizamientos permite caracterizar el impacto de estos eventos. La Tabla 6 y



**Tabla 7: Registro de Inundaciones según umbral de casas afectadas 1970-2011**

muestran que el 94 por ciento de las inundaciones que se registraron no causaron muertes, mientras que el 59 por ciento no causaron daños en viviendas. Así mismo, cerca del 6 por ciento de las inundaciones causaron entre 1 y 11 muertes, mientras que 27 por ciento de las mismas afectaron entre 1 y 75 casas. Finalmente, menos del 0.03 por ciento de las inundaciones causaron más de 50 muertes, mientras que el 4 por ciento de ellas afectaron más de 500 viviendas.

**Tabla 6: Registros de Inundaciones según umbral de muertes 1970-2011**

Rangos de muertes	Registros	%	Muertos	%
<b>Sin muertos</b>	13,175	94.	0	0
<b>De 1 a 11</b>	792	5.7	6,002	16
<b>De 12 a 50</b>	32	0.2	2,229	6
<b>Más de 50</b>	4	0.0286	28,456	78
<b>Total</b>	14,003	100	36,687	100

**Tabla 7: Registro de Inundaciones según umbral de casas afectadas 1970-2011**

Rango de viviendas	Registros	%	Casas Afectadas	%
<b>Sin viviendas</b>	8,193	59	0	0
<b>De 1 a 75</b>	3,726	27	164,094	10
<b>De 76 a 500</b>	1,573	11	479,132	31
<b>Más de 500</b>	511	4	920,248	59
<b>Total</b>	14,003	100	1,563,474	100

La caracterización de los deslizamientos por rango de muertes y viviendas afectadas es presentada en las Tabla 8 y Tabla 9. Allí se muestra que el 85 por ciento de los deslizamientos que se registraron no causaron muertes, mientras que el 62 por ciento no causaron daños en

viviendas. Así mismo, cerca del 14 por ciento de los deslizamientos causaron entre 1 y 11 muertes, mientras que 34 por ciento de los mismos afectaron entre 1 y 75 casas. Finalmente, menos del 0.2 por ciento de los deslizamientos causaron más de 50 muertes, mientras que el menos del 0.5 por ciento de estos afectó más de 500 viviendas.

**Tabla 8: Registros de Deslizamientos según umbral de muertes 1970-2011**

Rangos de muertes	Registros	%	Muertos	%
<b>Sin muertos</b>	6,416	85	0	0
<b>De 1 a 11</b>	1,065	14	6,002	16
<b>De 12 a 50</b>	53	1	2,229	6
<b>Mayor a 50</b>	12	0.16	28,456	78
<b>Total</b>	7,546	100	36,687	100

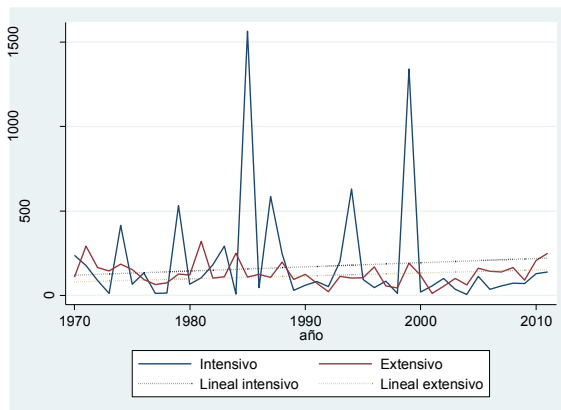
**Tabla 9: Registro de Deslizamientos según umbral de casas afectadas 1970-2011**

Rango de viviendas	Registros	%	Casas Afectadas	%
<b>Sin viviendas</b>	4,715	62	0	0
<b>De 1 a 75</b>	2,532	34	164,094	10
<b>De 76 a 500</b>	264	3	479,132	31
<b>Mayor a 500</b>	35	0.46	920,248	59
<b>Total</b>	7,546	100	1,563,474	100

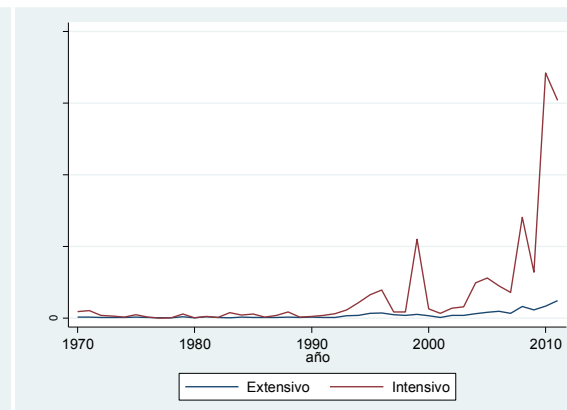
El número de muertes de los desastres extensivos e intensivos no muestra un cambio significativo en el tiempo a pesar de la alta variabilidad exhibida. Vale la pena destacar que a diferencia de los años anteriores, a partir del 2000 las muertes causadas por desastres extensivos han sido constantemente mayores que las asociadas con desastres de carácter intensivo (Figura 7: Registro Anual de Muertes Extensivos vs Intensivos 1970-2014). Por otro lado, el impacto de los desastres extensivos e intensivos en el número de casas destruidas y averiadas se mantuvo constante antes de 1990, año después del cual ha incrementado considerablemente particularmente para desastres de carácter intensivo (Figura 8: Registro Anual de Casas afectadas Extensivos vs Intensivos 1970-2014). Así mismo, el número total

de personas afectadas se ha incrementado significativamente a partir de los 90 y específicamente desde el 2010 año en el cual los registros de personas afectadas por desastres extensivos superaron la barrera de las 1.5 millones de personas afectadas (Figura 9).

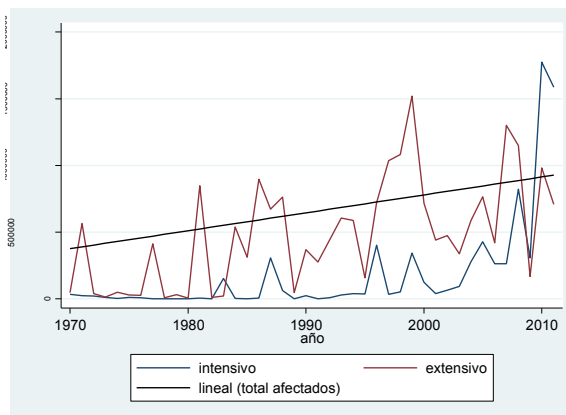
**Figura 7: Registro Anual de Muertes Extensivos vs Intensivos 1970-2014**



**Figura 8: Registro Anual de Casas afectadas Extensivos vs Intensivos 1970-2014**



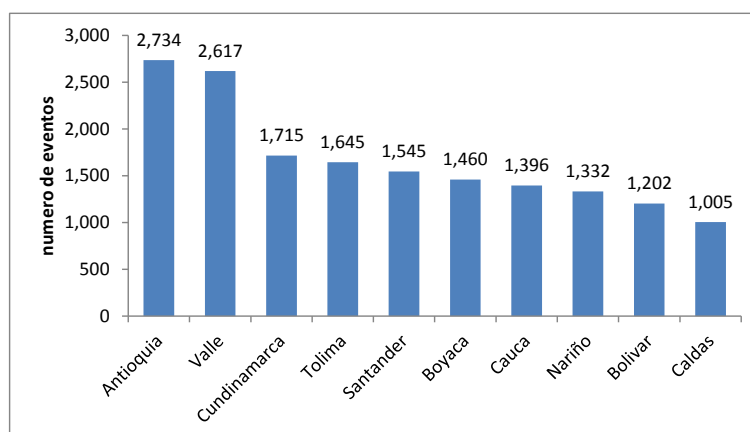
**Figura 9: Registro Anual de Afectados Extensivo vs Intensivo 1970-2011**



## Análisis Geográfico

Aproximadamente el 60 por ciento de los desastres se concentran en diez departamentos, la mayoría de los cuales hacen parte de la región andina de Colombia (Figura 10). Así mismo estos departamentos contienen más del 50 por ciento de la población en el país.

**Figura 10: Número de eventos acumulados por Departamento 1970-2011**



Valle y Antioquia han sido afectados por aproximadamente el 20 por ciento del total de inundaciones registradas en el periodo de estudio, mientras que Antioquia y Nariño registran el 23 por ciento del total de los deslizamientos. En cuanto a vendavales, Cauca, Valle y Risaralda en conjunto han sido afectadas con el 22 por ciento de los vendavales registrados en el país durante el periodo de estudio (Tabla 10).

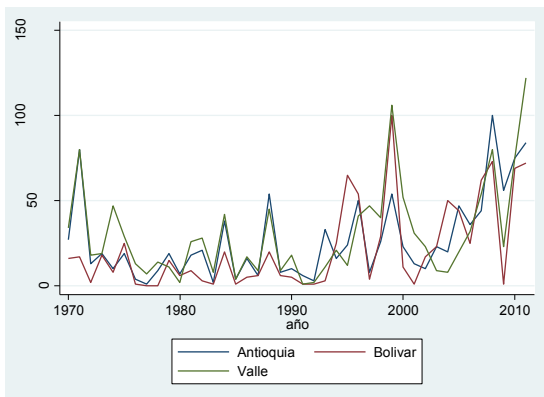
**Tabla 10: Desastres por Departamento 1970-2011**

Inundaciones			Deslizamientos			Vendavales		
Departamento	#	%	Departamento	#	%	Departamento	#	%
Valle	1290	9	Antioquia	1067	14	Cauca	225	8
Antioquia	1136	8	Nariño	639	8	Valle	185	7
Bolivar	914	7	Tolima	619	8	Risaralda	184	7
Santander	841	6	Caldas	592	8	Antioquia	182	7
Córdoba	747	5	Boyacá	584	8	Cundinamarca	162	6
Cundinamarca	724	5	Valle	582	8	Sucre	151	6
Magdalena	691	5	Cundinamarca	511	7	Choco	143	5
Tolima	665	5	Cauca	447	6	Tolima	136	5
Choco	589	4	Santander	410	5	Bolívar	129	5
Cesar	585	4	Risaralda	389	5	Atlántico	121	5
Otros	5821	42	Otros	1705	23	Otros	1063	40

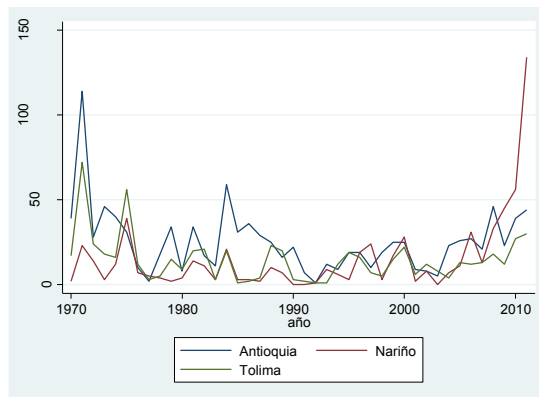
La evolución temporal de los desastres más comunes en los departamentos más afectados varía para cada caso. Los efectos de las inundaciones en Valle, Antioquia y Bolívar ha sido intermitente en el tiempo, aunque a partir de 1990 se observan más años con registros mayores a 50 inundaciones en los tres departamentos (Figura 11). En el caso de deslizamientos llama la atención que a diferencia de los últimos 20 años, de 1970 a 1990 Antioquia tuvo un mayor número de años en las que los registros superaron los 50 deslizamientos. Igualmente importante es el incremento en el número de deslizamientos que se presentaron en Nariño a partir de 2008 (Figura 12).

Finalmente, es evidente el incremento en la incidencia de vendavales para los tres departamentos más afectados por este tipo de desastres, es decir Cauca, Risaralda y Valle desde 1990. El incremento es más pronunciado para Risaralda que en 2011 alcanzó 40 registros superando significativamente el promedio histórico Nacional de 24 vendavales al año (Figura 13).

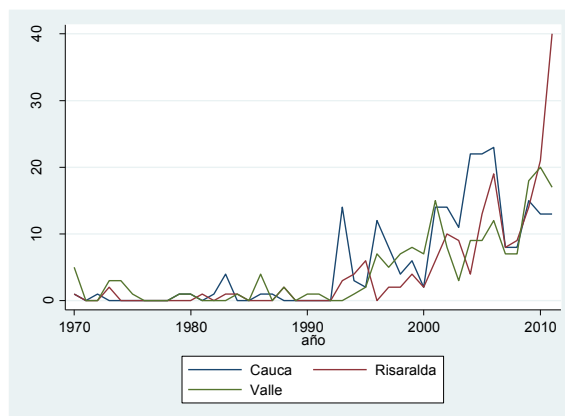
**Figura 11: Inundaciones por Departamento mas Afectado 1970-2011**



**Figura 12: Deslizamientos por Departamento mas Afectado 1970-2011**



**Figura 13: Vendavales por Departamento mas Afectado**



Existe una diferencia entre los departamentos más afectados por número de muertes y los departamentos con mayor número de casas afectadas. Excluyendo el desastre de Armero-Guayabal, cuatro departamentos Antioquia, Caldas, Quindío y Cauca concentran el 50 por ciento de las muertes registradas desde 1970 hasta 2011 (Tabla 11). Los efectos en término de casas destruidas y averiadas es más disperso dado que el 50 por ciento del total de viviendas afectadas se concentra en ocho departamentos como lo presenta en la (Tabla 11).

**Tabla 11: Número de muertes por Departamento mas afectado 1970-2011**

Departamento	Muertes	%	Departamento	Muertes	%
			<b>sin Armero</b>		
<b>Tolima</b>	23,467	64	Antioquia	2,486	18
<b>Antioquia</b>	2,486	7	Caldas	2,346	17
<b>Caldas</b>	2,346	6	Quindío	1,314	10
<b>Quindío</b>	1,314	4	Cauca	1,204	9
<b>Cauca</b>	1,204	3	Nariño	1,037	8
<b>Otros</b>	5,870	16	Otros	5,358	39
<b>Total</b>	36,687	100	<b>Total</b>	13,745	100

**Tabla 12: Número de casas afectadas por Departamento mas afectado 1970-2011**

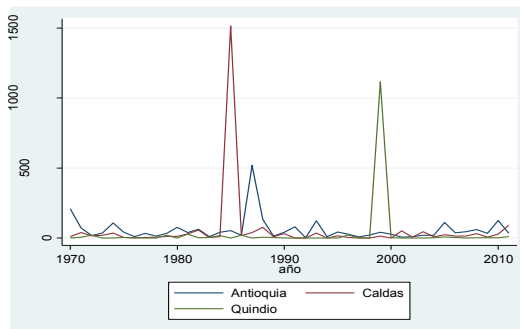
<b>Departamento</b>	<b>Casas Afectadas</b>	<b>%</b>
<b>Bolívar</b>	167,157	11
<b>Magdalena</b>	134,934	9
<b>Choco</b>	110,912	7
<b>Córdoba</b>	103,762	7
<b>Antioquia</b>	84,461	5
<b>Otros</b>	879,601	56
<b>Total</b>	1,563,474	100

La distribución anual de muertes se ha mantenido constante en el tiempo para los tres departamentos que presentan el mayor número acumulado de muertes. Sin embargo cada departamento presenta picos asociados con desastres específicos. El registro de muertes en Caldas supero los 1,500 en 1985 cuando la erupción del Volcán Nevado de Ruiz afectó el municipio de Chinchiná. En Antioquia, un grave deslizamiento de suelo causó la muerte de 500 personas en 1987, mientras que el terremoto de Armenia, Quindío presenta un registro de 930 muertos en 1999 (Figura 14).

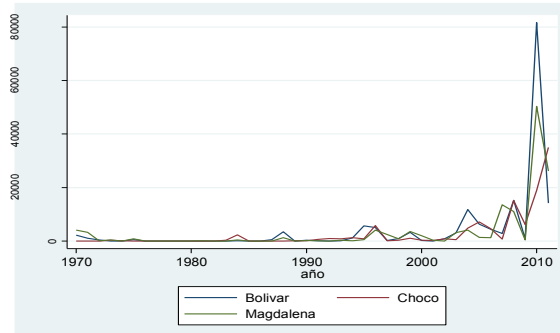
A diferencia de la variable muertes, el número de casas afectadas ha venido aumentando en el tiempo para los tres departamentos con mayor incidencia. En general, la tendencia cambia a principios de los 2000 pero se acentúa en el 2010 año en el que Bolívar registra más de 80,000 casas afectadas, Magdalena supera las barrera de los 40,000 y Chocó la de los 20,000 (Figura 15).

**Figura 14: Registro Anual de muertes en departamentos más afectados 1970-2011**

(sin Armero-Guayabal)



**Figura 15: Registro Anual de casas afectadas en departamentos más afectados 1970-2011**



### Descripción geográfica Intensivo vs Extensivo

Todos los departamentos de Colombia han sido afectados por eventos extensivos e intensivos. Antioquia sin embargo es el departamento con mayor número de eventos de los dos tipos. El 50 por ciento de los eventos intensivos y extensivos están concentrados en 8 departamentos. En el caso de eventos intensivos, los 8 departamentos más afectados concentran el 42 por ciento de la población, mientras que para eventos extensivos, los 8 departamentos más afectados concentran el 45 por ciento de la población actual de Colombia (*Tabla 13*).

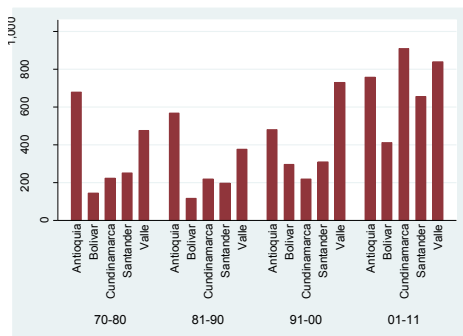
**Tabla 13: Desastres Intensivos y Extensivos por Departamento 1970-2011**

Intensivos			Extensivos		
Departamento	#	%	Departamento	#	%
Antioquia	250	8	Antioquia	2,484	10
Cauca	250	8	Valle	2,420	10
Bolívar	234	7	Cundinamarca	1,569	6
Nariño	204	6	Tolima	1,482	6
Valle	197	6	Santander	1,410	6
Tolima	163	5	Boyacá	1,361	5
Chocó	161	5	Cauca	1,146	5
Cesar	157	5	Nariño	1,128	4
Otros	1,547	49	Otros	12,084	48
Total	3,163	100	Total	25,085	100

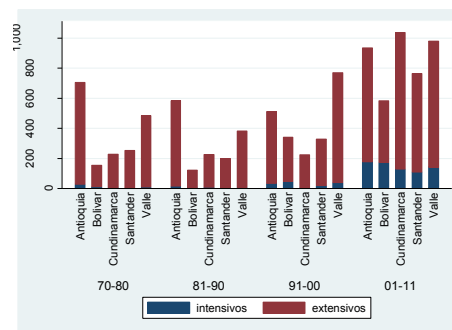


Un análisis de la evolución de la incidencia de eventos *extensivos* en los cinco departamentos más afectados muestra que Antioquia fue el departamento más afectado en la década de los 70s, 80s y 90s. Sin embargo, en los últimos diez años Cundinamarca y Valle se convirtieron en los departamentos con mayor número de desastres extensivos, superando los 800 eventos anuales. Históricamente, entre 1970 y 1990 Valle fue el segundo departamento con mayor incidencia de eventos extensivos. No obstante en la década de los noventas pasó al primer lugar (Figura 16). La Figura 17 demuestra que el ranking de departamento más afectado por el total de desastres naturales está definido por el ranking que el departamento ocupa en términos de eventos extensivos.

**Figura 16: Eventos Intensivos 1970-2011 en departamentos más afectados por eventos extensivos**

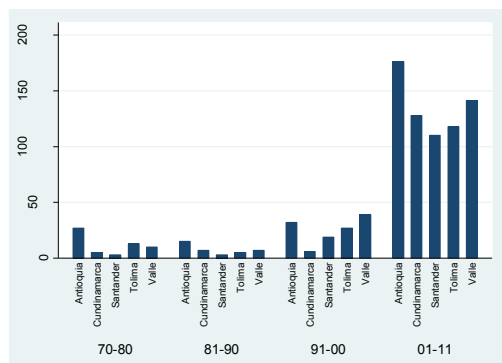


**Figura 17: Total de Eventos 1970-2011 en departamentos más afectados por eventos extensivos**

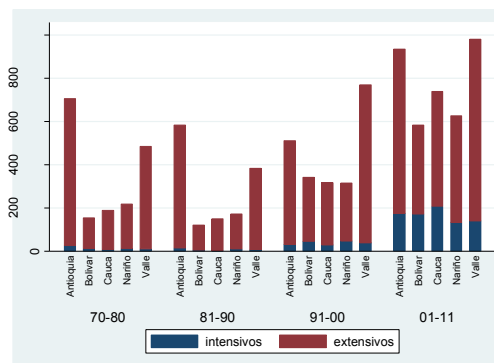


La evolución temporal de eventos *intensivos* en los departamentos con mayor incidencia de estos indica que en la última década el número de eventos intensivos se ha incrementado considerablemente, superando los 150. El análisis geográfico demuestra que Antioquia ha sido históricamente el departamento más afectado por este tipo de eventos, seguido por Valle. Cabe anotar el cambio de posición de Cundinamarca entre la década de los noventas y los últimos diez años, ya que paso de ocupar el último lugar en el primer periodo con 6 eventos intensivos a ocupar el tercer puesto con 128 eventos en el segundo periodo (*Figura 18*).

**Figura 18: Eventos Intensivos en los Departamentos más afectados 1970-2011**



**Figura 19: Total de eventos en los Departamentos más afectados por eventos intensivos 1970-2011**



La distribución de pérdidas entre desastres de tipo *extensivo* es también proporcional, es decir los departamentos con mayor número de desastres extensivos concentran las mayores pérdidas. Antioquia, sin embargo, participa 10 por ciento de los desastres extensivos pero concentra cerca del 20 por ciento de las muertes. Caldas, el segundo departamento con más muertes causadas por desastres extensivos contribuye 9 por ciento del total (Tabla 14).

**Tabla 14: Muertes y Viviendas Afectadas por Departamento para Eventos Extensivos**

Departamento	Extensivos	%	Muertes	%	Viviendas Afectadas	%
Antioquia	2,484	10	1,057	19	15,273	9
Valle	2,420	10	347	6	12,795	8
Cundinamarca	1,569	6	187	3	8,252	5
Tolima	1,482	6	335	6	10,213	6
Caldas	952	4	516	9	5,790	4
Otros	16,177	66	3,031	61	110,850	71
<b>Total</b>	<b>25,084</b>	<b>100</b>	<b>5,473</b>	<b>100</b>	<b>163,173</b>	<b>100</b>

Los departamentos más impactados por eventos *intensivos* tienden a ser los departamentos que concentran el mayor número de muertes y casas destruidas y averiadas causadas por este tipo de desastres como se observa en la Tabla 15. La excepción la presenta Tolima que presentando el 5 por ciento del total de eventos intensivos, concentra el 74 por ciento de las muertes. Quindío es un caso similar con el 1 por ciento de los desastres intensivos, pero el concentrando el 4 y 5 por ciento de las muertes y casas afectadas. En ambos casos, dos desastres naturales explican este patrón, el desastre de Armero-Guayabal en 1985 y el terremoto del Eje Cafetero en 1999. Bolívar es un caso interesante ya que a pesar de registrar 234 desastres intensivos (7 por ciento del total de desastres de este tipo), solo registra 47 muertes asociadas (0.15 por ciento del total). Lo anterior indica que los desastres intensivos en Bolívar han dejado principalmente daños en viviendas.

**Tabla 15: Muertes y Viviendas Afectadas por Departamento para Eventos Intensivos**

Departamento	Intensivos	%	Muertes	%	Viviendas Afectadas	%
Antioquia	250	8	1,429	5	69,188	5
Cauca	250	8	943	3	74,128	5
Bolívar	234	7	47	0.1	160,686	11
Tolima	163	5	23,132	74	39,518	3
Quindío	35	1	1,162	4	68,550	5
Otros	2,231	71	4,501	14	988,231	71
<b>Total</b>	<b>3,163</b>	<b>100</b>	<b>31,214</b>	<b>100</b>	<b>1,400,301</b>	<b>100</b>

## Conclusión

Colombia es un país vulnerable a los desastres naturales. Los desastres más comunes en el periodo 1970-2011 fueron las inundaciones, los deslizamientos y los vendavales. Excluyendo el desastre de Armero-Guayabal, los deslizamientos causaron el mayor número

de muertes, mientras que las inundaciones el mayor número de casas afectadas. Sin embargo, una proporción grande de los deslizamientos e inundaciones no causan muertos ni afectación en viviendas. Gran parte de los daños se concentra en una proporción menor de eventos. El análisis temporal indica que el número de desastres naturales ha venido en ascenso principalmente desde 1990, adicionalmente los años 2010 y 2011 han presentado un incremento sin precedentes en el número de desastres registrados, situación relacionada con el fenómeno natural de La Niña.

La mayoría de los desastres registrados en Colombia son de carácter extensivo aunque los eventos de carácter intensivo han venido aumentando su participación en el total de desastres en el país desde 1990. Si bien los desastres intensivos causan el mayor impacto en muertes y casas afectadas, la mayoría de las personas afectadas y las hectáreas perdidas están asociadas con desastres extensivos. El número de muertos tanto de desastres intensivos como de extensivos no ha sufrido un cambio significativo en el periodo estudiado, mientras que el número de casas y el total de personas afectadas si se ha incrementado, especialmente en los últimos 2 años.

Más de la mitad de los desastres naturales ocurridos en el periodo en discusión se localizan en 10 departamentos, siendo Antioquia el departamento que más desastres registra. Mientras que la mitad de las muertes registradas se concentran en tres departamentos incluyendo Antioquia, las pérdidas en términos de casas afectadas están más dispersas geográficamente, siendo Bolívar y Magdalena los más afectados. En cuanto a la distribución de eventos intensivos y extensivos, Antioquia registra el mayor número de los dos seguido por Valle y Cundinamarca. Las pérdidas causadas por desastres intensivos se concentran en tres departamentos que han sido afectados por tres eventos de gran magnitud y que concentran gran parte de las muertes y las viviendas afectadas. Por el contrario, la distribución geográfica de las pérdidas asociadas con desastres extensivos es menos concentrada aunque de nuevo Antioquia concentra una quinta parte de las muertes registradas por este tipo de eventos.

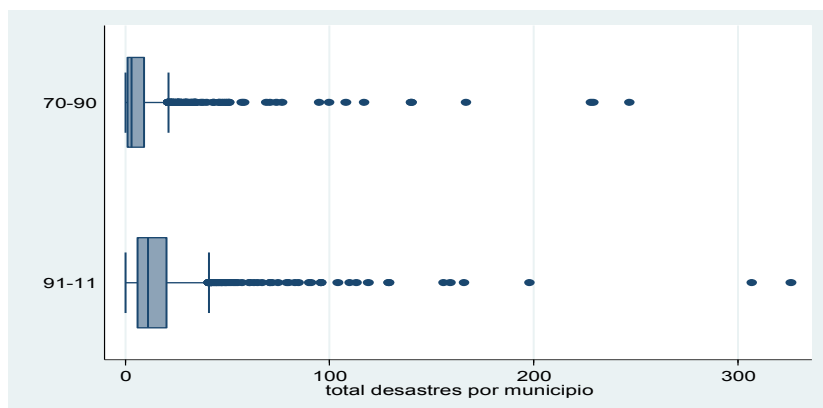
#### 4. Análisis de factores que determinan la vulnerabilidad a desastres naturales en Colombia

La sección anterior realizó una caracterización temporal y geográfica de los desastres de origen natural registrados en el país desde 1970-2011. Esta sección tiene como objetivo realizar un análisis econométrico de los factores geográficos y sociales que podrían influir en la incidencia y magnitud de los desastres que se presentaron en el país en el periodo estudiado, a partir de un análisis a nivel municipal y por desastre registrado.

##### Factores que contribuyen con la incidencia de desastres naturales a nivel municipal

Desde 1970 hasta el 2011 en Colombia se registraron un total de 28,248 desastres naturales. Si bien Colombia es un país con una alta exposición a amenazas meteorológicas y geológicas, el promedio anual de desastres naturales aumentó significativamente durante las últimas dos décadas. El análisis a nivel municipal también indica un incremento significativo del promedio de desastres por municipio y una menor concentración de los datos para el periodo 1970-1991 como se observa en la Figura 20.

Figura 20: Distribución de los desastres por municipio



## Desastres por Municipio 1970-1990

En el periodo comprendido entre 1970 y 1990 el 50 por ciento de los municipios registraron 3 desastres, sin embargo el promedio de desastres por municipio es de 7. Lo anterior sugiere que existen municipios donde hubo una incidencia importante de desastres naturales, de hecho los registros de Medellín, Bogotá y Cali superaron los 200 desastres en dicho periodo. En total, 290 municipios presentaron 9 desastres o más ubicándose en el quintil más alto de la distribución de desastres. Por otro lado, 352 municipios presentaron entre 0 y 1 desastres lo que corresponde al quintil más bajo de la distribución. Un análisis de las características socioeconómicas y geográficas entre los municipios ubicados el quintil más bajo y el más alto indica que existen diferencias significativas entre estos dos grupos. La Tabla 16 presenta las estadísticas descriptivas de las variables socioeconómicas y geográficas para los dos grupos.

**Tabla 16: Características de los municipios en el quintil más alto y más bajo (1970-1990)**

	Quintil mas alto Desastres >=9 N=290 <b>Media</b>	Quintil mas bajo Desastres <=1 N=352 <b>Media</b>	Diferencia [se]
Población	59,970.28	7,332.91	52,637.37*** [12,235.40]
NBI	65.72	77.55	-11.84*** [1.00]
Altitud	825.83	1,268.06	-442.23*** [71.82]
Índice Plano	6.03	4.79	1.23*** [0.20]
Ríos (kms)	27.07	19.96	7.10*** [2.19]
Erosión	4.12	4.01	0.12 [0.08]

Standard errors in brackets

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

La Tabla 16 muestra que las áreas con mayor número de desastres naturales de 1970 a 1990 tienen mayor población en promedio que las áreas menos afectadas lo que indica que los desastres ocurren de una forma más recurrente en lugares más poblados. Sin embargo, la pobreza, medida por el índice de necesidades básicas insatisfechas tiende a ser más baja en zonas más afectadas. Esta relación puede explicarse porque las zonas más afectadas generalmente corresponden a municipios de mayor tamaño con mercados laborales más activos y mayor acceso a servicios públicos lo que influye en menores índices de pobreza.

Las características geográficas también varían entre las zonas de mayor y menor prevalencia de desastres. Las zonas más afectadas estaban localizadas en áreas geográficas de menor altitud y más planas, y con una mayor exposición orográfica dada por la longitud de los ríos que recorren el municipio. Las diferencias geográficas entre las zonas de mayor y menor incidencia de desastres son significativas, con excepción del nivel de erosión, para el cual no existe una diferencia estadística entre los dos grupos.

### **Desastres por Municipio 1991-2011**

El total de desastres en el territorio nacional y por municipio se incrementó considerablemente en los últimos veinte años. De 1991 a 2011 el cincuenta por ciento de los municipios presentó 11 desastres, mientras que el municipio promedio presentó 16 desastres en total. El 10 por ciento de los municipios más afectados – 121 municipios en total, presentó 31 desastres o más, mientras que el decil menos afectado – 138 municipios, tuvo menos de 3 desastres. Al igual que en el periodo anterior, existen diferencias en las características sociales, económicas y geográficas entre los municipios con mayor y menor prevalencia de desastres. La Tabla 17 presenta las estadísticas descriptivas de las variables socioeconómicas y geográficas de los dos grupos.

**Tabla 17: Características de los municipios en el decil mas alto y más bajo (1991-2011)**

	Decil mas alto Desastres $\geq$ 31 N=121 <b>Media</b>	Decil mas bajo Desastres $\leq$ 3 N=138 <b>Media</b>	Diferencia [se] <b>[Sd]</b>
Población	197,704.50	6,811.38	190,893.10*** [53,135.90]
NBI	42.16	54.94	-12.78*** [2.84]
Altitud	753.12	1,552.65	-799.53*** [109.10]
Índice Plano	6.25	4.42	1.82*** [0.30]
Ríos (kms)	31.92	18.56	13.36*** [4.05]
Erosión	4.16	3.91	0.25 [0.13]*
Lluvias (promedio mensual mm)	197.84	199.17	-1.33 [14.51]

Standard errors in brackets  
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Las diferencias en las características socio-económicas y de geografía entre los municipios de mayor y menor prevalencia de desastres se mantienen para el periodo entre 1991 y 2011. En términos generales, el grupo de municipios más afectado tiene en promedio mayor población pero menores índices de pobreza. Adicionalmente, está localizado en áreas menos altas y más planas y en zonas con alta presencia de ríos. A diferencia del periodo anterior, los municipios con más desastres tienen un índice mayor de erosión aunque esta diferencia es estadísticamente significativa dentro de un intervalo de confianza del noventa por ciento. Finalmente, no existe diferencia estadística entre el promedio de lluvias de los municipios en el primer y último decil lo que sugiere que las regiones con más lluvias no necesariamente tienen un mayor número de desastres para este periodo.



## Estrategia de Identificación – Modelo Econométrico de Incidencia de Desastres

La literatura sobre riesgo de desastres define vulnerabilidad como aquellas características que generan susceptibilidad al daño producto de amenazas naturales o antrópicas (Correa, 2011). En este sentido, la vulnerabilidad determina la diferencia en la afectación de dos territorios que son impactados por un mismo fenómeno e igual intensidad. Con base en esto se asume que la vulnerabilidad o susceptibilidad al daño está relacionada con características socioeconómicas y geográficas de los territorios expuestos a dichos fenómenos.

El primer modelo desarrollado para explicar los factores que influyen en la vulnerabilidad toma como variable dependiente el número total de desastres por municipio ocurrido en dos periodos: 70-90 y 91-11. Las variables explicativas incluidas son de tipo socioeconómico como la población y las necesidades básicas insatisfechas y variables naturales como la altitud, el nivel de inclinación del terreno, kilómetros de ríos que están ubicados dentro del territorio del municipio, nivel de erosión del suelo y promedio de lluvias mensual.

En este sentido, las siguientes ecuaciones explican la variación en el número de desastres entre municipios y entre los periodos definidos.

$$Desastres_{it} = f(Poblacion_{it}, NBI_{it}, Altitud_i, Index Plano_i, Rios_i, Erosion_i, Lluvias_{it}, Decada_t, Departamento_i) \quad [1]$$

$$Desastres \text{ por } 100\text{mil habitantes}_{it} = f(Poblacion_{it}, NBI_{it}, Altitud_i, Index Plano_i, Rios_i, Erosion_i, Lluvias_{it}, Decada_t, Departamento_i) \quad [2]$$

La primera ecuación parte de la hipótesis previamente mencionada que el número de desastres está influenciado por variables de tipo socio-económico y que describen las características naturales y geográficas de los territorios. La segunda ecuación controla por el efecto proporcional que tiene la población sobre el número de desastres.

Se espera que el coeficiente de la variable población sea positivo para la primera ecuación, pero negativo para la segunda. Es decir, se espera que los municipios con mayores poblaciones tengan menos desastres por cada cien mil habitantes, ya que los municipios más grandes tienen un nivel de desarrollo más alto reduciendo el número de desastres per cápita. Por otro lado, la intuición determinaría que los municipios con mayores niveles de pobreza tienden a tener mayor número de desastres, por lo que se esperaría que el coeficiente de necesidades básicas insatisfechas sea positivo.

Así mismo, se espera que las regiones planas con mayor presencia de ríos sean más vulnerables a desastres, así como las regiones con mayor presencia de lluvias y erosión. Lo anterior implica que los coeficientes de índice plano, ríos, erosión y lluvias sean positivos. Igualmente, se espera que la altitud tenga un coeficiente negativo ya que es posible que las regiones ubicadas en zonas más altas tengan mayores niveles de desarrollo que protegen a la población contra desastres. Finalmente, la variable década corresponde a los efectos fijos de las décadas y la variable departamento a los efectos fijos de departamento.

## **Resultados Modelo de Incidencia de Desastres**

Los resultados de este primer modelo donde la variable dependiente es el número total de desastres por municipio indican que todas las variables con excepción de NBI son significativas, como lo muestra la Tabla 18. De acuerdo a lo previsto, la *población* está relacionada positivamente con el número de desastres por municipio en todos los casos. La elasticidad es de 0.56 sin efectos fijos de departamento y 0.55 con efectos fijos respectivamente. El efecto de la población decrece cuando se incluyen las lluvias en el modelo, pero continúa siendo altamente significativo. En contraste, el coeficiente para *niveles de pobreza* – NBI, no es significativo estadísticamente. En contra de lo que la intuición indicaría, tener mayores niveles de pobreza no estaría asociado con una mayor incidencia de desastres.

**Tabla 18: Resultados: Modelo 1 Ecuación 1 Incidencia en el Total de Desastres**

Variables	Desastres (log)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Población (log)	0.560*** [0.018]	0.556*** [0.018]	0.457*** [0.020]	0.452*** [0.020]
NBI (log)	0.012 [0.058]	0.057 [0.059]	-0.035 [0.055]	-0.009 [0.055]
Altitud (log)	-0.087*** [0.013]	-0.102*** [0.013]	-0.101*** [0.014]	-0.108*** [0.015]
Erosión (log)	0.093** [0.041]	0.087** [0.042]	0.109** [0.044]	0.100** [0.045]
Índice Plano(log)	0.227*** [0.031]	0.223*** [0.032]	0.131*** [0.033]	0.128*** [0.034]
Ríos(log)	0.080*** [0.029]	0.087*** [0.030]	0.066** [0.033]	0.082** [0.033]
Dummy 1991-2011	0.834*** [0.039]	0.857*** [0.039]		
Lluvias(log)			0.123*** [0.043]	0.117*** [0.044]
Constante	-5.271*** [0.460]	-5.391*** [0.459]	-2.700*** [0.470]	-2.791*** [0.465]
Número de observaciones	2,188	2,188	1,093	1,093
Número de departamentos	32	32	32	32
Efectos Fijos de Departamento	no	Si	no	Si
Efectos Fijos de Décadas (70-90, 91-11)	si	Si	si	si

t-statistics in brackets

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

*El índice plano*, el cual determina que tan inclinado es el terreno, está positivamente relacionado con el número de desastres. En otras palabras estar ubicado en zonas de relieve plano está asociado con mayor riesgo a sufrir un desastre. En promedio, un incremento del 1 por ciento en la desviación estándar del índice plano está asociado con un incremento de 48 por ciento en la desviación estándar de los desastres.<sup>5</sup> Cuando la variable lluvias es incluida en el modelo, el efecto del índice plano decrece a 27 por ciento en la desviación estándar.

<sup>5</sup> Desviación Estándar del Logaritmo de Índice Plano = 1.09, Desviación Estándar del Logaritmo de Desastres = 0.51

En cuanto a las demás variables geográficas, el modelo arroja información relevante para entender la relación entre las características naturales y los desastres. La relación entre la *altitud* de municipio y el número de desastres es negativa lo que indica que los territorios más bajos están más expuestos a desastres originados por amenazas naturales como las inundaciones. La *erosión* está asociada con más desastres y cuando las lluvias son consideradas, el efecto de la erosión aumenta. Esto es consistente con la importancia de los deslizamientos en Colombia, los cuales pueden ser originados por el desprendimiento de terrenos erosionados desencadenados por episodios de lluvia intensa. Los coeficientes de los variables *ríos* y *lluvias* son positivos y significativos. Cabe destacar la elasticidad de lluvias la cual es 0.12 sin efectos fijos y 0.11 con efectos fijos de departamento. Finalmente, el coeficiente positivo de *Dummy 1991-2011* demuestra que en los últimos veinte años, los desastres han aumentado significativamente.

A continuación se presentan los resultados de la segunda ecuación del modelo la cual controla por la población de un municipio y busca explicar los factores que determinan el número de desastres por cien mil habitantes.

**Tabla 19: Resultados Modelo 1 Ecuación 2 Desastres por 100 mil habitantes**

Variables	Desastres por 100mil habitantes (log)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Población (log)	-0.440*** [0.018]	-0.444*** [0.018]	-0.543*** [0.020]	-0.548*** [0.020]
NBI (log)	0.012 [0.058]	0.057 [0.059]	-0.035 [0.055]	-0.010 [0.055]
Altitud (log)	-0.087*** [0.013]	-0.102*** [0.013]	-0.101*** [0.014]	-0.108*** [0.015]
Erosión (log)	0.093** [0.041]	0.087** [0.042]	0.109** [0.044]	0.100** [0.045]
Índice Plano(log)	0.227*** [0.031]	0.223*** [0.032]	0.131*** [0.033]	0.128*** [0.034]
Ríos(log)	0.080*** [0.029]	0.087*** [0.030]	0.066** [0.033]	0.082** [0.033]
Década	0.834*** [0.039]	0.857*** [0.039]		
Lluvias(log)			0.123*** [0.043]	0.117*** [0.044]
Constante	6.243*** [0.460]	6.123*** [0.459]	8.814*** [0.470]	8.723*** [0.465]
Número de observaciones	2,188	2,188	1,093	1,093
Número de departamentos	32	32	32	32
Efectos Fijos de Departamento	no	Si	no	si
Efectos Fijos de Décadas (70-90, 91-11)	si	Si	si	si

t-statistics in brackets

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Al igual que en el primer modelo, todas las variables incorporadas son estadísticamente significativas con excepción del NBI. De acuerdo a lo esperado, el coeficiente de la variable *población* es negativo. Esto indica que el número de desastres por 100 mil habitantes cae en la medida que la población aumenta. Lo anterior sugiere que los municipios de mayor tamaño tienen mecanismos específicos que protegen sus comunidades contra los desastres. Estos mecanismos pueden incluir mayor acceso a redes prevención de desastres, o en general mejor planeación en el uso del suelo evitando la instalación de comunidades en zonas de amenaza naturales.

Los anteriores modelos dan luces sobre las variables que influyen en la cantidad de desastres en un municipio determinado. Sin embargo, no todos los desastres traen consigo daños en términos de muertes y afectación a la infraestructura. Con el fin de entender los aspectos que determinan la vulnerabilidad o susceptibilidad a los daños, la siguiente sección desarrolla cuatro modelos de probabilidad lineal para explicar la probabilidad que los desastres causen afectación en los territorios en donde ocurren.

### **Factores que contribuyen con la Magnitud del Impacto de los Desastres**

Si bien Colombia es un país vulnerable a los desastres naturales, no todos los eventos causan daños materiales o pérdidas de vidas. Como lo demuestran, el 91 por ciento del total de desastres registrados en la base Desinventar no causó muertes, mientras que el 60 por ciento no generó daños en viviendas.

**Tabla 20: Rango de muertes por desastre**

Rango de muertes	Registros	Porcentaje
Sin muertes	25,829	91.44
1 a 11	2,287	8.10
12 a 50	105	0.37
Mayor a 50	27	0.10
Total	28,248	100

**Tabla 21: Rango de viviendas afectadas por desastre**

Rangos de viviendas	Registros	Porcentaje
Sin casas	16,965	60.06
1 a 75	8,222	29.11
76 a 500	2,439	8.63
Mayor a 500	622	2.20
Total	28,248	100

Por otro lado el 55 por ciento de los desastres registra al menos un muerto o al menos una casa afectada (Tabla 22). En el estudio, este tipo de desastres se denominan desastres con afectación. Por otro lado se ha identificado que aproximadamente el 11 por ciento de los desastres son de carácter intensivo, mientras que el 89 por ciento son de carácter extensivo (Tabla 23). Los desastres intensivos son eventos de baja frecuencia pero con un potencial destructivo alto. Metodológicamente se identifican porque son eventos que causan más de 11 muertes o eventos que han destruido o afectado más de 75 casas de acuerdo al análisis realizado en la sección 3 del documento.

**Tabla 22 Desastres con Afectación vs. Tabla 23 Desastres Intensivos vs. Desastres sin Afectación Extensivos**

Categoría	Registros	%	Categoría	Registros	%
Desastres con afectación	15,691	55.55	Desastres Intensivos	3,225	11.52
Desastres sin afectación	12,557	44.45	Desastres extensivos	25,023	88.58
Total	28,248	100	Total	28,248	100

De la misma forma en que las zonas con más desastres tienen características sociales y geográficas diferentes a las zonas con menor número de desastres, se asume que existen diferencias entre las zonas que han sufrido afectación y las zonas que no.

La Tabla 24 presenta las características socioeconómicas y geográficas de los dos grupos.

**Tabla 24: Características de las zonas de desastres con y sin afectación**

	Desastres con Afectación	Desastres Sin Afectación	Diferencia [se]
	Media	Media	
<b>Población</b>	272,623.5	217,823.4	54,800.1*** [5.23]
<b>NBI</b>	43.78	55.87	-12.08*** [0.30]
<b>Altitud (mt)</b>	998.89	948.11	50.77*** [10.38]
<b>Erosión</b>	1.92	1.84	0.07*** [0.01]
<b>Índice Plano</b>	5.65	5.96	-0.30*** [0.027]
<b>Ríos (kms)</b>	26.44	26.00	0.44 [0.38]
<b>Lluvias (mm mensual)</b>	268.43	237.63	30.79*** [2.47]
<b>Shocks</b>	0.61	0.53	0.087*** [0.006]
<b>Standard errors in brackets</b>			
<b>*** p&lt;0.01, ** p&lt;0.05, * p&lt;0.1</b>			

De acuerdo a la Tabla 16 existen diferencias significativas entre las zonas geográficas donde los desastres han causado daños y las zonas donde no. En general las primeras, tienen una mayor población pero tasas de pobreza más bajas. Son zonas más altas, con mayor erosión, menos planas y con promedios de lluvia mensual más altos. Igualmente, son zonas



donde se han presentado más choques de lluvia. En otras palabras, estas zonas presentan con más frecuencia lluvias atípicas en los meses en que se presentaron los desastres. Lluvias atípicas se define como promedios de lluvia mensual que estuvieron 0.5 desviaciones estándar por encima del promedio de lluvias del municipio desde 1980 hasta 2011. Finalmente, no existe una diferencia significativa en la presencia de ríos en las zonas que han sido afectadas por los desastres y las que no.

Los desastres intensivos ocurren con menos frecuencia en Colombia. Del total de la base de datos, el 11 por ciento de los desastres se encuentran en esta categoría. Se ha argumentado que dichos desastres traen daños de gran magnitud y -a pesar de generar impactos negativos sobre las comunidades y las economías afectadas- no causan daños permanente en el funcionamiento de la economía del país ni en los niveles de pobreza. Por otro lado, los desastres extensivos ocurren con mayor frecuencia afectando de manera crónica el nivel local y nacional lo que puede llevar a la obstaculizando el desarrollo del país ya que el impacto se va acumulando a través del *tiempo* (Cardona, 2007). La Tabla 25 presenta las estadísticas descriptivas de las zonas donde se presentaron desastres intensivos versus las zonas donde los desastres fueron de carácter extensivo.

**Tabla 25: Características de las zonas de desastre intensivo y extensivo**

	Desastres Extensivo	Desastre Intensivo	Diferencia [se]
	Media	Media	
<b>Población</b>	252,585	168,209.6	84,375.32*** [16,249.2]
<b>NBI</b>	50.66	49.20	1.46*** [2.98]
<b>Altitud</b>	1,006.88	701.38	305.50*** [16.013]
<b>Erosión</b>	1.89	1.76	0.11*** [0.01]
<b>Índice Plano</b>	5.80	5.96	-0.15*** [0.04]
<b>Ríos (kms)</b>	26.09	27.05	-1.62 [0.59]
<b>Lluvias (mm mensual)</b>	248.20	283.70	-35.49*** [3.67]
<b>Shocks</b>	0.56	0.64	-0.07*** [0.009]
<b>Standard errors in brackets</b>			
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1			

Las zonas geográficas donde se han presentado desastres de carácter *intensivo* son en promedio menos pobladas y con tasas de pobreza levemente menores que las zonas de desastre *extensivo*. Adicionalmente, son zonas menos altas, con menor erosión, más planas y con mayores niveles de pluviosidad. Al igual que en el caso de desastres con afectación, los

desastres intensivos están asociados con mayor frecuencia de lluvias atípicas, que los desastres extensivos.

Con base en las anteriores estadísticas descriptivas, se asume que existen características socio-económicas y naturales que influyen en que el daño sea diferente entre dos territorios que han sido expuestos a una amenaza natural de las mismas características. El siguiente modelo busca explicar que variables contribuyen a determinar la magnitud del impacto de los desastres.

### **Estrategia de Identificación – Modelo Econométrico de Magnitud del Impacto de Desastres**

El modelo a ser estimado es un modelo Probit que predice la probabilidad de que un desastre tenga algún tipo de impacto en términos de muertes o casas afectadas o que el desastre sea de tipo intensivo, es decir que haya causado más de 11 muertos o haya causado daño a más de 75 viviendas. La variable dependiente es una variable discreta que toma el valor uno cuando el desastre ha causado afectación, o cuando el desastre es de carácter intensivo. Esta variable toma el valor de cero, cuando el evento no generó daños o cuando el desastre es extensivo.

Las variables explicativas socio-económicas son población y necesidades básicas insatisfechas. Las variables geográficas naturales son altitud, nivel de inclinación del terreno, kilómetros de ríos en el municipio donde se registró el desastre, erosión del suelo y el nivel de lluvias que se registró en el mes y año en que ocurrió el desastre. Dentro de las variables naturales se incluyó una variable que identifica si la lluvia del mes en que el desastre ocurrió es una lluvia atípica. Atípica se definió como una lluvia que está media desviación estándar por encima del promedio de lluvias del municipio. El promedio de lluvias se calculó con los registros de lluvias de 1980 a 2011.

La siguiente ecuación define la relación entre la variable dependiente y las variables explicativas:

$$P(\text{desastre con afectación} = 1) = f(\text{Población, NBI, Altitud, Index Plano, Erosion, Rios, Lluvias, Lluvia Atípica}) \quad [3]$$

$$P(\text{desastre intensivo} = 1) = f(\text{Población, NBI, Altitud, Index Plano, Erosion, Rios, Lluvias, Lluvia Atípica}) \quad [4]$$

$$P(\text{inundación intensiva} = 1) = f(\text{Población, NBI, Altitud, Index Plano, Erosion, Rios, Lluvias, Lluvia Atípica}) \quad [5]$$

$$P(\text{deslizamiento intensivo} = 1) = f(\text{Población, NBI, Altitud, Index Plano, Erosion, Rios, Lluvias, Lluvia Atípica}) \quad [6]$$

Dónde:

**Desastre con afectación:** Variable discreta que toma el valor de 1 si el desastre presentó al menos 1 muerto o al menos 1 casa afectada y toma el valor 0 si no.

**Desastre intensivo:** Variable discreta que toma el valor de 1 si el desastre tuvo 11 muertos o más, o si el desastre afectó 75 viviendas o más. La variable toma el valor de 0 en caso contrario.

## Resultados Modelo de Incidencia de Desastres

Las variables que contribuyen a que los desastres tengan algún tipo de afectación son población, nivel de erosión del suelo, nivel de inclinación del terreno y lluvias. Vale la pena anotar que de acuerdo con estos resultados, el nivel de pobreza de un municipio no tiene efecto sobre la probabilidad de que un desastre cause daños. Es de recordar que en este modelo la variable dependiente no diferencia entre daños menores o daños intensivos, solamente captura si el desastre tuvo afectación de algún tipo o no la tuvo.

**Tabla 26 Resultados: Modelo 2 – Ecuación 3 probabilidad que el desastre tenga afectación**

Variables	Probabilidad que el Desastre tenga Afectación	
	(1)	(2)
Población (log)	0.0285*** [0.0036]	0.0286*** [0.0036]
NBI	0.0002 [0.0009]	0.0002 [0.0009]
NBI (cuadrado)	-0.0000 [0.0000]	-0.0000 [0.0000]
Altitud – miles de metros (log)	0.0026 [0.0036]	0.0027 [0.0036]
Erosión (log)	0.0324*** [0.0118]	0.0324*** [0.0118]
Índice Plano(log)	-0.0572*** [0.0114]	-0.0572*** [0.0114]
Ríos – kms (log)	-0.0002 [0.0068]	-0.0003 [0.0068]
Lluvia - mm(log)	0.0487*** [0.0045]	0.0491*** [0.0180]
Shock (si lluvia 0.5 Sd > lluvia promedio)		-0.0010 [0.0094]
Número de observaciones	21,788	21,788
Número de departamentos	32	32
Efectos Fijos de Departamento	Si	Si
Efectos Fijos de Año	Si	Si

t-statistics in brackets

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

El coeficiente de población es significativo y positivo de acuerdo a lo esperado. El incremento de un punto porcentual en el número de habitantes aumenta en 2.8 por ciento la probabilidad de que el evento tenga algún tipo de afectación en el municipio promedio. En cuanto a las variables geográficas, el nivel de erosión es significativo y positivo, mientras que el índice plano es negativo. En otras palabras, zonas con mayor erosión y menos planas tienen mayor probabilidad de sufrir daños si ocurre un desastre. De hecho, un incremento del 10 por ciento en la desviación estándar del índice de erosión está asociado con un

incremento del 2.6 por ciento en la probabilidad de que el desastre tenga afectación en el municipio promedio.<sup>6</sup> Así mismo, un incremento de un punto porcentual en el índice plano está relacionado con una caída del 4.3 por ciento en la probabilidad que el desastre tenga afectación mayor a cero en el municipio promedio.<sup>7</sup>

Finalmente, las lluvias tienen un efecto positivo en este modelo, mientras que la variable *shock* no. Es decir, lugares con más lluvias tienden a sufrir afectación, independientemente de si la lluvia es una lluvia atípica. Debe anotarse que por la forma como está construida la variable lluvias, no tiene en cuenta que la lluvia en una zona puede ser transportada hacia otra zona a través de escorrentías o corrientes de agua, aumentando la probabilidad que un desastre ocurra en una zona diferente de donde se presentó la lluvia. Así mismo la forma como se construyó la variable *shock* impide tener mayor precisión sobre si la lluvia del día de desastre fue una lluvia excesiva. Con datos pluviométricos diarios se podría construir índices de lluvias atípicas más precisos con base en eventos de lluvia extrema por encima de promedios diarios o de cinco días consecutivos (Thomas, 2010).

De igual forma, la variable ríos al parecer no influye en que el desastre cause daño alguno. Esto podría explicarse porque la distancia que recorre un río dentro del perímetro de un municipio puede no necesariamente exacerbar la vulnerabilidad a desastres si el municipio no está localizado en zonas inundables, es decir en zonas donde el río tiende a salirse de su curso.

El análisis econométrico anterior aporta ideas sobre las variables que son relevantes a la hora de predecir si los desastres tendrán algún tipo de afectación. No obstante, las políticas públicas que se diseñen e implementen para reducir la vulnerabilidad deben ser diferenciadas dependiendo de la magnitud del daño generado por un desastre. La siguiente tabla, presenta los resultados de las variables que contribuyen a aumentar la probabilidad que un riesgo tenga un gran impacto.

---

<sup>6</sup> Desviación Estándar Logaritmo Índice de Erosión = 0.395, Desviación Estándar Logaritmo de Desastres con Afectación = 0.49

<sup>7</sup> Desviación Estándar Logaritmo Índice Plano = 0.3697, Desviación Estándar Logaritmo de Desastres con Afectación=0.49

**Tabla 27 Resultados: Modelo 2 – Ecuación 4 Probabilidad que el desastre sea intensivo**

Variables	Probabilidad que el Desastre sea Intensivo	
	(1)	(2)
Población (log)	0.0057*** [0.0020]	0.0058*** [0.0020]
NBI	0.0027*** [0.0005]	0.0027*** [0.0005]
NBI (cuadrado)	-0.0000*** [0.0000]	-0.000019*** [0.000000]
Altitud – miles de metros (log)	-0.0125*** [0.0019]	-0.0127*** [0.0019]
Erosión (log)	0.0067 [0.0064]	0.0068 [0.0064]
Índice Plano(log)	0.0170*** [0.0062]	0.0171*** [0.0062]
Ríos – kms (log)	-0.0025 [0.0036]	-0.0028 [0.0032]
Lluvia - mm(log)	0.0127*** [0.0026]	0.0146*** [0.0032]
Shock (si lluvia 0.5 Sd > lluvia promedio)		-0.0052 [0.0053]
Número de observaciones	21,788	21,788
Número de departamentos	32	32
Efectos Fijos de Departamento	Si	Si
Efectos Fijos de Año	Si	Si

t-statistics in brackets

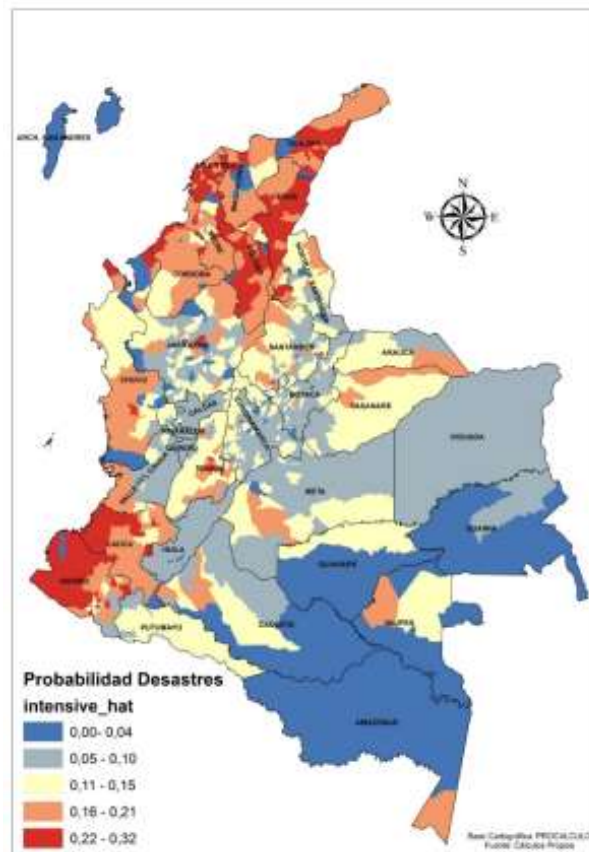
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Existe una influencia importante de variables sociales y geográficas en la probabilidad que un desastre sea de carácter intensivo. A diferencia del caso anterior, el efecto del nivel de pobreza es significativo y positivo, lo que indica que a mayores niveles de necesidades básicas insatisfechas, mayor es la probabilidad que ocurran desastres intensivos. No obstante, el efecto marginal de la pobreza decrece en la medida que el NBI aumenta, como lo indica el signo negativo del coeficiente de pobreza al cuadrado. Un análisis de los resultados presentados en la Tabla 26 y la Tabla 27 permite concluir que si bien la pobreza no determina

si un desastre va a tener afectación, la pobreza juega un papel fundamental en los desastres de gran afectación. Por otro lado, el efecto de la población sigue siendo significativo, pero pierde fuerza para el caso de eventos intensivos.

Los resultados de la Tabla 27 dan luces sobre el papel que juegan variables geográficas como altitud, nivel de inclinación del terreno, capturado en índice plano y lluvias. La probabilidad de que ocurra un desastre intensivo es mayor en lugares menos altos, más planos y con mayores niveles de lluvia. Vale la pena anotar que al igual que para el caso de desastres con afectación, la presencia de ríos y de choques de lluvia en los municipios no aumenta ni disminuye la probabilidad que el desastre sea de carácter intensivo. Con base en los resultados de la regresión, la Figura 21 el muestra la probabilidad que un desastre sea intensivo a nivel municipal.

**Figura 21: Probabilidad que desastre sea intensivo por municipio**





En conjunto el 78 por ciento de los desastres intensivos corresponden a inundaciones y deslizamientos, de acuerdo con la base de datos Desinventar. Por lo tanto, vale la pena hacer un análisis específico de las variables que contribuyen a que estos dos tipos de amenaza natural tengan impactos de gran magnitud. Para el caso de inundaciones, las estadísticas indican que éstas tienden a ser de carácter extensivo. No obstante, 15 por ciento de las inundaciones registradas han traído daños intensivos superior al conjunto de desastres de los cuales solo el 11 por ciento han sido de carácter intensivo.

**Tabla 28 Resultados: Modelo 2 - Ecuación 5 Probabilidad que una Inundación sea Intensiva**

Variables	Probabilidad que una inundación sea intensiva	
	(1)	(2)
Población (log)	0.0119*** [0.0034]	0.0120*** [0.0034]
NBI	0.0023*** [0.0008]	0.0023*** [0.0008]
NBI (cuadrado)	-0.0000** [0.0000]	-0.000015** [0.000007]
Altitud – miles de metros (log)	-0.0163*** [0.0031]	-0.0161*** [0.0031]
Erosión (log)	0.0063 [0.0103]	0.0064 [0.0103]
Índice Plano(log)	0.0222** [0.0103]	0.0223** [0.0103]
Ríos – Kms (log)	-0.0025 [0.0059]	-0.0029 [0.0060]
Lluvia - mm(log)	0.0216*** [0.0056]	0.0238*** [0.0070]
Shock (si lluvia 0.5 Sd > lluvia promedio)		-0.0050 [0.0092]
Número de observaciones	10,911	10,911
Número de departamentos	32	32
Efectos Fijos de Departamento	Si	Si
Efectos Fijos de Año	Si	Si

t-statistics in brackets

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Como lo demuestra la Tabla 28 las variables que afectan significativamente la probabilidad de que una inundación sea de carácter intensivo son población, pobreza, altitud, índice plano y lluvias. Al igual que en los modelos anteriores, la *población* aumenta la probabilidad de que una inundación sea de carácter intensivo. De hecho, el aumento de un punto porcentual en la población, está asociado con un aumento del 1.1 por ciento en la probabilidad de que si ocurre una inundación esta tenga daños intensivos en la media.

La *pobreza* al igual que para el caso general también aumenta la probabilidad de que una inundación sea intensiva, con un impacto marginal decreciente. Con relación a las variables geográficas, los resultados se asemejan a los presentados para el caso de desastres intensivos. Hay mayor probabilidad de inundaciones intensivas en municipios zonas menos altas y planas y con mayor pluviosidad. La similitud de estos resultados con los resultados del modelo anterior, está apoyada por el hecho que el 66 por ciento de los eventos de carácter intensivo corresponden a inundaciones.

**Tabla 29 Resultados: Modelo 2 - Ecuación 6 Probabilidad que un Deslizamiento  
Sea Intensivo**

Variables	Probabilidad que un deslizamiento sea intensivo	
	(1)	(2)
Población (log)	0.0064** [0.0027]	0.0067** [0.0027]
NBI	0.0023*** [0.0007]	0.0023*** [0.0007]
NBI (cuadrado)	-0.0000*** [0.0000]	-0.0000*** [0.0000]
Altitud – miles de metros (log)	0.0006 [0.0035]	0.0017 [0.0036]
Erosión (log)	0.0051 [0.0087]	0.0062 [0.0088]
Índice Plano(log)	-0.0053 [0.0091]	-0.0052 [0.0091]
Ríos – kms (log)	-0.0071 [0.0060]	-0.0076 [0.0060]
Lluvia - mm(log)	0.0051 [0.0040]	-0.0200 [0.0172]
Shock (si lluvia 0.5 Sd > lluvia promedio)		-0.0011 [0.0076]
Número de observaciones	5,034	5,034
Número de departamentos	32	32
Efectos Fijos de Departamento	Si	Si
Efectos Fijos de Año	Si	Si

t-statistics in brackets

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Los resultados de este modelo indican que solo las variables socioeconómicas son significativas en explicar la probabilidad que un deslizamiento sea intensivo. Al igual que en el caso de inundaciones, el coeficiente de población es positivo aunque menor. Por otro lado, el nivel de pobreza tiene al igual que en los casos anteriores un efecto similar y positivo sobre la probabilidad que un deslizamiento sea de carácter intensivo. Los datos indican entonces que las variables geográficas no tienen influencia sobre la probabilidad de que un

deslizamiento sea intensivo. Es posible que para este caso, las variables de tipo institucional o de uso del suelo sean más relevantes en explicar las condiciones que facilitan que un deslizamiento cause grandes pérdidas humanas y materiales.

## **Conclusiones**

A partir de los resultados del estudio se puede concluir que las características geográficas de una región influyen tanto en la incidencia de los desastres como en la magnitud de su impacto. Por otro lado, la pobreza no magnifica la ocurrencia de desastres ni tampoco influye en la probabilidad que un desastre tenga algún tipo de afectación. No obstante, la pobreza sí juega un papel fundamental en los desastres de gran intensidad. En otras palabras si se comparan dos regiones que están expuestas a las mismas amenazas dadas sus condiciones geográficas, la región de mayor pobreza tiene mayor probabilidad de ser afectada por un desastre intensivo ante una amenaza natural de similar magnitud.

Por otro lado, los resultados presentados en el informe permiten caracterizar la vulnerabilidad de una región a la incidencia y la magnitud de los desastres. Es decir, las características sociales y geográficas que hacen una zona vulnerable a la incidencia de los desastres son diferentes a las características que la hacen vulnerable a la magnitud del impacto de los desastres. La Tabla 30 presenta el resumen de los resultados.

**Tabla 30: Resumen de Resultados**

Variable	Incidencia de Desastres		Magnitud del Desastre			
	Desastres	Desastres por cien mil habitantes	Desastres con Afectación	Desastres Intensivos	Inundación Intensiva	Deslizamiento Intensivo
Población	SI +	SI -	SI+	SI+	SI+	SI+
Pobreza	NO	NO	NO	SI+	SI+	SI+
Altitud	SI -	SI-	NO	SI-	SI-	NO
Erosión	SI +	SI+	SI+	NO	NO	NO
Índice Plano	SI +	SI+	SI-	SI+	SI+	NO
Ríos	SI +	SI+	NO	NO	NO	NO
Lluvias	SI +	SI+	SI+	SI+	SI+	NO
Shock			NO	NO	NO	NO

SI tiene influencia | NO: no tiene influencia | + influencia positiva | - influencia negativa

*Vulnerabilidad a los desastres:* Los municipios más pobladas, con menor altitud y con terrenos más planos, con mayores niveles de erosión, más lluviosos y con mayor presencia de ríos sobre sus territorios, tienen en promedio un mayor número de desastres. Sin bien los municipios más poblados tienen más desastres, la tasa de desastres en estas zonas es menor por cada cien mil habitantes. Finalmente, el nivel de pobreza medido a través del porcentaje de la población con necesidades básicas insatisfechas no es un factor que influya en el número de desastres en un municipio.

*Vulnerabilidad a sufrir daños a causa de un desastre:* La probabilidad de sufrir un desastre que cause algún tipo de afectación está ligada a tener mayor población, mayores niveles de erosión, estar en territorios menos planos y más lluviosos. A diferencia de la vulnerabilidad

al número de desastres, la vulnerabilidad a sufrir daños no está influenciada por la altitud ni por la longitud de los ríos sobre el territorio afectado. Así mismo, la pobreza es poco relevante en explicar que un desastre cause o no daños en una población.

*Vulnerabilidad a sufrir daños de gran magnitud o intensivos:* La probabilidad de sufrir un desastre intensivo o de gran magnitud está asociada con regiones más pobladas, menos altas, más planas y lluviosas. A diferencia del caso anterior, la erosión no es un factor que influya en la intensidad del desastre. Contrario a los factores que determinan la vulnerabilidad al número total de desastres y a sufrir daños, la pobreza si juega un papel fundamental para el caso de los desastres de carácter intensivo. Los factores que determinan la vulnerabilidad a sufrir inundaciones intensivas son similares para el caso general, sin embargo solo la pobreza y la población explican la probabilidad que un deslizamiento tenga un impacto de gran magnitud.

## Referencias

- Cavallo, E. I. (2010). The Economics of Natural Disasters a Survey. *IDB Working Paper Series No. IDB-WP-124*, 49.
- CEPAL. (2012). *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011*. Bogotá: Misión BID-CEPAL.
- Correa, E. R. (2011). *Guía de reasentamiento para poblaciones en riesgo de desastres*. Banco Mundial y Global Facility for Disaster Risk Reduction and Recovery.
- IDEAM. (2010). Análisis del Comportamiento de las Lluvias en el mes de diciembre de 2010.
- Khan, M. E. (2003). *The death toll from natural disasters: the role of income, geography, institutions*. Tufts University and Standford University.
- Kousky, C. (2012). Informing Climate Adaptation: A Review of the Economic Costs of Natural Disasters, Their Determinants, and Risk Reduction Options. *RRF DP 12-28*, 65.
- Lal, P. S. (2009). *Relationship between natural disasters and poverty*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. .
- Mundial, B. (2012). *Análisis de la gestión de riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas*. Bogota, Colombia.
- Osso, C. (2010). *Análisis de Riesgo Intensivo: Metodología para identificación de Umbrales*. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2009.
- Rasmussen, T. N. (2004). Macroeconomic implications of Natural Disasters in the Caribbean. *IMF Working Papers*, 25.
- Thomas, T. C. (2010). *Natural Disasters and Household Welfare: Evidence from Vietnam*. The World Bank.

Toya, H. S. (2005). Economic Development and the Impacts of Natural Disasters. *Working Paper. UW-Whitewater*, 15.