



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

El desarrollo como determinante de la magnitud de los desastres en Colombia 2000-2012

Lizeth Yurany Pérez Aldana

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá D.C., Colombia

2016

El desarrollo como determinante de la magnitud de los desastres en Colombia 2000-2012

Lizeth Yurany Pérez Aldana

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ciencias Económicas

Director:

Ph.D. (c) Gustavo Adolfo Junca Rodríguez

Línea de Investigación:

Desarrollo Económico

Grupo de Investigación:

GIERU Grupo de Investigación en Economía Regional y Urbana

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá D.C., Colombia

2016

*A mi familia, en especial a mi mamá y hermana
que me han brindado su apoyo incondicional.
A mi abuelo y a Don Guillermo que desde el
cielo me acompañan.*

Agradecimientos

Agradezco al Instituto de Estudios del Ministerio Público, en especial a Omar Vivas, porque sus enseñanzas y consejos han sido fundamentales en mi formación como investigadora y por ser quien me introdujo en el estudio del riesgo de desastres desde la perspectiva de las ciencias sociales. Asimismo, agradezco a mi director, el profesor Gustavo Junca, porque su tiempo, disposición y asesoría fueron indispensables para escribir esta tesis. Finalmente, doy gracias a quienes fueron los jurados de esta tesis, los profesores Nohra León, Dario Restrepo y Álvaro Zerda, por sus comentarios y sugerencias.

Resumen

Los desastres han pasado de ser concebidos como un evento natural a ser estudiados como un fenómeno socialmente construido, que se transformó en un problema de y para el desarrollo. En este contexto se plantea como hipótesis que, los desastres y su impacto están en función de las condiciones socioeconómicas e institucionales de un territorio, debido a que estas determinan su nivel de vulnerabilidad. El presente documento evaluó dicha hipótesis para Colombia a partir de estimar un modelo Logit multinomial ordenado con base en los registros de desastres ocurridos en el país durante el período 2000-2012. Los resultados señalaron que cubrir las necesidades básicas de la población reduce el impacto y ocurrencia de desastres; sin embargo, estar por encima de los niveles básicos no es suficiente para reducir el riesgo, y puede configurar escenarios de vulnerabilidad.

Palabras clave: Desastre, Desarrollo, Impacto, Vulnerabilidad

Calificación JEL O10 Q54 O54

Abstract

Disasters have passed from being conceived as natural events to being studied as a socially constructed phenomenon. This is a problem of and for development. In this context, it is hypothesized that disasters and their effects depend on the socio-economic and institutional conditions of a region, given that these determine its level of vulnerability. This document applied that hypothesis to Colombia by estimating an ordered multinomial logit model based on registered disasters in Colombia in 2000-2012. The results showed that covering basic population needs reduces the impact of disasters and the likelihood of their occurrence. Having said that, however, being above these basic levels is not enough to reduce the risk. In fact, it can be associated with higher vulnerability.

Keywords: Disasters, Development, Impact, Vulnerability

JEL classification O10 Q54 O54

Contenido

	Pág.
Lista de figuras.....	XII
Lista de tablas	XIII
Introducción	1
1. Marco Teórico.....	5
1.1 Modelos Tipo 1.....	9
1.2 Modelos Tipo 2.....	13
1.3 Literatura empírica de los desastres para Colombia.....	18
2. Especificación del modelo.....	26
3. Resultados de la Estimación	33
4. Conclusiones.....	44
A. Anexo: Construcción de variables dependientes	48
Bibliografía	49

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1 Cadena de causalidad en los modelos desarrollo-desastres.....	6
Figura 1-2 Relación desarrollo y desastre por autores	8
Figura 2-1 Componentes del desempeño integral municipal	29

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 2-1 Niveles de Impacto del Desastre	26
Tabla 2-2 Necesidades básicas, dimensiones y variables censales	28
Tabla 3-1 Resultados de Estimación: Nivel de impacto determinado por número de muertos	34
Tabla 3-2 Resultados de Estimación: Nivel de impacto determinado por número de afectados.....	35
Tabla 3-3 Resultados de Estimación: Nivel de impacto determinado por porcentaje de viviendas afectadas.....	37
Tabla 3-4 Resultados de Estimación: Nivel de impacto determinado por porcentaje de viviendas destruidas.....	39
Tabla 3-5 Resultados de Estimación: Nivel de impacto determinado por suma ponderada	40
Tabla 3-6 Resultados de Estimación: Probabilidad de ocurrencia de al menos un desastre	42

Introducción

Un desastre “natural” se configura cuando la fuerza de la naturaleza supera los mecanismos de protección de la sociedad, con lo que se genera una interrupción en las actividades económicas que dentro de esta se desarrollan (Lazzaroni & van Bergeijk, 2013). En otras palabras, un desastre se origina debido a la ocurrencia de un evento natural –lluvias, erupciones volcánicas, huracanes, sismos– y a la debilidad de los sistemas de supervivencia y subsistencia de la sociedad (Department for International Development, 2004). En estos términos, la simple presencia del fenómeno natural no basta para que se produzca un desastre; un terremoto, por ejemplo, no se considera desastre si ocurre en una isla desierta (Cavallo & Noy, 2010); para ello es necesario que exista una comunidad propensa a sufrir daños y pérdidas, es decir, una población vulnerable (Charvériat, 2000).

Para Anderson (1985), los individuos y las sociedades pueden ser vulnerables en tres áreas: material, organizacional, y socio-psicológica. La primera se relaciona a los recursos que las personas poseen; así, una sociedad con pocos recursos podrían sufrir mayores impactos al no poder satisfacer sus necesidades durante el desastre. No obstante, gran cantidad de recursos aumenta el nivel de exposición; en economías industrializadas, por ejemplo, una falla eléctrica ocasionaría pérdidas mayores a la que se tendrían en un economía de baja industrialización (Anderson, 1985).

En segundo lugar, la vulnerabilidad organizacional se refiere a la habilidad de una sociedad de responder organizadamente al desastre, tanto a nivel local, regional, nacional como internacional. Así, una comunidad pobre con fuertes redes sociales puede superar más rápido una situación de desastre que una desunida con mayores recursos. Por último, la vulnerabilidad socio-psicológica depende de la ideología que la población tenga alrededor de los fenómenos naturales y los desastres, dado que una visión compartida de los mismos puede motivar o no a los individuos a hacer parte de movimientos colectivos en torno a la prevención (Anderson, 1985).

En el mismo sentido, Cannon (2006) identifica cuatro componentes que determinan la vulnerabilidad. El primero de ellos es la fortaleza y estabilidad de los medios de vida, es

decir, la capacidad los individuos de poseer o acceder a bienes financieros, bienes físicos, capital humano y capital natural para ejercer actividades generadoras de ingresos en una situación de desastre. El segundo es el bienestar inicial, dado por el estado nutricional y el nivel de salud física y mental que posee una persona para resistir el impacto del desastre. El tercer componente es la autoprotección o protección social, es decir, la capacidad de un individuo de resguardarse en una vivienda segura ubicada en un lugar seguro, bien sea por medio propio o por medio del gobierno. Finalmente, como cuarto componente se encuentra el ejercicio del poder de la sociedad civil, es decir, el nivel de apertura de los procesos políticos, la igualdad entre los pobladores, la libertad de prensa y la capacidad de las redes e instituciones de operar libremente (Cannon, 2006).

En resumen, la vulnerabilidad se entiende como la capacidad de la población de anticipar, enfrentar, resistir, y recuperarse del potencial impacto de un evento natural (Balikie et al., 1994, Citado en Dynes, 2002), capacidad que depende de las condiciones económicas, sociales, institucionales y políticas de un territorio. Así, regiones de menor nivel de desarrollo tienden a experimentar desastres de mayor impacto. Por ejemplo, entre 1980 y 1982, China experimentó 14 terremotos que resultaron en 32.117 personas muertas, mientras que en EEUU se presentaron 18 terremotos con tan solo 143 muertes (Kahn, 2005). Asimismo, tras el terremoto de Haití en enero de 2010 murieron entre 200.000 y 250.000 personas, mientras que en Chile un terremoto de mayor magnitud ocurrido en el mismo año implicó la muerte de aproximadamente de 1.000 habitantes (Cavallo & Noy, 2010).

Definir los desastres como un producto entre amenaza y vulnerabilidad ha concluido que *los desastres no son naturales*, sino que deben ser tratados como un problema de y para el desarrollo; es decir, no han de considerarse como eventos inevitables, que dependen de variables exógenas, sino como una construcción social, cimentada endógenamente. Este cambio de pensamiento, ha llevado a que los desastres hayan dejado de ser objeto de estudio exclusivo de las ciencias de la tierra y se hayan incorporado en las agendas de investigación de ingenierías y posteriormente de ciencias sociales (Gellert-de Pinto, 2012). Asimismo, los gobiernos han reconocido su papel y se han comprometido en estrategias internacionales con la prevención de los desastres, tal es el caso del Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales en 1990, el marco de acción de Hyogo (2005-2015) y el marco de acción de Sendai (2015-2030).

Sin embargo, a pesar de este cambio de paradigma y aunque un desastre puede considerarse un evento económico en sí mismo, los economistas los han excluido de sus investigaciones (Cavallo & Noy, 2010; Noy & Vu, 2010; Vu & Hammes, 2010). De forma que la literatura económica sobre los desastres y el desarrollo es limitada y hasta el momento solo se presentan resultados ambiguos que han impedido construir una conclusión generalizada (Bergholt, 2010). Adicionalmente, las investigaciones existentes se han concentrado en estudiar la relación desarrollo y desastres entre países, dejando de lado la distribución de los impactos al interior de cada uno de ellos. En el caso de Colombia, por ejemplo, el “esfuerzo por caracterizar el riesgo de desastre (...) [se ha realizado] sin incluir análisis econométricos que permitan identificar y analizar los aspectos sociales y geográficos que caracterizan las zonas en Colombia más afectadas por desastres” (Sánchez Torres & Calderón Díaz, 2015a, p. 4).

Una mayor participación de las ciencias económicas, en especial de sus herramientas empíricas, aporta a la identificación de los principales factores que inciden en la transmisión de los daños por desastres; por ende, contribuye a la labor de los hacedores de política en el diseño de acciones y programas para gestionar el riesgo de desastres y con ello reducir las pérdidas socioeconómicas asociadas a la ocurrencia de eventos naturales. Aporte de vital importancia en un contexto de cambio climático, bajo el cual se pronostica mayor frecuencia e intensidad de sequías, lluvias, tormentas, ciclones y extremos niveles del mar (Bergholt, 2010).

Por tanto, con el propósito de contribuir a la reducción del vacío en la investigación económica de los desastres, particularmente en Colombia, la presente investigación tiene por objetivo establecer en qué medida las condiciones socioeconómicas e institucionales de los municipios colombianos determinaron la magnitud de los desastres, en el período 2000-2012. Para esto se realiza la estimación de un modelo logit multinomial ordenado, que estima la probabilidad de que en municipio ocurra un desastre de diferentes niveles.

El documento se divide en cuatro secciones. En primer lugar, se presenta el marco teórico compuesto por las hipótesis en torno a la relación entre desarrollo y desastres y los resultados empíricos que se han tenido de las investigaciones realizadas dentro de la literatura económica. En segundo lugar se presenta la especificación del modelo, capítulo

en el cual se detalla el diseño de las variables dependientes e independientes, el método de estimación del modelo y la fuente de los datos. Posteriormente se presentan los resultados de la estimación y se finaliza con el capítulo de conclusiones.

1.Marco Teórico

Desde el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, la relación entre desastres y desarrollo se plantea de doble vía. Por un lado, se presenta el desarrollo como determinante de los desastres; es decir, las condiciones socioeconómicas del territorio pueden reducir los eventos catastróficos o promoverlos. Por el otro lado, se señala que el desastre incide en el desarrollo; en cuanto su presencia puede afectar positiva o negativamente el desempeño económico de una región. Para aclarar cada una de estos escenarios, a continuación son detallados y presentados junto con algunas de las investigaciones empíricas que se han realizado desde la economía.

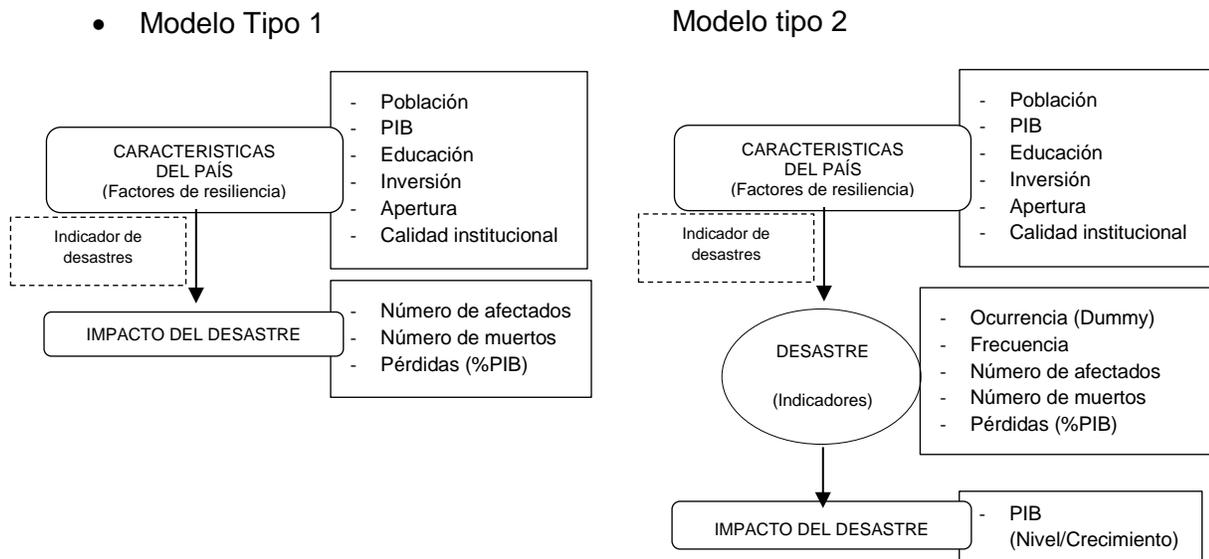
Bajo el primer escenario, el desarrollo reduce el riesgo de desastres. Así, poblaciones con mayores ingresos, cobertura educativa, inversión y calidad institucional tienden a sufrir desastres de menor magnitud al contar con infraestructura resistente al impacto de los desastres, tener capacidad financiera para sobrellevar los momentos de crisis y contar con una mayor acumulación de capital social que permite la consolidación de políticas de prevención (Kahn, 2005; Strömberg, 2007). Sin embargo, el segundo escenario señala que esto no es siempre así y el mismo desarrollo puede aumentar la magnitud del desastre. Mayor desarrollo lleva a una mayor acumulación de activos que, dados comportamientos asociados a procesos de crecimiento, configuran escenarios de riesgo y aumenta el nivel de exposición; como sucede en casos de deforestación, ocupación irresponsable de territorios, descontrolado crecimiento demográfico y alta concentración de la industria y redes de transporte (Charvériat, 2000).

Por otra parte, el tercer escenario señala que los desastres frenan procesos de desarrollo como consecuencia de los efectos macroeconómicos de sus impactos, que llevan a contraer la producción económica, empeoran los saldos externos (caída de las exportaciones, aumento de las importaciones), deterioran los saldos fiscales, incrementan la pobreza, reducen la inversión, generan crisis financieras y aumentan la inflación (Rasmussen, 2004). Además, fases de atención y recuperación ocupan recursos para

proyectos de desarrollo, lo cual genera un retraso en los mismos (PNUD, 2004). No obstante, el desastre también puede promover el desarrollo en cuanto direcciona recursos al territorio afectado y reemplaza capital antiguo por capital nuevo más productivo (Hallegatte & Przyluski, 2010).

En el proceso de identificar qué determina cada una de estos escenarios, desde la literatura económica empírica se han tomado dos tipos de modelos. Por un lado se encuentra el modelo tipo 1 cuyo objetivo es estimar cómo la magnitud de los desastres se determina a través del nivel de desarrollo; y por el otro lado los modelos tipo 2 miden el impacto que el desastre tiene sobre en el crecimiento económico. De forma que, en el primer modelo, la magnitud del desastre se comporta como variable dependiente, mientras que en los modelos tipo 2, esta hace parte de las variables explicativas (Ver Figura 1-1) (Lazzaroni & van Bergeijk, 2013).

Figura 1-1 Cadena de causalidad en los modelos desarrollo-desastres



Fuente: Tomado de Lazzaroni & van Bergeijk, 2013, p. 11

En general, la hipótesis de los modelo tipo 1 señala que el nivel de desarrollo económico determina la vulnerabilidad del territorio. En este sentido, se asume que un país desarrollado tiene mayor capacidad para proveer seguridad a su población, al disponer de más ingresos para construir infraestructura con estándares y normas de reducción de

desastres (Anbarci, Escaleras, & Register, 2005). Asimismo, se asume que la población más educada tiene mayor capacidad de atender medidas de prevención y respuesta (Padli, Habibullah, & Baharom, 2010); además, una fuerte institucionalidad lleva a políticas de gestión del riesgo apropiadas y consolidadas (Raschky, 2008).

Por su parte, la hipótesis del modelo tipo 2 se determina por un lado, a partir del modelo de crecimiento *Solow-Swan*, bajo el cual el crecimiento pos-desastre depende de la relación capital/trabajo y del progreso tecnológico. Así, dados rendimientos marginales positivos y decrecientes del capital, la tasa de crecimiento aumenta si tras el desastre se genera una mayor acumulación de capital humano o una mayor destrucción de capital físico. Por el otro lado, se plantea la hipótesis schumpeteriana de destrucción creativa bajo la cual el crecimiento económico aumenta cuando el capital físico es destruido dado que se reemplaza por tecnologías nuevas e innovadoras.

En cuanto a las fuentes de datos para realizar las estimaciones de cada uno de los modelos, las de mayor consulta son las bases del Banco Mundial y la *World Penn Table*, para mediciones de crecimiento y desarrollo, y la base internacional de desastres (EM-DAT), del Centro de Investigaciones en la Epidemiología de Desastres (CRED, por sus siglas en inglés)¹, para información sobre número e impacto de los desastres. Esta última base registra eventos donde se presentan 10 o más personas muertas, 100 o más personas afectadas, declaración de estado de emergencia, o recepción de asistencia internacional; y es alimentada por diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales. No obstante, existe escepticismo frente dicha información, ya que por un lado, un país de bajos recursos podría tener interés de sobreestimar sus pérdidas con el objetivo de recibir ayuda humanitaria y por el otro lado, el concepto de 'afectado' puede variar de un territorio a otro (Escaleras, Anbarci, Nejat, & Register, 2007; Jaramillo, 2009; Kim, 2011; Skidmore & Toya, 2002).

¹ En el caso de los estudio exclusivos sobre terremotos toman la información de la base de datos de terremotos significativos del National Geophysical Data Center, que incorpora eventos con daños en propiedad de aproximadamente un millón de dólares o más; valor en la escala de Richter de 7,5 o mayor; y 10 o más muertes. En caso de investigaciones a nivel Latinoamérica es tomada la base de Desinventar.org.

Finalmente, en cuanto a los resultados obtenidos de los modelos y sus estimaciones, estos divergen a la hora de determinar cómo los desastres y desarrollo se relacionan (Ver Figura 1-2), ya que como se señaló la relación es de doble vía y puede ser inversa o directa, e incluso en algunos casos no lineal. Así, a continuación se presentan algunos resultados obtenidos bajo modelos econométricos tipo 1 y 2, los cuales se derivan principalmente de estudios *cross-country*; posteriormente se presentan los estudios existentes que se han realizado para Colombia.

Figura 1-2 Relación desarrollo y desastre por autores

		Desarrollo	
		+	-
Desastres	+	(Kellenberg & Mobarak, 2007; Padli & Habibullah, 2009; Padli et al., 2010)	Bergholt (2010); Heger, Julca, & Paddison (2008); Noy (2009); Noy & Nualsri (2007); Strobl, (2008); Tavares (2004); Vu & Hammes (2010)
	-	Anbarci et al. (2005); Escaleras et al. (2007); Kahn (2005); Kellenberg & Mobarak (2007); Padli & Habibullah (2009); Padli et al. (2010); Rasmussen (2004); Skidmore & Toya (2002); Strömberg (2007); Toya & Skidmore (2007)	Jaramillo (2009); Kim (2011); Skidmore & Toya (2002)

Fuente: Elaboración propia

1.1 Modelos Tipo 1

Los modelos tipo 1 buscan establecer la relación entre vulnerabilidad a los desastres y las condiciones socioeconómicas un territorio, de forma que las variables que se incorporan en el modelo son:

- Número de muertos², cantidad de personas afectadas o valor de pérdidas económicas para medir magnitud de los desastres, es decir como variable dependiente.
- Variables de medición de ingresos, calidad institucional, nivel educativo de la población, apertura económica, estabilidad financiera, tamaño del gobierno, entre otras; como variables independientes; y,
- Características demográficas, topográficas y geográficas del territorio, además de las características propias de los fenómenos naturales, como variables de control.

En cuanto a cómo se relacionan estas variables emergen múltiples hipótesis. En primer lugar, la relación ingreso-magnitud del desastre se plantea desde dos perspectivas, lineal o no lineal. En otras palabras, de un lado se presenta la hipótesis de que entre mayor sea el ingreso por habitante de un país, mayor será la capacidad del mismo para responder a los fenómenos naturales. Mientras que, por otro lado, se plantea la hipótesis de que a partir de cierto umbral la relación ingresos-magnitud del desastre se revierte. Por ejemplo, Kellenberg & Mobarak (2007) señalan que en un primer momento la relación entre ingreso y magnitud del desastre es positiva, sin embargo, luego que la población adquiere cierta capacidad adquisitiva dicha relación se invierte.

En otras palabras, un incremento en el nivel de ingresos de un país con bajo desarrollo se asocia a una mayor propensión a sufrir afectaciones ante un fenómeno natural. Dado que dicho incremento se da acompañado por procesos de urbanización descontrolados, migración de población rural a la zona urbana y transformación del uso de suelo. Sin embargo, luego de que los mayores ingresos permiten a la población cubrir un nivel de consumo básico, entonces se generan los excedentes económicos suficientes para

²En el caso particular de Strömberg (2007), se toma un nivel creado a partir del logaritmo en base diez del número de muertos. De forma que, si una persona muere, la magnitud del desastre es 0, si mueren 10 la magnitud es uno, y si muere un millón será de 6.

asignar recursos a revertir los impactos negativos del desarrollo y de esta forma reducir sus condiciones de vulnerabilidad (Kellenberg & Mobarak, 2007).

En segundo lugar, se plantea que la relación calidad institucional versus magnitud del desastre es inversa; debido a que reducir los desastres requiere de instituciones gubernamentales y procesos sociales que consoliden políticas de prevención eficientes (Anbarci et al., 2005; Raschky, 2008). Sin embargo, la forma en que se mide la calidad institucional varía entre investigaciones; así, bajo esta variable se incorporan indicadores de democracia, desigualdad económica, fragmentación étnica, percepción de gobernanza, corrupción, estabilidad gubernamental y clima de inversión.

Anbarci et al. (2005) por ejemplo, plantean que la desigualdad económica limita la capacidad de la población para generar acciones colectivas que posicionen medidas de prevención de desastres. Esto, dado que la desigualdad rompe los tejidos de la sociedad y evita una distribución adecuada de la carga económica asociada a las acciones de prevención. En consecuencia, el rico prefiere pagar los seguros necesarios y el pobre queda a merced de la caridad de los demás, es decir, a mayor desigualdad económica, menor será la posibilidad de consolidar políticas públicas de prevención.

En otro ejemplo, Escaleras et al.(2007) incorporan la calidad institucional en su investigación, por medio de indicadores de corrupción; así, su hipótesis señala que en el caso de desastres por terremotos, a mayor corrupción, mayores costos humanos; puesto que, en dichos casos, la causa de la muerte de la población es el colapso de la infraestructura, lo cual se puede prevenir mediante la aplicación de normas y códigos de construcción e inspecciones *in situ*, que no se dan cuando existen contratistas y funcionarios corruptos.

En tercer lugar, se plantea una la relación negativa entre educación y magnitud del desastre; es decir, que a mayor nivel educativo de la población, se espera mayor sea su capacidad para difundir información y transmitir medidas de prevención de riesgo. Por último, para los autores que estudian la apertura económica, su hipótesis señala que el comercio internacional permite a los países acceder a nuevas tecnologías de adaptación

y mitigación de desastres, por ende la relación entre apertura y magnitud del desastre debería ser positiva (Toya & Skidmore, 2007).

En cuanto a los resultados encontrados de los modelos tipo 1, se encuentra que la relación entre ingresos e impacto de los desastres es negativa y significativa, favoreciendo la hipótesis de que el desarrollo disminuye las condiciones de vulnerabilidad de un territorio. Por tanto, se concluye que países en desarrollo se ven más afectados por los desastres que países desarrollados, aun cuando presenten la misma cantidad de eventos (Anbarci et al., 2005; Escaleras et al., 2007; Kahn, 2005; Rasmussen, 2004; Strömberg, 2007; Toya & Skidmore, 2007, 2013). No obstante, en algunos casos la variable ingreso, pierde su significancia al incorporar variables de calidad institucional (Escaleras et al., 2007), de educación y de capacidad financiera (Toya & Skidmore, 2007).

Aunque esta relación puede ser no lineal. Kellenberg & Mobarak (2007), por ejemplo, señalan que la relación entre ingreso y desastres tiene forma de U-invertida para casos de inundación y tormentas; y forma de U en caso de terremotos. Es decir que para tipos de desastre cuya exposición al riesgo está más relacionada a las elecciones de comportamiento, como la ubicación; que a las características propias del fenómeno natural, como su intensidad; tenemos que las muertes por desastres aumentan con el incremento de los ingresos y posteriormente decrecen. Por su parte, Raschky (2008) señala que la relación entre ingreso y pérdidas económicas por desastres tiene forma de U; mientras que, la relación número de muertos – ingreso es negativa y lineal. Por tanto, los resultados sugieren que el desarrollo económico si bien reduce las víctimas, cuando incrementa la riqueza se generan pérdidas económicas mayores (Raschky, 2008).

Esta última conclusión es apoyada por Padli & Habibullah (2009) y Padli et al. (2010), ya que sus resultados sugieren que el nivel de riqueza de una nación, aunque provee protección, lo hace con una tasa decreciente. Esto implica que hay un umbral en el nivel de desarrollo económico a partir del cual un ingreso más alto limitará el nivel general de seguridad del territorio y su resiliencia al desastre (Padli & Habibullah, 2009). No obstante, Padli et al. (2010) encuentran que para años más recientes la relación tiende a volverse negativa y lineal, lo cual podría sugerir una mayor planificación del desarrollo en las última dos décadas.

Por otra parte, los resultados de estimaciones que incluyen variables de calidad institucional, en general concluyen que a mayor fortaleza en las instituciones, menor el impacto social y económico de los desastres, tal como se esperaba. Por ejemplo, Anbarci et al. (2005) encuentran que a mayor desigualdad económica, mayor número de muertos en los desastres, debido a que las desigualdades fragmentan el tejido social e impiden que se conforme un ambiente institucional propicio para la implementación de políticas de gestión del riesgo de desastres. De otra parte, Escaleras et al. (2007) encuentran una relación directa entre corrupción y número de muertos; que incluso es más significativa que la relación inversa ingreso-muertes, en especial cuando se incorpora el índice de transparencia internacional.

Asimismo, otros autores encuentran que la descentralización (Toya & Skidmore, 2013), la efectividad del gobierno (Strömberg, 2007), la estabilidad de las políticas y el clima de inversión (riesgo de expropiación y leyes contractuales) (Raschky, 2008) tienen un efecto negativo sobre los impactos materiales y humanos de los desastres. Estos resultados son los esperados debido a que las políticas de gestión del riesgo de desastres recaen principalmente sobre el Estado, en cuanto este es el principal encargado de proveer seguridad a su territorio. No obstante, Rasmussen (2004) obtiene un resultado opuesto, a mayor calidad del gobierno, mayor número de personas afectadas; el cual es explicado bajo el argumento que países de baja calidad institucional pueden subestimar las cifras al no aplicar metodologías precisas.

La democracia también se aborda en algunas investigaciones, sin embargo, no hay resultados contundentes que definan un efecto específico, en consecuencia, mientras Kahn (2005) encuentra que países más democráticos se ven menos afectados por desastres, Toya & Skidmore (2007) y Strömberg (2007), encuentran esta variable no significativa. Esto a pesar de que Cannon (2006) señala la participación política y la libertad de opinión, como uno de los determinantes de la vulnerabilidad. Este mismo escenario ocurre para otras variables, no necesariamente ligadas a la calidad institucional. Tal es el caso del tamaño del gobierno: por un lado Toya & Skidmore (2007) encuentran dicha variable marginalmente significativa y con una contribución positiva al nivel de afectación, mientras que Padli et al.(2010) concluyen que a menor tamaño del gobierno, menor número de muertos.

En otras variables de desarrollo testeadas en los modelos tipo uno se encuentra la educación, generalmente medida como años de escolarización de la población mayor a 15 años, la cual presenta un efecto negativo sobre el impacto de los desastres (Padli & Habibullah, 2009; Skidmore & Toya, 2002; Toya & Skidmore, 2007). Resultados que permiten seguir infiriendo que población educada puede tener mayor conocimiento sobre desastres y cómo prevenirlos, o al menos como reaccionar a ellos.

En resumen, los resultados de los modelos se dirigen a concluir que cambios positivos en variables asociadas al nivel de desarrollo de los países reducen su nivel de vulnerabilidad a los desastres en lugar de aumentarla. No obstante, un aumento en los ingresos puede jugar en contra, especialmente en países pobres, cuando este no se da bajo los lineamientos del ordenamiento territorial o si se da en detrimento de las barreras naturales del territorio. Estos resultados son de especial importancia en cuanto permiten generar lineamientos a las políticas de prevención de desastres.

No obstante, estos aportes son limitados debido a que este tipo de modelos deja usualmente fuera otras dimensiones de la vulnerabilidad social, como el papel de las redes sociales que pueden llevar a sociedades más resilientes; y como se mencionó anteriormente no se tienen resultados contundentes en cuanto al papel del Estado y las políticas públicas. Asimismo, quedan por fuera del análisis otros impactos del desastre como los asociados a la destrucción ambiental, patrimonio cultural o rompimiento del tejido social. Esto debido a que son variables que no son usualmente cuantificables y por ellos imposibles de incorporar en un modelo econométrico.

1.2 Modelos Tipo 2

En los modelos tipo 2 se busca determinar los efectos secundarios que tienen los costos directos de los desastres sobre el crecimiento económico de un territorio. En otras palabras, este tipo de estudio se pregunta si la ocurrencia de un desastre mejora el desempeño económico de un territorio, o si por el contrario lo limita. Por tanto, para su estimación, se toma la variación del PIB per cápita entre un año y otro, como variable dependiente; y el número de desastres ocurridos, pérdidas económicas o la cantidad de muertos y de afectados, como variables independientes. Del mismo modo, se incluyen

como variables de control: el nivel de ingresos, rezagos de la tasa de crecimiento, la participación de las exportaciones en el PIB, indicadores de inversión, tamaño del gobierno, y la participación de los sectores primario, secundario y terciario en la economía, entre otras (Ver Figura 1-1).

En este grupo se encuentran, en primer lugar, los trabajos de Skidmore & Toya (2002) y Kim (2010) cuyos resultados señalan que la frecuencia en que ocurren los desastres promueve el crecimiento económico de largo plazo a consecuencia de procesos de destrucción creativa, ya que un desastre conduce al remplazo de capital antiguo por nuevas tecnologías. Sin embargo, la evidencia que soporta este resultado, que fue dado para el período 1960-1990, se hace más débil en un período más reciente (1990-2004), en el cual los efectos de acumulación de capital humano de los eventos de origen climático se han hecho más débiles en relación la mortalidad asociada a los eventos geológicos (Kim, 2010).

El postulado de destrucción creativa es igualmente apoyado por Vu & Hammes (2010), quienes encontraron que para las regiones en China las pérdidas económicas por desastre tienen un impacto positivo y significativo en el crecimiento. Sin embargo, tal conclusión ha sido refutada por otros autores entre ellos Tavares (2004), quien señaló que la relación entre el número de desastres y crecimiento económico es negativa. En todo caso, es evidente que este proceso no siempre se da, debido a que el capital destruido no es siempre compensado porque las pérdidas pueden superar dramáticamente la capacidad del país o región para hacer frente a ellas. Tal es el caso, de Haití, tras el terremoto de 2010, o Nueva Orleans tras el Huracán Katrina.

Así, en segundo lugar, se encuentran los trabajos cuyos resultados plantean una relación negativa entre el impacto de los desastres y el crecimiento económico. Noy & Nualsri (2007), por ejemplo, señalaron que un choque negativo al stock de capital humano causado por el desastre disminuía la tasa de crecimiento, al encontrar significativa la relación entre el número de muertos y desempeño económico para 98 países en 5 diferentes períodos de tiempo. Sin embargo, este resultado cambió en Noy (2009), al utilizar la metodología de tres pasos de Hausman–Taylor para la estimación y al tomar

como variable independiente una medida de desastre estandarizada³. Así sus resultados señalaron que el impacto del desastre se transmitía solo en países en desarrollo, a través de la destrucción de capital físico, al encontrar negativa y significativa la relación entre crecimiento del PIB y daños económicos del desastre, resultados que rechazan la hipótesis que desde el modelo de *Solow-Swan* se plantea.

En tercer lugar, se encuentran investigaciones con resultados segmentados; por ejemplo, Jaramillo (2009) estudió el impacto de los desastres en el crecimiento a partir de dividir los países entre aquellos donde ocurren desastres con una frecuencia baja, media y alta. Los resultados obtenidos señalaron que los desastres conducen a mayores tasas de crecimiento en países donde estos ocurren solo ocasionalmente; debido a que se constituyen oportunidades de cambio tecnológico (destrucción creativa). Sin embargo, para los países donde la frecuencia es media, el impacto de los desastres sobre el crecimiento es negativo y se transmite a través del porcentaje acumulado de personas muertas.

Por último, los desastres impactan positivamente el crecimiento en países donde estos ocurren frecuentemente, pero su canal de impacto depende del fenómeno natural al que se asocian. Si se trata de desastres climáticos, el impacto se da a través de un choque en el stock de capital humano; mientras que si el desastre es geológico el impacto se da a través de la destrucción de capital físico. Adicionalmente, los desastres pasados tienen un efecto positivo sobre los países en desarrollo y negativo sobre los más desarrollados. Sin embargo, todos estos efectos son transitorios, es decir, no modifican el estado estacionario de los países (Jaramillo, 2009).

³ La Medida de Desastre Estandarizada (DMS, por sus siglas en inglés) desarrollada por Noy (2009) toma el mes de ocurrencia (OM) del evento para ponderar la medida de daño del desastre (DM); la cual puede estar determinada por la participación de las pérdidas económicas en el PIB, o por el porcentaje de la población muerta o afectada. Esto, debido a que la incidencia del evento sobre las medidas anuales depende de cuándo estos ocurran; ya que, no tiene el mismo impacto sobre el crecimiento anual un evento que ocurre en enero versus uno que ocurre en diciembre. Esta medida ha sido altamente empleada en trabajos posteriores. Esta medida estandarizada se define como:

$$DMS=DM(12-OM)/12$$

En este mismo grupo se encuentra el trabajo de Loayza et al (2009) cuyo resultados señalan que el impacto del desastre sobre el crecimiento depende del tipo de evento y su magnitud. Así, desastres severos tienen un efecto negativo sobre el desempeño económico, mientras que eventos moderados pueden tener efectos positivos sobre algunos sectores de la economía. Por ejemplo, las inundaciones demostraron impulsar el sector agrícola por medio de un aumento en la productividad de la tierra; efecto que se extendía al sector industrial por medio de encadenamientos productivos. Lo mismo sucedía con los terremotos, cuando eran moderados la inversión para la reconstrucción tenía efectos económicos positivos; mientras que si el evento era de gran magnitud, el efecto era negativo. Resultado similar al encontrado por Strobl (2008), donde a mayor nivel de destrucción de un huracán menor crecimiento, puesto que la inversión en la fase de recuperación no es suficiente para cubrir los daños ocasionados.

Por otro lado, Bergholt (2010) no encuentra evidencia de proceso de destrucción creativa en ningún caso; sus resultados señalaron que los desastres tienen un efecto negativo y significativo en el crecimiento económico determinado por la cantidad de personas afectadas; para la muestra de 165 países en el período 1980-2007. Sin embargo, no todos los tipos de eventos afectan la economía del mismo modo; un evento climatológico (inundaciones, tormentas o ciclones) afecta el crecimiento económico tanto en el año en que ocurre como en el año siguiente, sin embargo su efecto tiende a desaparecer a medida que los países cuentan con mayor stock de capital y gasto de los gobiernos; por tanto los países en desarrollo son más vulnerables a ser impactados negativamente en su crecimiento, resultado compartido por Loayza et al.(2009). Los eventos geofísicos por su parte no impactan el crecimiento en el año en que ocurren, sino al año siguiente.

Por último, se encuentra el trabajo de Heger, Julca, & Paddison (2008) quienes evalúan el impacto de los desastres no solo sobre la producción total, sino sobre los elementos que la componen, como exportaciones, importaciones y gasto público. Del lado de las exportaciones encuentran que estas aumentan al año siguiente al que ocurre el desastre, pero, disminuyen en los dos períodos siguientes como consecuencia de la destrucción de medios de producción que les impide generar nuevos stocks de producción. En cuanto a las importaciones, los autores hallan que estas aumentan el año siguiente al impacto, debido al aumento en la demanda que producen las etapas de rehabilitación y

reconstrucción y luego decrecen. Finalmente, al revisar el impacto de los desastres sobre la deuda pública se encuentra que esta disminuye, posiblemente como consecuencia de la ayuda humanitaria recibida.

1.2.1 Modelos Tipo 2 a nivel local

Este tipo de modelos también es estimado a nivel local; por ejemplo, Rodríguez-Oreggia, de la Fuente, de la Torre, Moreno, & Rodríguez (2008) buscaron analizar el impacto de los desastres sobre los indicadores sociales a nivel municipal en México. Para lo cual tomaron datos sobre desastres de la base de desinventar para el período 2000-2005, y a través de un estimador de diferencias en diferencias compara municipios que han sufrido desastres con aquellos donde no se han presentado. Como variable dependiente toma el índice de desarrollo humano y el nivel de pobreza; de igual forma, toma como variable dependiente un dummy para los municipios que han sufrido desastres, y controla por características geográficas, demográficas, económicas e institucionales.

Los resultados de la estimación señalaron que la ocurrencia de desastres, en especial inundaciones y sequías, impacta de forma negativa los indicadores sociales. De forma que, municipios que presentaron desastres entre 2000 y 2005 aumentaron sus niveles de pobreza por alimentos, de capacidades y por activos, siendo la primera la de mayor incremento y la última de menor. Sin embargo, cuando la muestra se divide en cuartiles, los resultados evidencian que la relación entre pobreza y desastres tiene forma de U. En este sentido, tanto el cuartil más pobre como el cuartil más rico resultan siendo altamente vulnerable a los desastres, el primero de ellos debido a que los efectos de los desastres dispersos y en el segundo debido a que los impactos son focalizados (Rodríguez-Oreggia et al., 2008).

Por otro lado, Noy & Vu (2010) examinan el impacto de los desastres sobre el crecimiento económico de Vietnam para 64 provincias en el período 1953-2008; haciendo uso del método generalizado de momentos. Para medir el impacto de los desastres toman la medida de desastre estandarizada desarrollada por Noy (2009), para número de muertos, afectados y pérdidas económicas, y de igual forma incluyen indicadores de infraestructura, comercio, educación y salud como variables de control. Los resultados señalan que

desastres con mayor mortalidad reducen el crecimiento económico, mientras que aquellos que destruyen más capital aparentan impulsar la economía en el corto plazo, lo cual es consistente con la hipótesis de destrucción creativa. Sin embargo, el impacto macroeconómico de los desastres difiere entre regiones, ya que para provincias más pobres el impacto negativo es mayor.

Hasta aquí, los modelos tipo 2 revelan que bajo ciertas condiciones es posible que la ocurrencia de un desastre tenga efectos positivos sobre la economía. Sin embargo, es esencial agregar a este análisis que la forma en que el desastre afecta el desempeño económico de un territorio no solo se da por medio de la destrucción y reposición del capital físico. Un desastre puede debilitar el tejido social, desmejorar la salud física y mental de aquellos que son afectados y profundizar la desigual social escenarios que tienen la capacidad de transformar el entorno del territorio, usualmente de forma negativa.

Tras haber presentado el estado actual de la literatura económica de los desastres, la cual se ha enfocado principalmente al estudio de los desastres desde una visión global, desconociendo sus impactos locales; a continuación se presentan alguno de las investigaciones que se han dado la economía sobre los desastres en Colombia.

1.3 Literatura empírica de los desastres para Colombia

En Colombia, el tema de desastres y desarrollo ha sido poco estudiado a través del uso de herramientas econométricas, de forma que estudios que apliquen modelos tipo 1 o 2 son escasos. Uno de los primeros acercamientos a este tipo de investigación estuvo dado por el artículo *La geografía y el desarrollo económico en Colombia: Una aproximación municipal* de Sánchez & Núñez (2000), en el cual se buscaba determinar cómo las características geográficas de los municipios se relacionaban con el nivel de ingresos del mismo. Los resultados de la investigación apuntaron que territorios con mayores niveles de precipitación o ubicados a la ribera del río Cauca tenían asociados menores niveles de ingreso per cápita y crecimiento, al igual que los municipios expuestos a temperaturas extremas. Por tanto, sin ser la principal conclusión del artículo y sin profundizar en el tema de desastres, a través de los resultados se puede concluir que los municipios con mayor riesgo de desastre de origen climático se asociaban a un menor nivel de desarrollo.

Posteriormente, Sánchez Torres & Calderón Díaz (2015a) abordaron explícitamente la relación desarrollo y desastres desde la economía con un modelo tipo 1 aplicado a Colombia. Así, los autores buscaban determinar cómo las características geográficas y socioeconómicas de los municipios influían en la cantidad de desastres y daños ocasionados en el territorio para el período 1970-2011. Como método de estimación utilizaron modelos *probit* que evaluaban por un lado, la probabilidad de que un desastre ocurriera y por el otro lado, la probabilidad de que este ocasionara algún tipo de daño material o humano. Para estos modelos tomaron como variables explicativas el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) –como medida de pobreza-, el número de habitantes, y un conjunto de características geográficas, determinadas por lluvias, altitud, erosión, inclinación del terreno y ríos.

De los resultados de la estimación se esperaba que: i) la pobreza tuviese un impacto positivo y significativo sobre la probabilidad de ocurrencia e impacto de los desastres, debido a su posible relación con la vulnerabilidad del territorio; ii) la población tuviese un impacto negativo y significativo, puesto que territorios con mayor nivel de desarrollo tienen asociados un mayor número de habitantes; y iii) que las variables geográficas tuvieran un impacto significativo; así, por ejemplo, municipios con alto nivel de lluvias deberían tener mayor probabilidad de ocurrencia de un desastre. Sin embargo, los resultados no validaron todas las hipótesis, especialmente del lado de la pobreza, ya que el índice de NBI no fue significativo a la hora de determinar las probabilidades de ocurrencia y de daños; excepto cuando se distinguía entre desastres extensivos (bajo impacto, frecuente ocurrencia) e intensivos (alto impacto, baja ocurrencia).

Por tanto, de acuerdo con los resultados de Sánchez Torres & Calderón Díaz (2015a) la pobreza solo tiene un impacto positivo sobre la probabilidad de ocurrencia de un desastre, cuando este último es intensivo, es decir, de gran magnitud. Así, los desastres con efectos moderados no son determinados por las condiciones socioeconómicas del territorio. De otra parte, la variable población resultó tener un impacto positivo, contrario a lo esperado, para el período 1970-1990; no obstante, cuando la variable dependiente se normaliza por el número de habitantes el impacto se convierte en negativo. Finalmente, las características geográficas, tales como la altitud, erosión y precipitaciones resultan ser significativas para todos los casos.

Tales resultados permiten concluir que el principal determinante de la ocurrencia de un desastre en un territorio son las características geográficas del mismo, independiente de sus características socioeconómicas. Sin embargo cuando los fenómenos naturales son extremos, las condición de pobreza de la población juega un papel fundamental, ya que magnifica el impacto del desastre; es decir, un territorio pobre tiene una mayor probabilidad de sufrir desastres intensivos (Sánchez Torres & Calderón Díaz, 2015a). No obstante, ante dicha conclusión es importante considerar que el efecto nulo del NBI sobre los desastres puede deberse a que municipios con alto nivel de pobreza tienen menor capacidad de respuesta y reporte, que municipios con mejores condiciones socioeconómicas; en tal caso, la información registrada por desastre estaría sesgada.

Posterior a esta investigación, Sánchez Torres & Calderón Díaz (2015b) plantearon un modelo tipo 2, con el propósito de estudiar el impacto de los desastres sobre la pobreza en Colombia, para el período 1970-2005. El impacto de los desastres fue medido a través de datos de muertes y viviendas afectadas, provenientes de la base de datos *desinventar*, y la pobreza se midió a través del índice de NBI y del Índice de Pobreza Multidimensional (IMP), el cual determina si una persona es pobre o no, por medio de medir las condiciones educativas del hogar, las condiciones de la juventud y la niñez, acceso al mercado laboral, acceso a la salud, acceso a servicios público básicos y condiciones de la vivienda. Adicionalmente, para la estimación los autores utilizan variables instrumentales con el propósito de controlar la endogeneidad ocasionada por el hecho que la pobreza también determina el impacto del desastre.

Los resultados obtenidos señalaron que para el período estudiado, los desastres evidenciaron tener un impacto positivo y significativo sobre la pobreza; de forma que los municipios que acumulaban mayor cantidad de desastres resultaron tener un menor avance en la reducción del NBI entre 1973 y 2005, escenario relacionado con el número de muertes. Adicionalmente, la población infantil y joven se identifica como la más vulnerable debido a que las muertes por desastre se relacionan de manera positiva con indicadores de inasistencia escolar, rezago escolar, trabajo infantil y bajo logro educativo (Sánchez Torres & Calderón Díaz, 2015b). Es decir, estos resultados sugieren que cuando

un miembro del hogar muere, los más jóvenes pueden verse obligados a abandonar sus estudios y en algunos casos iniciar una vida económicamente activa.

Estas investigaciones de Sánchez Torres & Calderón Díaz (2015a, 2015b) fueron pioneras en desarrollar modelos tipo 1 y 2 para Colombia, sin embargo, no han sido los únicos estudios cuantitativos en abordar el tema de desastres y desarrollo. Por ejemplo, bajo el programa de información e indicadores de gestión de riesgos del proyecto BID-IDEA, Cardona (2005) desarrolló un sistema de indicadores de riesgo y vulnerabilidad, que partía de concebir el riesgo como una variable dependiente de condiciones económicas, sociales e institucionales del territorio más que de las puras condiciones geográficas⁴, es decir, como una construcción social.

Dentro de los índices generados se encuentran: el índice de déficit por desastre, el índice de desastres locales, el índice de vulnerabilidad prevalente y el índice de gestión del riesgo; todos con el propósito de contribuir a la toma de decisiones informada dentro de la política pública de gestión del riesgo de desastres en los países de América Latina:

- El *índice de déficit por desastre (IDD)* se diseñó para medir la resiliencia económica de los países; en otras palabras, para comparar los recursos disponibles de un gobierno para atender un desastre (fondos, seguros, reservas, impuestos, créditos) con el valor económico de los daños potenciales del mismo, este último determinado a través de una función de probabilidad basada en los registros históricos de las pérdidas desastres. Los resultados de aplicación del IDD indicaron que Colombia en el año 2000 poseía un indicador de valor 5 (Cardona, 2005); es decir, en caso de presentarse un desastre, la pérdida económica máxima que podría asumir el gobierno en dicho año era 5 veces mayor a los recursos internos o externos disponibles para asumir la pérdida.
- El *índice de desastres locales (IDL)* buscaba determinar la incidencia y distribución de los efectos de los desastres de pequeña escala, en relación al número de afectados, número de muertos y pérdidas. Así, el IDL revela si los impactos de los desastres de

⁴ En otras palabras, parte de suponer que existe una relación inversa entre desarrollo y desastres.

menor magnitud divergen entre municipios por tipo de evento o si poseen efectos similares para todos los casos. El resultado del IDL para Colombia evidenció una tendencia positiva para el período 1980-2000, es decir que cada vez había una mayor concentración de los muertos, afectados y pérdidas por desastres en ciertos municipios., en especial aquellos ubicados en los departamentos de Cauca, Caldas y Quindío (Cardona, 2005).

- El *índice de vulnerabilidad prevalente (IVP)* se generó para medir las características del desarrollo que pueden hacer a un territorio más propenso y con menor resiliencia a los desastres. En este sentido se presentó como la suma de: i) nivel de susceptibilidad física, determinado por indicadores de población y los activos físicos expuestos; ii) la fragilidad socioeconómica, representada por “pobreza, inseguridad humana, dependencia, analfabetismo, disparidad social, desempleo, deuda y degradación ambiental” (Cardona, 2005, p. 10); y iii) la falta de resiliencia, o incapacidad de absorber el impacto de los desastres, medida por “indicadores relacionados con el nivel de desarrollo humano, el capital humano, la redistribución económica, la redistribución económica, la gobernabilidad, la protección financiera, la percepción colectiva, la preparación para enfrentar situaciones de crisis y la protección ambiental” (Cardona, 2005, p. 10).

Dentro de la medición del IVP, Colombia resultó ser uno de los países con menor IVP, dentro de los 12 países que hicieron parte de la aplicación de estos indicadores para el período 1980-2000, al ubicarse detrás de Chile y Costa Rica. Adicionalmente, este presentó una tenue tendencia a disminuir en el tiempo. El componente de mayor participación en el indicador fue la falta de resiliencia, no obstante, esta ha tendido a disminuir; seguida de la fragilidad socioeconómica, que en tales años tuvo una tendencia positiva. Por último, el menor aporte lo hace la exposición y susceptibilidad física. A nivel subnacional, para Colombia la región caribe, con excepción de Barranquilla, y la región pacífica, con excepción del Valle del Cauca poseen los IVP más altos del país.

- El *índice de gestión del riesgo (IGR)* buscó capturar el desempeño de las políticas gubernamentales en cuanto a identificación del riesgo, reducción del riesgo, manejo de

desastres y gobernabilidad y protección financiera; dado que para Cardona (2005) la simple generación de desarrollo no reduce el riesgo, para ello también se requieren políticas públicas que gestionen los riesgos de desastre de manera adecuada. La aplicación de este indicador le brinda una calificación promedio Colombia, donde se destaca por ser uno de los países con mayor nivel de reducción del riesgo, pero asimismo uno de los países con menor desempeño en el manejo de desastres. En general, Colombia y todos los países estudiados presentan un IGR con tendencia positiva, dando saltos trascendentales de la década de 1900 al 2000.

Así, este sistema de indicadores no evalúa la forma en que el desarrollo y los desastres se relacionan, sino que parte de suponer que a peores condiciones sociales, económicas e institucionales posea un territorio, mayor será su riesgo de desastre; por tanto hace un llamado a generar políticas públicas donde estos dos elementos sean considerados, a partir de la información que ofrece. Para Colombia, los resultados de los indicadores señalan una alta dificultad para hacer frente a desastres de gran magnitud, así como una alta concentración de pérdidas por desastres en pocos municipios. Adicionalmente, si bien no posee la más alta vulnerabilidad socioeconómica comparada con los otros países de América Latina, es importante considerar que en general la región posee pobres condiciones socioeconómicas (Cardona, 2005).

En consideración de estos resultados, y en busca de abordar con mayor profundidad el tema de desastres locales, Marulanda & Cardona (2006) estiman el IDL para los municipios de Colombia, específicamente en caso de eventos de baja y mediana magnitud, que son los escenarios más frecuentes y cuya acumulación de impactos es comparable a los efectos que tienen los desastres de gran magnitud. Por tal razón se presume que los eventos de intensidad moderada inciden significativamente en la persistencia de las condiciones de pobreza e inseguridad humana de los territorios. Adicionalmente, de acuerdo a Cardona (2005) el efecto de este tipo de eventos tiende a concentrarse en pocas zonas del país. Por tanto, para Marulanda & Cardona (2006) se hace indispensable realizar políticas de gestión del riesgo espacialmente focalizadas, es decir, que consideren aspectos de ordenamiento territorial.

Para el cálculo del IDL Marulanda & Cardona (2006) toman los datos de la base *Desinventar* y para determinar los eventos de mediana y baja intensidad, recurren a

herramientas estadísticas de identificación de los valores extremos (atípicos) en la muestra, con el propósito de no incluirlos dentro del cálculo. Los resultados encontrados sugieren que entre 1971 y 2002 los impactos se acumularon en las mismas zonas, dentro de estas se encuentran municipios de los departamentos de Cundinamarca, Caldas, Cauca, Chocó. Adicionalmente, existen zonas que a lo largo del tiempo su participación en la concentración de desastres aumentó, es decir, que se han presentado aumentos en sus niveles de vulnerabilidad y exposición.

Más recientemente, y dada la coyuntura ocasionada por la Ola Invernal 2010-2011, en Colombia se realizaron diferentes informes por parte de organismos multilaterales. En primer lugar, Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL/Banco Interamericano de Desarrollo -BID (2012) realizaron la valoración del impacto macroeconómico del desastre, así estimaron que en 2010 a consecuencia del desastre el país redujo su tasa de crecimiento en 0,12 puntos porcentuales, donde los sectores de mayor afectación fueron la agricultura, ganadería y silvicultura. Así mismo, el evento tuvo impactos inflacionarios especialmente en los sectores de salud y alientos, y se asoció a un aumento del desempleo rural. En este sentido el impacto inmediato de la Ola Invernal sobre el crecimiento del país fue negativo. Por otro lado, en cuando a la influencia de las condiciones socioeconómicas de los municipios sobre el nivel de la afectación, se identificó que las zonas de mayor impacto fueron las más vulnerables del país, es decir, donde más del 50% de la población posee necesidades básicas insatisfechas.

En segundo lugar, Banco Mundial (2012) realizó una evaluación de la política de gestión del riesgo del país, que si bien no realiza ningún tipo de estimación cuantitativa para evaluar la relación entre desarrollo y desastres, realiza una análisis descriptivo del comportamiento de los eventos durante 1970-2011, lo cual le permitió identificar las inundaciones como el evento más frecuente en el país. Las regiones Caribe y Pacíficas como las más propensas a tener pérdidas en viviendas, en especial cuando se tratan de municipios de menos de 100.000 habitantes y altos índices de NBI. A nivel macroeconómico el sector más afectado por los desastres es el sector vivienda, el cual es especialmente golpeado por los desastres de pequeña y mediana intensidad, más que por los desastres de gran magnitud. De forma que, de acuerdo al análisis descriptivo realizado

en el informe es totalmente clara la relación directa que hay entre menores condiciones de desarrollo y mayores impactos de los desastres.

En conclusión, a partir de la revisión de literatura económica se observa que la mayor parte de la investigación sobre la relación entre desarrollo y desastres se da bajo modelos *cross-country*, de forma que en cierta medida se desconoce el impacto local de los desastres. En cuando al desarrollo y los desastres, a nivel empírico no hay un consenso general sobre cómo y en qué dirección se relacionan. Sin embargo, se pueden destacar algunos resultados generales, en primer lugar, la educación y la calidad institucional contribuyen a reducir los impactos de los desastres, dado que proveen entornos adecuados para la implementación de políticas. En segundo lugar, si bien un desastre puede llevar a procesos de destrucción creativa, estos dependen de la capacidad de los Estados de financiar las pérdidas del desastre.

A nivel Colombia, se presenta un bajo número de investigaciones dedicadas explícitamente al estudio de los desastres desde las ciencias económicas. Sin embargo, a partir de la literatura existente, se observan dos conclusiones, en primer lugar, la pobreza no aparenta incidir la probabilidad de pérdidas por desastre, cuando se tratan de eventos de baja y media intensidad -este caso depende de las características geográficas-. Sin embargo, si tiene alta importancia cuando los eventos son de gran magnitud, como en el caso de la Ola Invernal 2010 – 2011. En segundo lugar, la ocurrencia de desastres reduce la probabilidad de un territorio de salir de la pobreza, tanto por la pérdida de capital humano como por la destrucción de capital físico. No obstante, la primera conclusión tiende a ser controvertida por análisis descriptivos donde territorios con altos índices de pobreza tienen a ser los más afectados por los desastres.

2. Especificación del modelo

Dado que esta investigación tiene por objetivo establecer cómo las condiciones socioeconómicas e institucionales de los municipios colombianos determinan el impacto directo de los desastres, se estima un modelo tipo 1; en el cual la variable dependiente refleja cinco diferentes niveles de magnitud del evento (0, 1, 2, 3, y 4), determinados a través de cuatro indicadores: i) muertos por cada 100.000 habitantes, ii) la cantidad de afectados por cada 100.000 habitantes, iii) el porcentaje de viviendas afectadas y iv) el porcentaje de viviendas destruidas, v) una suma ponderada de los cuatro primeros indicadores (Ver Anexo). Tal que un desastre nivel 0 representa un escenario donde no se presentó ninguna afectación del indicador seleccionado y un desastre de nivel 4 representa evento con afectaciones extremas (Ver tabla 2-1), este último determinado a través de la prueba de Grubbs (Amón, 2010).

Tabla 2-1 Niveles de Impacto del Desastre

Nivel	Muertos (por cada 100.000)	Afectados (por cada 100.000)	Viviendas Afectadas	Viviendas destruidas	Agregado
0	0	0	0	0	0
1	0 -1	0-500	0-0.5%	0-0.1%	0-0.003
2	1-10	500-3.000	0.5-2.5%	0-0.5%	0.003-0.015
3	10-50	3.000-46.237	2.5-17.6%	0.5-1%	0.015-0.162
4	Más de 50	Más de 46237	Más de 17.6%	Más del 1%	Más de 0.162

Fuente: Elaboración propia

En estos términos, dado que la variable dependiente se plantea como un conjunto de más de dos alternativas, las cuales tienen un orden relevante, se estima un modelo multinomial ordenado (Cameron & Trivedi, 2005), es este caso en particular un *Logit*, que está dado por (Cameron & Trivedi, 2005, pp. 519–520):

$$y_i = j \quad \text{si } \alpha_{j-1} < y_i^* \leq \alpha_j$$

Donde,

$$y^* = x_i' \beta + u_i ;$$

j representa las alternativas $j= 0, 1, 2, 3, 4$; y

$$\alpha_{-1} = -\infty \text{ y } \alpha_4 = \infty.$$

Entonces,

$$\begin{aligned} \Pr [y_i = j] &= \Pr [\alpha_{j-1} < y_i^* \leq \alpha_j] \\ &= \Pr [\alpha_{j-1} < x_i' \beta + u_i \leq \alpha_j] \\ &= \Pr [\alpha_{j-1} - x_i' \beta < u_i \leq \alpha_j - x_i' \beta] \\ &= F(\alpha_{j-1} - x_i' \beta) - F(\alpha_j - x_i' \beta) \end{aligned}$$

Donde, F es la función de densidad acumulativa de u_i , que en el caso de un Logit ordenado se trata de una distribución logística, $F(z) = e^z / (1 + e^z)$; y los parámetros β de la regresión y los cuatro parámetros umbrales ($\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$) se obtienen por máxima verosimilitud.

Adicionalmente, el efecto marginal en las probabilidades está dado por

$$\frac{\partial \Pr[y_i = j]}{\partial x_i} = \{F'(\alpha_{j-1} - x_i \beta) - F'(\alpha_j - x_i \beta)\} \beta$$

Las variables independientes x_i , reúnen variables asociadas a las condiciones de vulnerabilidad de los municipios, denominadas variables de desarrollo, y características de las amenazas como ubicación en zonas de riesgo y condiciones climáticas. De esta forma, dentro de las variables de desarrollo se tienen:

- **PIB real per cápita municipal**, el cual se determina a través de una proxy construida con el valor de recaudo de los impuestos predial y de industria y comercio, como indicador de las condiciones económicas del territorio (Caballero, Galvis, & García, 2012) y el PIB departamental a precios constantes; tal como se presenta a continuación:

$$\frac{\text{Recaudo Predial e ICA municipal}}{\text{Recaudo Total Predial e ICA en el departamento}} \times \frac{\text{PIB real departamental}}{\text{Población municipal}}$$

- **Pobreza**, la cual es medida a través del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, que a partir de datos censales mide la privación de un hogar en términos de acceso a vivienda, servicios públicos sanitarios, educación, y capacidad económica (ver tabla 2).

Tabla 2-2 Necesidades básicas, dimensiones y variables censales

Necesidades básicas	Dimensiones	Variables censales
Acceso a Vivienda	a) Calidad de la vivienda	Materiales de construcción utilizados en piso, paredes y techo
	b) Hacinamiento	i) Número de personas en el hogar ii) Número de cuartos de la vivienda
Acceso a servicios sanitarios	a) Disponibilidad de agua potable	Fuente de abastecimiento de agua en la vivienda
	b) Tipo de sistema de eliminación de excretas	i) Disponibilidad de servicio sanitario ii) Sistema de eliminación de excretas
Acceso a educación	Asistencia de los niños en edad escolar a un establecimiento educativo	i) Edad de los miembros del hogar ii) Asistencia a un establecimiento educativo
Capacidad económica	Probabilidad de insuficiencia de ingresos del hogar	i) Edad de los miembros del hogar ii) Último nivel educativo aprobado iii) Número de personas en el hogar iv) Condición de actividad

Fuente: Feres & Mancero, 2001, p. 11

- **Capacidad de Ahorro**, que mide “la solvencia que tiene la entidad territorial para generar excedentes propios que se destinen a inversión, complementariamente al uso de transferencias de la Nación y la regalías” (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2014, p. 10). Se calcula como el resultado de:

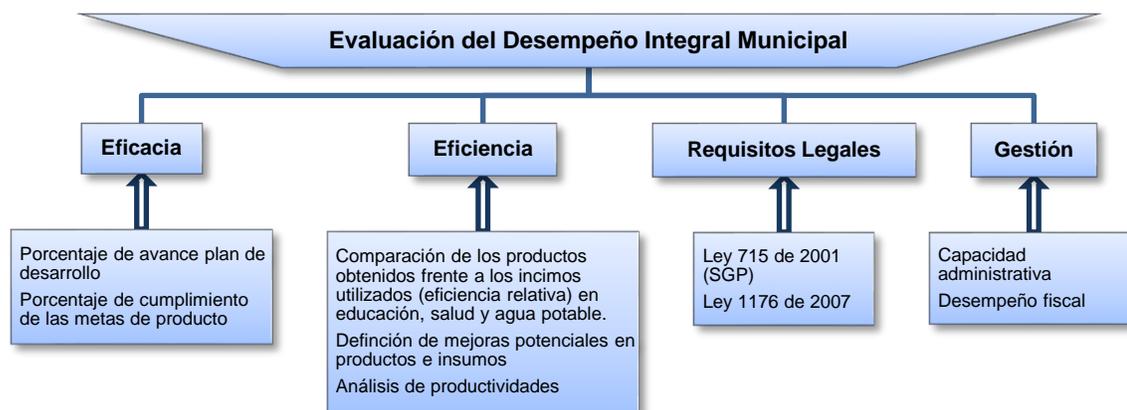
$$\frac{\text{Ingreso corriente} - \text{Gasto corriente}}{\text{Ingreso corriente}}$$

- **Educación**, la cual se mide por medio de una proxy de cobertura en educación secundaria a partir del número de matrículas y la población municipal tal como se presenta continuación:

$$\frac{\text{Población entre 11 y 15 matriculada en Secundaria}}{\text{Población municipal entre 11 y 15 años}}$$

- **Desempeño Integral Municipal**, índice construido por la Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible (DDTS) del Departamento Nacional de Planeación (DNP) con el objetivo de evaluar la gestión pública y la toma de decisiones de política pública a nivel municipal, a partir de indicadores de eficiencia, eficacia, marco normativo, capacidad administrativa y desempeño fiscal (Ver Figura 2-1). En otras palabras este índice revela la capacidad de los municipios de cumplir las metas establecidas en los planes de desarrollo⁵ gracias a uso adecuado de los recursos monetarios, humanos y tecnológicos disponibles.

Figura 2-1 Componentes del desempeño integral municipal



Fuente: Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2014c, p. 6

Finalmente, como variables de control destinadas a medir el papel de la amenaza dentro del riesgo se incorporan las siguientes variables:

⁵ Cabe resaltar que a partir de 1998, se incluyó dentro de los planes de desarrollo un capítulo de para la prevención y atención de Desastres.

- Dummy por tipo de evento, los cuales están clasificados en siete grupos: inundaciones, deslizamientos y avalanchas, lluvias y tormentas, sequías, sismos y actividad volcánica, vendavales y huracanes e incendios forestales.
- Dummy Fenómeno de la Niña, que toma el valor de 1 si el desastre ocurrió en un año donde los niveles de temperatura superficial del mar estuvieron por debajo de lo normal.
- Dummy de zonificación sísmica, que toma valor 1 si el municipio tiene zonas de alto riesgo.
- Dummy de Riesgo por Remoción en Masa, que toma el valor de 1 si en el municipio hay zonas de riesgo alto y muy alto.
- Dummy que clasifica el clima predominante del municipio de acuerdo a sus precipitaciones, por tanto se genera una dummy para cada una de los siguientes climas: árido, muy seco, seco, húmedo, muy húmedo y pluvial.
- Ríos per cápita, la cual “describe la longitud per cápita de los ríos de menor caudal que pasan por el municipio” (Sánchez Torres & Calderón Díaz, 2015b, p. 6)
- Densidad poblacional (habitantes por kilómetro cuadrado) como una medida de exposición al desastre.

Por tanto, el modelo a estimar se resume en:

$$\Pr[\text{desastre} = j] = f(\text{PIB municipal}, \text{PIB municipal}^2, \text{Pobreza}, \text{Ahorro}, \text{Educación}, \text{Desempeño institucional}, \text{Tipo de desastre}, \text{Densidad Poblacional}, \text{Fenómeno de la Niña}, \text{Riesgo de Remoción en Masa}, \text{Clima}, \text{Ríos})$$

Donde, $j = 0,1,2,3,4$

De estas variables se espera que, a mejores condiciones socioeconómicas, es decir, mayor ingreso, menor pobreza, mayor ahorro, educación y desempeño institucional, menor sea la probabilidad de ocurrencia de un evento de magnitud positiva. No obstante, se incluye la variable PIB al cuadrado con el propósito de evaluar la posibilidad de una relación

no lineal entre ingreso y desastre; es decir, escenarios donde el desarrollo genera condiciones de vulnerabilidad. Del lado de las variables relacionadas a la amenaza, se espera que condiciones climáticas extremas estén asociadas a desastre de mayor nivel, al igual que regiones con zonas de alto riesgo o mayor longitud de ríos per cápita.

Por último, los datos que alimentan este modelo se toman de diferentes fuentes:

- De Desinventar (2013) se toma información relacionada con desastres y su impacto.
- Del Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] (2005, 2010, 2011, 2012, 2014) se toman datos de proyección poblacional y de viviendas, datos de Necesidades Básicas Insatisfechas y datos de matrículas en educación formal.
- Del Departamento Nacional de Planeación [DNP] (2013, 2014b) se toman las ejecuciones presupuestales para cálculo de la proxy del PIB municipal y la capacidad de ahorro, y se toman los datos de Desempeño Integral Municipal.
- Del National Weather Service (2015) se toman datos históricos de episodios de Fenómeno de la Niña.
- Del SIGOT (2015) se toma toda la información relacionada a riesgos, precipitaciones y extensión territorial.
- Finalmente, la base de ríos per cápita es provista por el Profesor Fabio Sánchez Torres, de la Universidad de los Andes.

3.Resultados de la Estimación

Los resultados del primer modelo estimado, que toma como variable dependiente niveles de magnitud del desastre determinados a partir del número de muertos (Ver tabla 2-1), sugieren una inicial relación inversa entre desarrollo y desastres; ya que el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) tiene impacto negativo. De forma que, la población, de municipios con mayor pobreza, tiende a ser menos propensa a morir como consecuencia de un desastre. A esta tendencia se suma la relación positiva entre la capacidad de ahorro y la probabilidad de un mayor número de muertos, lo cual sugiere que los municipios se hacen más vulnerables entre más dinero disponible para inversión tuviese el gobierno local. No obstante, la variable educación evidencia un comportamiento contrario, es decir se presenta como factor mitigador de la magnitud del evento. Finalmente, el PIB resulta no significativo, por tanto los ingresos no tienen un efecto ni potenciador ni pacificador sobre el desastre (Ver Tabla 3-1).

En relación a las variables de control, municipios con zonas de muy alto riesgo de remoción en masa y mayor longitud de ríos per cápita (en las estimaciones (1) y (3)) se asocian a menores niveles de impacto; lo cual podría señalar que tener una alta exposición a cierta amenaza conduce a los territorios a generar políticas de gestión del riesgo, o al menos de respuesta a la emergencia. Sin embargo, estas políticas no necesariamente están ligadas a los gobiernos locales teniendo en cuenta que el índice de desempeño municipal resulta no significativo; sino que pueden surgir de las acciones colectivas que emergen de la comunidad.

En general, de este primer conjunto de resultados se deduce que el nivel de desastre por número de muertos no está estrictamente conectado con las variables de desarrollo. De hecho, cuando se calcula el efecto marginal se encuentra la sequía como única variable significativa; tal que la probabilidad de que ocurra un desastre de nivel 0 aumenta si se presenta un evento de este tipo, al igual que disminuye la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo. Por tanto, la magnitud del evento dependerá principalmente del tipo de desastre.

Tabla 3-1 Resultados de Estimación: Nivel de impacto determinado por número de muertos

Variable	(1)		(2)		(3)		(4)	
PIB					0.000 (0.000)		0.000 (0.000)	
PIB2					-0.000 (0.000)		-0.000 (0.000)	
NBI	-0.011 (0.003)	***	-0.012 (0.003)	***				
Capacidad de Ahorro	0.606 (0.218)	***	0.577 (0.298)	*	0.659 (0.238)	***	0.547 (0.345)	
Educación	-0.697 (0.257)	***	-0.932 (0.299)	***	-0.131 (0.232)		-0.427 (0.286)	
Desempeño			-0.002 (0.004)				0.001 (0.004)	
Avalancha/ Deslizamiento	3.481 (0.453)	***	3.192 (0.508)	***	3.478 (0.453)	***	3.204 (0.508)	***
Inundación	2.032 (0.455)	***	1.728 (0.511)	***	1.982 (0.455)		1.705 (0.510)	***
Lluvias y Tormentas	3.384 (0.474)	***	3.363 (0.535)	***	3.348 (0.474)	***	3.341 (0.534)	***
Sequía	-11.815 (371.710)		-12.401 (652.361)		-11.910 (371.79)		-11.760 (450.196)	
Sismo/ Actividad Volcánica	1.340 (0.740)	*	1.283 (0.777)	*	1.323 (0.741)	*	1.308 (0.777)	*
Vientos	1.053 (0.477)	**	0.603 (0.541)		1.015 (0.477)	**	0.591 (0.541)	
Densidad Poblacional	0.000 (0.000)	***	0.000 (0.000)	***	0.000 (0.000)	***	0.000 (0.000)	***
Fenómeno de la Niña	0.050 (0.083)		0.106 (0.116)		0.027 (0.083)		0.078 (0.116)	
Alto riesgo sísmico	-0.009 (0.097)		-0.018 (0.113)		-0.071 (0.096)		-0.095 (0.111)	
Muy alto riesgo de remoción	-0.264 (0.095)	***	-0.228 (0.114)	**	-0.190 (0.094)	**	-0.178 (0.114)	
Alto riesgo de remoción	-0.220 (0.134)		-0.141 (0.159)		-0.158 (0.134)		-0.100 (0.159)	
Árido	-0.047 (0.866)		-0.277 (1.179)		-0.118 (0.865)		-0.419 (1.177)	
Muy seco	-1.748 (0.449)	***	-1.547 (0.560)	***	-1.643 (0.452)	***	-1.498 (0.564)	***
Seco	-1.352 (0.408)	***	-1.044 (0.514)	**	-1.233 (0.409)	***	-0.974 (0.516)	*
Húmedo	-1.028 (0.413)	**	-0.769 (0.519)		-0.865 (0.414)	**	-0.650 (0.521)	
Muy húmedo	-0.524 (0.410)		-0.360 (0.516)		-0.398 (0.411)		-0.277 (0.519)	*
Ríos	-0.204 (0.085)	**	-0.130 (0.094)		-0.238 (0.085)	***	-0.168 (0.095)	
Observaciones	9521		6688		9521		6688	
Pseudo R2	0.112		0.110		0.110		0.108	

*** p≤0.01 ** p≤0.05 * p≤0.1

Cuando los niveles de magnitud de desastre se establecen a partir del número de afectados, los resultados de la estimación señalan que a mayor desarrollo, menor desastres. En este caso, la pobreza aumenta el nivel de afectación y, el ahorro, la educación y el desempeño institucional lo reducen. De igual forma, el ingreso municipal es negativo y significativo, no obstante, presenta una relación no lineal; es decir, que si bien en un principio mayores niveles de PIB reducen el número de afectados después de umbral la relación se revierte, por tanto, al aumentar la cantidad de activos expuestos aumenta el nivel de desastre. Aunque, la variable PIB pierde su significancia cuando se agrega la variable de desempeño institucional (Ver Tabla 3-2).

Tabla 3-2 Resultados de Estimación: Nivel de impacto determinado por número de afectados

Variable	(1)		(2)		(3)		(4)	
PIB					-0.000 (0.000)	***	-0.000 (0.000)	
PIB2					0.000 (0.000)	***	0.000 (0.000)	
NBI	0.024 (0.001)	***	0.023 (0.002)	***				
Capacidad de Ahorro	-0.433 (0.110)	***	-1.103 (0.151)	***	-0.349 (0.118)	***	-1.182 (0.169)	***
Educación	0.043 (0.125)		-0.352 (0.147)	**	-0.933 (0.114)	***	-1.302 (0.145)	***
Desempeño			-0.005 (0.002)	***			-0.012 (0.002)	***
Avalancha/ Deslizamiento	3.837 0.164	***	4.764 (0.300)	***	3.765 (0.164)	***	4.687 (0.303)	***
Inundación	4.945 (0.163)	***	5.834 (0.300)	***	4.949 (0.163)	***	5.773 (0.302)	***
Lluvias y Tormentas	1.851 (0.213)	***	2.945 (0.344)	***	1.912 (0.212)	***	2.963 (0.345)	***
Sequía	5.294 (0.282)	***	7.389 (0.464)	***	5.414 (0.281)	***	7.474 (0.464)	***
Sismo/ Actividad Volcánica	4.303 (0.240)	***	7.389 (0.464)	***	4.244 (0.239)	***	5.172 (0.361)	***
Vientos	4.495 (0.165)	***	5.392 (0.302)	***	4.487 (0.166)	***	5.347 (0.304)	***
Densidad Poblacional	0.000 (0.000)	***	0.000 (0.000)	***	-0.000 (0.000)	***	-0.000 (0.000)	***
Fenómeno de la Niña	-0.046 (0.042)		0.143 (0.059)	**	-0.024 (0.042)		0.201 (0.058)	***
Alto riesgo sísmico	-0.173 (0.051)	***	-0.266 (0.061)	***	-0.062 (0.050)		-0.103 (0.060)	*
Muy alto riesgo de remoción	-0.076 (0.047)		-0.087 (0.057)		-0.306 (0.045)	***	-0.234 (0.056)	***
Alto riesgo de remoción	-0.274 (0.068)	***	-0.182 (0.083)	**	-0.489 (0.067)	***	-0.334 (0.083)	***
Árido	-1.361 (0.448)	***	-1.328 (0.574)	**	-1.134 (0.443)	**	-1.006 (0.573)	*

Muy seco	-0.186 (0.273)		-0.154 (0.357)		-0.492 (0.266)	*	-0.248 (0.349)	
Seco	-0.397 (0.258)		-0.451 (0.342)		-0.703 (0.251)	***	-0.554 (0.333)	*
Húmedo	-0.493 (0.260)	*	-0.534 (0.345)		-0.868 (0.253)	***	-0.720 (0.336)	**
Muy húmedo	-0.485 (0.260)	*	-0.563 (0.345)		-0.788 (0.254)	***	-0.706 (0.336)	**
Ríos	0.061 (0.038)		0.057 (0.045)		0.161 (0.038)	***	0.110 (0.045)	**
Observaciones	9521		6688		9521		6688	
Pseudo R2	0.137		0.137		0.126		0.127	

*** p≤ 0.01 ** p≤0.05 * p≤0.1

Esta segunda estimación (Tabla 3-2), al igual que la primera (Tabla 3-1), señala que municipios con zonas de alto riesgo sísmico y de remoción en masa están relacionados con menores niveles de impacto. Escenario que permite suponer la existencia de políticas de gestión del riesgo en dichos casos. Sin embargo, este resultado no aplica para municipios propensos a inundaciones, tales como aquellos que se encuentran cerca de ríos, puesto que la longitud per cápita de los mismos tiene un efecto positivo sobre el número de afectados. Así se evidencia una alta vulnerabilidad de los municipios del país a eventos hidroclimáticos, que igualmente se puede observar a través del efecto positivo del fenómenos de la niña sobre la magnitud del desastre.

Finalmente, del lado de los efectos marginales, cambios positivos en las variables de desarrollo reducen la probabilidad de ocurrencia de eventos de magnitud media, alta y muy alta y aumentan la probabilidad de eventos con nivel de impacto bajo. En otras palabras, menores niveles de pobreza y mayores niveles de ingreso, ahorro, educación y desempeño institucional aumentan la probabilidad de ocurrencia de eventos tipo 2, 3 y 4, y reducen la probabilidad de eventos tipo 0 y 1. Por otro lado, en cuanto a la amenaza, los efectos marginales señalan que climas extremos – árido, húmedo y muy húmedo – aumentan la probabilidad de desastres de bajo impacto y disminuyen la probabilidad de impactos altos y extremos, al igual las zonas de alto riesgo.

Por otra parte, cuando el nivel de desastre está determinado por el número de viviendas afectadas, se evidencia una relación directa entre necesidades básicas insatisfechas e impacto del desastre; debido a la alta vulnerabilidad de viviendas construidas con materiales poco resistentes a la ocurrencia de fenómenos naturales, tal como lo podría

indicar un alto NBI, puesto que como se mencionó anteriormente este índice incluye dentro de sus medición el material de la vivienda. Tal relación directa también se observa entre las variables ingresos e impacto del desastre, sin embargo, en este caso posee una tendencia no lineal, ya que adquiere la forma de U. Esto sugiere que mejorar las condiciones económicas de los municipios de bajos ingresos puede reducir el nivel de afectación de las viviendas, sin embargo, en municipios de altos ingresos, un aumento del PIB podría implicar un aumento del nivel de vulnerabilidad (Ver tabla 3-3).

Tabla 3-3 Resultados de Estimación: Nivel de impacto determinado por porcentaje de viviendas afectadas

Variable	(1)		(2)		(3)		(4)	
PIB					-0.000 (0.000)	***	-0.000 (0.000)	**
PIB2					0.000 (0.000)	***	0.000 (0.000)	**
NBI	0.008 (0.001)	***	0.012 (0.002)	***				
Capacidad de Ahorro	0.463 (0.114)	***	-0.476 (0.152)	***	0.744 (0.123)	***	-0.350 (0.170)	**
Educación	0.881 (0.127)	***	0.327 (0.145)	**	0.767 (0.117)	***	-0.050 (0.143)	
Desempeño			0.001 (0.002)				-0.003 (0.002)	
Avalancha/ Deslizamiento	4.538 (0.358)	***	4.897 (0.505)	***	4.552 (0.369)	***	4.938 (0.524)	***
Inundación	5.068 (0.357)	***	5.533 (0.504)	***	5.133 (0.368)	***	5.595 (0.523)	***
Lluvias y Tormentas	2.895 (0.391)	***	3.408 (0.535)	***	2.962 (0.400)	***	3.497 (0.553)	***
Sequía	-0.508 (1.065)		-12.820 (710.53)		-0.396 1.069		-12.019 (521.749)	
Sismo/ Actividad Volcánica	5.345 (0.395)	***	5.487 (0.540)	***	5.373 (0.405)	***	5.493 (0.558)	***
Vientos	5.434 (0.359)	***	5.595 (0.506)	***	5.475 (0.370)	***	5.657 (0.525)	***
Densidad Poblacional	-0.000 (0.000)	***	-0.000 (0.000)		-0.000 (0.000)	***	-0.000 (0.000)	**
Fenómeno de la Niña	0.189 (0.043)	***	0.123 (0.059)	**	0.178 (0.043)	***	0.148 (0.059)	**
Alto riesgo sísmico	0.071 (0.052)		-0.053 (0.061)		0.092 (0.051)	*	0.029 (0.060)	
Muy alto riesgo de remoción	-0.005 (0.049)		-0.136 (0.058)	**	-0.083 (0.046)	*	-0.212 (0.057)	***
Alto riesgo de remoción	-0.091 (0.070)		-0.087 (0.083)		-0.156 (0.068)	**	-0.161 (0.082)	*
Árido	0.256 (0.461)		-0.854 (0.570)		0.367 (0.460)		-0.672 (0.569)	
Muy seco	-0.036 (0.267)		-0.582 (0.348)	*	-0.163 (0.266)		-0.657 (0.347)	*
Seco	-0.063 (0.250)		-0.621 (0.333)	*	-0.216 (0.250)		-0.718 (0.331)	**
Húmedo	-0.069 (0.253)		-0.595 (0.335)	*	-0.230 (0.252)		-0.727 (0.334)	**

Muy húmedo	-0.033 (0.253)		-0.604 (0.336)	*	-0.158 (0.252)		-0.700 (0.334)	**
Ríos	0.008 (0.039)		-0.032 (0.045)		0.084 (0.040)	**	0.020 (0.046)	
Observaciones	9521		6688		9521		6688	
Pseudo R2	0.078		0.072		0.079		0.069	

*** $p \leq 0.01$ ** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

Adicionalmente, los resultados de la estimación muestran una alta vulnerabilidad de las viviendas a los fenómenos hidroclimáticos, particularmente conduciendo a eventos de inundación. Esto debido a que la ocurrencia de fenómenos de la niña lleva a un mayor número de viviendas afectadas; y las inundaciones están relacionadas a desastres de alto impacto. En contraste con los eventos de sequía que se asocian principalmente a desastres de bajo impacto debido a su capacidad de afectación económica es poco perceptible desde la medición por viviendas. Los resultados serían diferentes si la magnitud del desastre se midiera por pérdidas de cultivo, por ejemplo.

De otro lado, cuando la medición del nivel de impacto se hace a través del porcentaje de viviendas destruidas, los resultados son opuestos a los encontrados en el caso anterior, ya que las variables de desarrollo no presentan un impacto significativo, con excepción de la educación que en este caso evidencia un impacto mitigador, y en cierta medida el desempeño institucional, que en este caso promueve la magnitud del desastre (Ver Tabla 3-4). Así, para viviendas destruidas la magnitud del desastre más que depender de las variables de vulnerabilidad socioeconómica e institucional depende del grado de exposición y amenaza, en especial para zonas de alto riesgo sísmico.

Este mismo escenario se observa en los efectos marginales, ya que la probabilidad de un evento de categoría 0 disminuye si se trata de un municipio con zonas de altos riesgo sísmico dentro de su territorio, y aumenta si el evento presentado es una sequía, ya que como se mencionó estos eventos no generan mayores pérdidas materiales (en términos de viviendas). Finalmente, que las zonas de riesgo sísmico tengan un impacto potenciador del desastre en este caso, contrario a lo observado en escenarios anteriores podría revelar que las políticas de gestión del riesgo en estas zonas son permeables cuando el fenómeno natural es de alta magnitud, y por tanto que políticas como la de viviendas antisísmicas, por ejemplo, no estarían consolidadas.

Tabla 3-4 Resultados de Estimación: Nivel de impacto determinado por porcentaje de viviendas destruidas

Variable	(1)		(2)		(3)		(4)	
PIB					-0.000 (0.000)		0.000 (0.000)	
PIB2					-0.000 (0.000)		-0.000 (0.000)	
NBI	-0.001 (0.002)		0.003 (0.002)	*				
Capacidad de Ahorro	0.252 (0.147)	*	0.186 (0.200)		0.289 (0.160)	*	0.105 (0.231)	
Educación	-0.432 (0.171)	**	-0.622 (0.200)	***	-0.334 (0.154)	**	-0.847 (0.196)	***
Desempeño			0.006 (0.002)	**			0.004 (0.002)	*
Avalancha/ Deslizamiento	3.230 (0.274)	***	3.591 (0.415)	***	3.224 (0.274)	***	3.583 (0.415)	***
Inundación	2.465 (0.273)	***	2.679 (0.415)	***	2.456 (0.273)	***	2.675 (0.415)	***
Lluvias y Tormentas	1.338 (0.348)	***	1.796 (0.491)	***	1.331 (0.349)	***	1.792 (0.491)	***
Sequía	-14.642 (859.668)		-12.693 (585.153)		-14.654 (859.417)		-13.529 (906.709)	
Sismo/ Actividad Volcánica	3.073 (0.343)	***	3.550 (0.476)	***	3.068 (0.343)	***	3.524 (0.475)	***
Vientos	1.997 (0.280)	***	2.307 (0.421)	***	1.987 (0.280)	***	2.305 (0.421)	***
Densidad Poblacional	0.000 (0.000)	****	0.000 (0.000)	****	0.000 (0.000)	****	0.000 (0.000)	***
Fenómeno de la Niña	-0.089 (0.056)		-0.060 (0.077)		-0.093 (0.056)	*	-0.048 (0.077)	
Alto riesgo sísmico	0.304 (0.064)	***	0.218 (0.076)	***	0.293 (0.063)	***	0.255 (0.075)	***
Muy alto riesgo de remoción	0.123 (0.065)	*	0.081 (0.079)		0.135 (0.063)	**	0.050 (0.078)	
Alto riesgo de remoción	0.121 (0.091)		0.140 (0.110)		0.133 (0.091)		0.106 (0.110)	
Árido	0.847 (0.616)		0.278 (0.774)		0.843 (0.616)		0.334 (0.774)	
Muy seco	-0.080 (0.337)		-0.042 (0.421)		-0.069 (0.337)		-0.024 (0.421)	
Seco	0.178 (0.312)		0.123 (0.395)		0.187 (0.311)		0.127 (0.396)	
Húmedo	0.121 (0.315)		0.138 (0.399)		0.137 (0.315)		0.131 (0.399)	
Muy húmedo	0.366 (0.314)		0.382 (0.398)		0.378 (0.314)		0.373 (0.398)	
Ríos	-0.007 (0.051)		-0.027 (0.059)		-0.006 (0.051)		-0.022 (0.059)	
Observaciones	9521		6688		9521		6688	
Pseudo R2	0.057		0.061		0.057		0.060	

*** p≤ 0.01 ** p≤0.05 * p≤0.1

Los resultados de la estimación que toma niveles de impacto acumulado, los cuales son calculados a partir de la suma ponderada de pérdidas humanas y materiales (Ver Anexo A), señalan que la magnitud del desastre se reduce a menores condiciones de pobreza y a mayor capacidad de ahorro, educación, desempeño institucional e ingreso municipal. Sin embargo, esta última variable presenta un comportamiento no lineal, lo cual señala que altos niveles de ingreso conducen a mayor vulnerabilidad (Ver Tabla 3-5). Del lado de las condiciones geográficas del territorio, se tiene que, poseer zonas de alto riesgo sísmico y de remoción en masa impacta negativamente el nivel de afectación.

Adicionalmente, a partir de observar los efectos marginales que las diferentes variables de modelo tienen sobre el nivel ponderado de impacto, la ocurrencia de sequías reducen la probabilidad de que un evento de cero o bajo impacto se presente; ya que si bien este tipo de eventos no se asocia a grandes daños de viviendas, si puede generar significativas pérdidas humanas. Asimismo, mayores niveles de pobreza reducen la probabilidad de un desastre nivel 0 o 1; y aumenta la probabilidad de los demás escenarios. Esto mismo sucede con la capacidad de ahorro, la educación y el PIB. Por tanto, mayor inversión, cobertura educativa e ingresos reducen la probabilidad de impactos medios, altos o extremos. De forma que si se mide el impacto del desastre como la suma ponderada de sus pérdidas humanas y materiales, el desarrollo juega un papel fundamental en reducir la vulnerabilidad.

Por último, definir el desastre como un evento no natural, implica que no solo su impacto depende de las condiciones de desarrollo; sino que su ocurrencia también está dada por las características de vulnerabilidad del territorio. Por tanto, se agrega una última estimación de un modelo Logit que toma como variable dependiente una dummy con valor 1 si en el municipio ocurrió al menos un desastre en un año.

Tabla 3-5 Resultados de Estimación: Nivel de impacto determinado por suma ponderada

Variable	(1)	(2)	(3)	(4)
PIB			-0.000 (0.000)	*** -0.000 (0.000)
PIB2			0.000 (0.000)	*** 0.000 (0.000)

NBI	0.025 (0.001)	***	0.024 (0.002)	***				
Capacidad de Ahorro	-0.557 (0.110)	***	-1.261 (0.151)	***	-0.392 (0.119)	***	-1.230 (0.169)	
Educación	0.029 (0.124)		-0.303 (0.146)	**	-0.920 (0.114)	***	-1.205 (0.144)	***
Desempeño			-0.006 (0.002)	***			-0.013 (0.002)	***
Avalancha/ Deslizamiento	3.767 (0.167)	***	4.487 (0.290)	***	3.687 (0.168)	***	4.427 (0.295)	***
Inundación	4.896 (0.166)	***	5.583 (0.289)	***	4.901 (0.167)	***	5.541 (0.294)	***
Lluvias y Tormentas	1.961 (0.217)	***	2.817 (0.337)	***	2.015 (0.216)	***	2.855 (0.340)	***
Sequía	5.051 (0.271)	***	6.540 (0.437)	***	5.192 (0.271)	***	6.683 (0.440)	***
Sismo/ Actividad Volcánica	4.364 (0.243)	***	4.992 (0.352)	***	4.312 (0.243)	***	4.871 (0.356)	***
Vientos	4.510 (0.169)	***	5.174 (0.291)	***	4.497 (0.171)	***	5.147 (0.296)	***
Densidad Poblacional	-0.000 (0.000)	***	-0.000 (0.000)	***	-0.000 (0.000)	***	-0.000 (0.000)	***
Fenómeno de la Niña	0.005 (0.042)		0.166 (0.059)	***	0.020 (0.042)		0.221 (0.058)	***
Alto riesgo sísmico	-0.168 (0.052)	***	-0.251 (0.062)	***	-0.062 (0.051)		-0.085 (0.061)	
Muy alto riesgo de remoción	-0.101 (0.047)	**	-0.123 (0.058)	**	-0.339 (0.046)	***	-0.276 (0.057)	***
Alto riesgo de remoción	-0.316 (0.069)	***	-0.232 (0.084)	***	-0.533 (0.068)	***	-0.390 (0.083)	***
Árido	-1.206 (0.441)	***	-1.353 (0.573)	**	-0.961 (0.436)	**	-1.005 (0.571)	*
Muy seco	0.295 (0.259)		0.054 (0.343)		-0.022 (0.254)		-0.030 (0.336)	
Seco	-0.103 (0.243)		-0.386 (0.327)		-0.423 (0.238)	*	-0.483 (0.319)	
Húmedo	-0.206 (0.245)		-0.455 (0.330)		-0.591 (0.240)	**	-0.631 (0.322)	**
Muy húmedo	-0.165 (0.244)		-0.476 (0.330)		-0.476 (0.240)		-0.605 (0.322)	*
Ríos	0.044 (0.037)		0.044 (0.044)		0.155 (0.038)	***	0.109 (0.045)	**
Observaciones	9521		6688		9521		6688	
Pseudo R2	0.145		0.142		0.135		0.131	

*** p≤ 0.01 ** p≤0.05 * p≤0.1

Los resultados de tal estimación (Ver Tabla 3-6) señalan que a mayor desprotección de las necesidades básicas de la población mayor probabilidad de materialización de desastres en el territorio. Sin embargo, este resultado se autocontradecirse dado que a su vez la ocurrencia de un desastre se relaciona positivamente con las variables de capacidad de ahorro y educación. Por tanto, una posible conjetura ante este resultado señalaría que se presenta una relación inversa entre desarrollo y desastres, no obstante esta solo se da después de que se cubren las necesidades básicas de la población. Por otro lado, la

probabilidad de desastre también aumenta si es temporada invernal o si el municipio tiene alto riesgo de remoción en masa; sin embargo, poseer zonas de alto riesgo sísmico no se encuentra significativa, lo cual se puede explicar a través de la baja ocurrencia de este tipo de fenómenos.

Tabla 3-6 Resultados de Estimación: Probabilidad de ocurrencia de al menos un desastre

Variable	(1)		(2)		(3)		(4)	
PIB					0.000 (0.000)		0.000 (0.000)	
PIB2					-0.000 (0.000)		-0.000 (0.000)	
NBI	0.006 (0.001)	***	0.005 (0.002)	***				
Capacidad de Ahorro	1.026 (0.094)	***	0.336 (0.161)	**	0.991 (0.099)	***	0.345 (0.179)	*
Educación	1.401 (0.120)	***	0.494 (0.169)	***	1.060 (0.104)	***	0.267 (0.157)	*
Desempeño			-0.003 (0.002)				-0.005 (0.002)	**
Densidad Poblacional	0.001 (0.000)	***	0.001 (0.000)	***	0.001 (0.000)	***	0.001 (0.000)	***
Fenómeno de la Niña	0.701 (0.037)	***	0.984 (0.055)	***	0.709 (0.036)	***	0.994 (0.055)	***
Alto riesgo sísmico	0.038 (0.046)		-0.022 (0.064)		0.063 (0.046)		0.004 (0.064)	
Muy alto riesgo de remoción	-0.108 (0.043)	**	0.091 (0.062)		-0.175 (0.042)	***	0.052 (0.060)	
Alto riesgo de remoción	0.262 (0.069)	***	0.471 (0.100)	***	0.208 (0.068)	***	0.437 (0.099)	***
Árido	0.156 (0.536)		-0.141 (0.799)	***	0.242 (0.536)		-0.071 (0.798)	
Muy seco	-2.260 (0.298)	***	-1.901 (0.449)	***	-2.323 (0.297)	***	-1.907 (0.448)	***
Seco	-1.377 0.290	***	-1.024 (0.438)	**	-1.410 (0.288)	***	-1.026 (0.438)	**
Húmedo	-1.318 (0.291)	***	-1.047 (0.440)	**	-1.375 (0.290)	***	-1.071 (0.439)	**
Muy húmedo	-1.336 (0.292)	***	-1.144 (0.440)	***	-1.392 (0.290)	***	-1.174 (0.440)	***
Ríos	-0.042 (0.031)		-0.038 (0.043)		-0.029 (0.032)		-0.029 (0.044)	
Constante	-0.424 (0.315)		0.237 (0.479)		0.147 (0.293)		0.729 (0.050)	
Observaciones	13411		7223		13411		7223	
Pseudo R2	0.064		0.059		0.063		0.059	

*** p≤ 0.01 ** p≤0.05 * p≤0.1

En resumen, para los municipios de Colombia mejores condiciones sociales, económicas e institucionales, medidas bajo las variables que aquí se han tomado, reducen el nivel de

vulnerabilidad del territorio en cuanto se asocian a desastres con menores niveles de impacto. Sin embargo, en el caso de eventos asociados a un mayor número de muertos y viviendas destruidas, mayor desarrollo no necesariamente responde a menor afectación. En este sentido, generar inversiones y políticas para proveer servicios básicos a la población pueden ser medidas necesarias pero no suficientes para reducir la propensión de la población a sufrir daños.

Del lado de las variables relacionadas a la amenaza, ningún tipo de clima en particular aparenta estar relacionado a un mayor impacto de los desastres. Aunque, cuando se presentan olas invernales, las probabilidades de desastre y de mayor impacto del mismo aumentan. En cuanto a las zonas de riesgo, se evidencia que territorios con zonas alto riesgo han desarrollado políticas y estrategias de respuesta a la emergencia. De forma que se evidencia una mayor vulnerabilidad en territorios sin zonas de riesgo, que puede asociarse a cómo las comunidades perciben el desastre, ya que al verlo como algo poco probable no tendrán incentivos para diseñar acciones de prevención.

Adicionalmente, la relación entre poseer zonas de alto riesgo y menor nivel impacto, no necesariamente se da gracias a la apropiación de políticas públicas de prevención, al menos en el caso de los sismos, ya que un alto riesgo reduciría la probabilidad de muertos pero no de viviendas destruidas; es decir, que las políticas posiblemente han sido propicias para la población responda al desastre, pero no para prevenir el impacto de los mismos en sí.

4. Conclusiones

Desde la literatura económica empírica de los desastres se aplican dos tipos de modelos econométricos. Los modelos tipo uno, cuya hipótesis sostiene que el desarrollo determina los desastres, y los modelos tipos dos, bajo los cuales se sostiene que el desastre incide en el proceso de desarrollo y crecimiento económico. El presente documento abordó un modelo tipo uno en cuanto buscó determinar cómo condiciones socioeconómicas e institucionales de los municipios colombianos inciden sobre la ocurrencia de los desastres y su nivel de impacto.

Los resultados obtenidos permiten concluir que reducir la vulnerabilidad a los desastres depende de la disponibilidad de recursos de la población, así como de su acumulación de capital humano y su capacidad de resguardarse en lugares seguros. Tal como lo exponen autores como Anderson (1985) y Cannon (2006). Sin embargo, esta conclusión no aplica completamente para desastres de alto impacto, debido a que el nivel de vulnerabilidad a este tipo de eventos resulta no estar asociado al nivel de ingresos de la población. En estos casos, de hecho, cubrir necesidades básicas puede incrementar la exposición a los desastres.

En otras palabras, las condiciones socioeconómicas de los municipios colombianos determinan el impacto del desastre, en cuanto reducen la vulnerabilidad del territorio. Sin embargo, este comportamiento solo se hasta cuando se alcanzan niveles básicos, por tanto cualquier aumento de la provisión de bienes y servicios por encima de niveles básicos requiere darse en conjunto con políticas de gestión del riesgo de desastres tales como aplicación de antisísmicas, reubicación de viviendas en zonas de riesgo, y educación ambiental.

Esta conclusión puede desagregarse si se dirige la atención a los resultados de cada una las variables incluidas dentro del modelo. En primer lugar, se observa que la ocurrencia y el impacto de los desastres tienen una débil relación con el nivel de ingresos de la población, en cuanto la magnitud de los parámetros asociados al PIB tiende a 0. En otras palabras, la denominada vulnerabilidad material aparenta no tener especial incidencia en

el nivel de afectación de los desastres para los municipios en Colombia. No obstante, a partir del signo de los parámetros de la estimación, también es posible concluir una relación no lineal, en forma de U, entre la fortaleza económica del territorio y el nivel de impacto.

De forma que, en municipios de ingresos altos, un aumento en el ingreso representa mayor nivel de vulnerabilidad. Esto sugiere que en dichos territorios incrementar la fortaleza económica se da la mano a otros fenómenos tales como descontrolada migración de zonas rurales a urbanas, ocupación de zonas de riesgo o deforestación. Esta observación es de particular interés debido a que revela la importancia de generar procesos planificación y ordenamiento del territorio que enmarquen el crecimiento económico, ya que a partir de los resultados se puede inferir que estos no han tenido lugar en el país. No obstante, es de señalar que, la relación de U, de igual forma sugiere que para municipios de bajos ingresos un mecanismo de reducción del impacto de desastres se puede dar a través de una mayor disponibilidad de recursos económicos.

Escenario que se relaciona a la segunda conclusión, la cual señala que la lucha contra la pobreza es indispensable cuando el objetivo es reducir el riesgo de desastre. Esto debido a que se evidenció que cubrir las necesidades básicas de la población conduce a una menor probabilidad de ocurrencia de eventos catastróficos o al menos a un menor nivel de afectación de los mismos. De esta forma, en un municipio pobre, un aumento en el ingreso le permitiría a su población cubrir necesidades básicas y de allí reducir su vulnerabilidad.

En tercer lugar, se encuentra el papel del ahorro, sobre el cual los resultados tienen a ser poco consistentes, lo cual limita las conclusiones que se puedan a ser a su alrededor. Sin embargo, si se realizan inferencias limitándose a las estimaciones más robustas, es decir, cuando el impacto del desastre es medido por número de afectados o por el indicador ponderado, es posible señalar que una mayor disponibilidad de recursos para inversión reduce el nivel de impacto del desastre. Por tanto, mayor capacidad de ahorro le permite al municipio poseer una cuantía disponible para atender emergencias y mitigar su impacto.

Sin embargo, dicha variable no necesariamente tiene un efecto preventivo, ya que si bien puede reducir el nivel de daño, no reduce la probabilidad de ocurrencia. En estos términos, se podría indicar que la inversión puede estar destinada no a evitar que el desastre ocurra,

sino a reducir sus efectos. Por ejemplo, puede que el dinero se destine a fortalecer equipos de rescate, en lugar de implementar proyectos de reubicación de población en zonas de alto riesgo. De igual forma sucede cuando se observa el comportamiento de la educación, que en general presenta un efecto mitigador del impacto del desastre, resultado que respalda la idea que personas más educadas responden más adecuadamente a las emergencias.

Por último, los programas de gestión del riesgo ejecutados por las administraciones locales demuestran no tener un papel incisivo en la prevención de desastres, desde lo que se puede medir a través del indicador de desempeño integral, es decir en cuanto a los planes de desarrollo. En estos términos, se podría inferir que en los municipios colombianos la seguridad territorial (cuando se habla de eventos de tipo natural) es provista por acciones colectivas que nacen de la comunidad, basadas en cómo reaccionar de acuerdo a sus experiencias pasadas, más que por medio de políticas públicas.

En general, de los resultados emerge como recomendación la necesidad de implementar la política de gestión del riesgo teniendo en consideración el estado de desarrollo de los municipios. En este sentido, municipios con bajo nivel de desarrollo, mayoría en Colombia, para la prevención de desastres primero requieren de fuertes políticas antipobreza que les permita reducir su vulnerabilidad material y mejorar sus condiciones iniciales, en especial en términos de vivienda. De esta forma, ejecutar planes de reducción de desastres como los relacionados al ordenamiento territorial tendría un mayor impacto. De lo contrario, solo se constituirían en carga institucional para municipios que no tienen la capacidad de sobrellevarla.

En cuanto a las limitaciones, es necesario resaltar que enmarcar la investigación dentro de un modelo econométrico implica fuertes restricciones relacionadas a la disponibilidad de los datos a nivel local, especialmente si se requieren series de tiempo. Adicionalmente, el modelo se restringe a todas aquellas variables que se pueden medir o tienen medición. De forma que bajo esta metodología se desconoce impactos del desastre relacionados a pérdidas de patrimonio cultural, de fauna y flora o destrucción del tejido social. Por esta misma razón, tipos de vulnerabilidades como la organizacional o Socio-psicológica descritas por Anderson (1985) no pueden ser abordadas a través de esta metodología.

Por tanto las futuras investigaciones desde la economía deben ir más allá de los modelos econométricos que han demostrado tener resultados diversos que han impedido tener conclusiones solidas al respecto. Esto particularmente debido a que los desastres son fenómenos locales, es decir dependen de condiciones particulares de los territorios, y cada territorio es diferente. Por tanto, dirigir la atención hacia casos de estudio puede constituir un gran avance hacia el diseño de políticas de prevención de desastres. Adicionalmente, en futuras investigaciones, es de tener en cuenta que aun cuando se define como un evento no natural no es posible desconocer que este tema tiene un fuerte componente técnico, que requiere del conocimiento de las ciencias de la tierra.

Por otra parte, este documento ha estudiado los desastres desde el concepto de vulnerabilidad, sin embargo, hay también quienes discuten que la amenaza también se puede estudiar como una construcción antrópica. Este enfoque es particularmente abordado en investigaciones de cambio climático, donde la contaminación, como efecto secundario del modelo de desarrollo, incide sobre la ocurrencia y magnitud de eventos de lluvia y sequía. Desde esta aproximación los economistas, ambientales y ecológicos, han participado más activamente y existen un gran número de estudios al respecto. Por tanto, nuevas investigaciones pueden mezclar ambos enfoques.

A. Anexo: Construcción de variables dependientes

1. Muertos

$$\frac{\text{Número de muertos promedio por desastre tipo } k \text{ en el año } t}{\text{Población municipal total}} \times 100.000$$

2. Afectados

$$\frac{\text{Número de afectados promedio por desastre tipo } k \text{ en el año } t}{\text{Población municipal total}} \times 100.000$$

3. Viviendas afectadas

$$\frac{\text{Número de viviendas afectados promedio por desastre tipo } k \text{ en el año } t}{\text{Proxy viviendas municipales}} \times 100$$

Donde,

$$\begin{aligned} \text{Proxy Viviendas municipales} \\ = \frac{\text{Total Viviendas en el departamento} \times \text{Población municipal}}{\text{Población departamental}} \end{aligned}$$

4. Viviendas destruidas

$$\frac{\text{Número de viviendas afectados promedio por desastre tipo } k \text{ en el año } t}{\text{Proxy viviendas municipales}}$$

5. Desastre acumulado

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\text{Número de Muertos}}{\text{Total Población}} \times 0,25 \right) + \left(\frac{\text{Número de Afectados}}{\text{Total Población}} \times 0,25 \right) \\ & + \left(\frac{\text{No. Viviendas Afectadas}}{\text{Total Viviendas}} \times 0,25 \right) + \left(\frac{\text{No. Viviendas Destruidas}}{\text{Total viviendas}} \times 0,25 \right) \end{aligned}$$

Bibliografía

- Amón, I. (2010). *Guía metodológica para la selección de técnicas de depuración de datos* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional, Medellín.
- Anbarci, N., Escaleras, M., & Register, C. A. (2005). Earthquake fatalities: the interaction of nature and political economy. *Journal of Public Economics*, 89(9–10), 1907–1933.
- Anderson, M. B. (1985). A reconceptualization of the linkages between disasters and development. *Disasters*, 9, 46–51.
- Banco Mundial. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: Un aporte para la construcción de políticas públicas* (Primera Edición en Español). Bogotá: Banco Mundial.
- Bergholt, D. (2010, August). *Natural Disasters, Economic Growth and Armed Civil Conflict* (Tesis de Maestría). Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Caballero, C. A., Galvis, D. M., & García, M. V. (2012). *Intervención ad hoc en municipios colombianos de acuerdo con indicadores sociales*. Bogotá: Fescol; Idea Internacional.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*. Cambridge ; New York: Cambridge University Press.
- Cannon, T. (2006). Análisis de la vulnerabilidad, los medios de vida y los desastres. *Tecnología & Sociedad*, (7), 8–21.

- Cardona, O. D. (2005). *Sistema de Indicadores para la Gestión del Riesgo de Desastres: Programa para América Latina y el Caribe* (Informe técnico principal). Manizales: Instituto de Estudios Ambientales - IDEA / Banco Interamericano de Desarrollo - BID.
- Cavallo, E. A., & Noy, I. (2010). *The economics of natural disasters. A survey* (IDB Working Paper Series 124). Washington, D.C: Inter-American Development Bank.
- Charvériat, C. (2000). *Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk* (Research Department Publications No. 4233). Washington, D.C: Inter-American Development Bank, Research Department.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL/Banco Interamericano de Desarrollo -BID. (2012). *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia 2010-2011*. Bogotá: BID,CEPAL.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2005). Porcentaje de hogares y personas pobres y en miseria según NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas). Total nacional, por departamentos y municipios del país, obtenidos a partir del Censo de Población y Vivienda realizado en 1993. Retrieved February 26, 2015, from http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/NBI.xls
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2010, October). Estimación y proyección de hogares 1985-2020 y viviendas 1993-2020 nacional, departamental por área. Retrieved June 3, 2015, from http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/Hogares_viviendas_1985-2020.xls
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2011, May). Estimaciones 1985-2005 y Proyecciones 2005-2020 nacional y departamental desagregadas

por sexo, área y grupos quinquenales de edad. Retrieved June 3, 2015, from http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/seriesp85_20/EstimacionesProyecciones1985__020.xls

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2012, June 30).

Necesidades Básicas Insatisfechas - NBI por total, cabecera y resto. Retrieved February 26, 2015, from <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/censos>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2014). Educación Formal.

Retrieved April 27, 2016, from http://www.colombiastad.gov.co/downloads/EDUCACION_91_14.rar

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2013). Ejecuciones presupuestales de cada municipio y cada departamento para el período 2000-2012. Retrieved July 14, 2015, from

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Ejecuciones%20Presupuestales%202000-2012%20WEB%20V4-9-2013.xlsx>

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2014). *Desempeño Fiscal de los departamentos y municipios 2013* (Informe del Departamento Nacional de Planeación). Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2014). Desempeño Integral - Base Histórica 2006 - 2013. Retrieved June 13, 2015, from

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Base%20Desempe%C3%B1o%20Integral.xlsx?Web=1>

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2014). *Evaluación del Desempeño Integral de los municipios y distritos, vigencia 2013* (Informe Nacional de Resultados). Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

- Department for International Development. (2004). *Disaster risk reduction: a development concern*. United Kingdom.
- Desinventar. (2013). Colombia - Inventario histórico nacional de pérdidas. Retrieved December 17, 2015, from https://online.desinventar.org/desinventar/#COL-1250694506-colombia_inventario_historico_de_desastres
- Dynes, R. (2002). *Disaster and Development, again* (Preliminary paper No. 321). Newark: University of Delaware.
- Escaleras, M., Anbarci, Nejat, & Register, C. A. (2007). Public Sector Corruption and Major Earthquakes: A Potentially Deadly Interaction. *Public Choice*, 132(1), 209–230.
- Feres, J. C., & Mancero, X. (2001). *El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina* (Estudios estadísticos y prospectivos No. 7). Santiago de Chile: Naciones Unidas/CEPAL.
- Gellert-de Pinto, G.-I. (2012). El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo. *Boletín Científico Sapiens Research*, 2(1), 13–17.
- Hallegatte, S., & Przulski, V. (2010). *The economics of natural disasters: concepts and methods* (Policy Research Working Paper 5507). Washington, D.C: The World Bank.
- Heger, M., Julca, A., & Paddison, O. (2008). *Analysing the Impact of Natural Hazards in Small Economies: The Caribbean Case* (Working Paper Series No. RP2008/25). World Institute for Development Economic Research (UNU-WIDER).
- Jaramillo, C. (2009). *Do Natural Disasters Have Long-term Effects on Growth?* (Documentos CEDE No. 2009–24). Universidad de los Andes.

- Kahn, M. E. (2005). The Death Toll from Natural Disasters: The Role of Income, Geography, and Institutions. *The Review of Economics and Statistics*, 87(2), 271–284.
- Kellenberg, D. K., & Mobarak, A. M. (2007). Does rising income increase or decrease damage risk from natural disasters? *Journal of Urban Economics*, 63(3), 788–802.
- Kim, C.-K. (2011). The Effects of Natural Disasters on Long-Run Economic Growth. *The Michigan Journal of Business*, 4(1), 11–49.
- Lazzaroni, S., & van Bergeijk, P. A. G. (2013). Natural disasters' impact, factors of resilience and development: A meta-analysis of the macroeconomic literature. *Ecological Economics*, 107, 333–346.
- Loayza, N., Olaberría, E., Rigolini, J., & Christiaensen, L. (2009). *Natural Disasters And Growth: Going Beyond The Averages* (Policy Research Working Paper No. 4980). The World Bank.
- Marulanda, M. C., & Cardona, O. D. (2006). *Análisis del impacto de desastres menores y moderados a nivel local en Colombia* (Informe Final del Proyecto). Manizales]: Provention consortium / La RED.
- National Weather Service. (2015). Historical El Nino/ La Nina episodes (1950-present). Retrieved December 11, 2015, from http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml
- Noy, I. (2009). The macroeconomic consequences of disasters. *Journal of Development Economics*, 88(2), 221–231.
- Noy, I., & Nualsri, A. (2007). *What do Exogenous Shocks Tell Us about Growth Theories?* (Working Paper No. 200728). University of Hawaii at Manoa, Department of Economics.

- Noy, I., & Vu, T. B. (2010). The economics of natural disasters in a developing country: The case of Vietnam. *Journal of Asian Economics*, 21(4), 345–354.
- Padli, J., & Habibullah, M. S. (2009). Natural Disaster Death and Socio-Economic Factors in Selected Asian Countries: A Panel Analysis. *Asian Social Science*, 5(4), 65–71.
- Padli, J., Habibullah, M. S., & Baharom, A. H. (2010). Economic impact of natural disasters' fatalities. *International Journal of Social Economics*, 37(6), 429–441.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2004). *La reducción de riesgos de desastres: Un desafío para el desarrollo*. (Informe mundial). New York: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Raschky, P. A. (2008). Institutions and the losses from natural disasters. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8, 627–634.
- Rasmussen, T. N. (2004). *Macroeconomic Implications of Natural Disasters in the Caribbean* (IMF Working Paper WP/04/224). Washington, D.C: IMF.
- Rodríguez-Oreggia, E., de la Fuente, A., de la Torre, R., Moreno, H., & Rodríguez, C. (2008). *The Impact of Natural Disasters on Human Development and Poverty at the Municipal Level in Mexico* (Research for Public Policy No. 09/2008). México, D.F: United Nations Development Programme.
- Sánchez, F., & Núñez, J. (2000). La geografía del desarrollo económico en Colombia: una aproximación municipal. *Desarrollo Y Sociedad*, (46), 43–108.
- Sánchez Torres, F., & Calderón Díaz, S. L. (2015a). *Caracterización de y Vulnerabilidad a los Desastres Naturales en Colombia, 1970-2011* (Documentos CEDE No. 2015–16) (p. 54). Bogotá: Universidad de los Andes - Facultad de Economía - CEDE.

- Sánchez Torres, F., & Calderón Díaz, S. L. (2015b). *Pobreza y Desastres Naturales en Colombia, 1970-2011: Una Aproximación desde los Municipios y los Hogares* (Documentos CEDE No. 2015–17) (p. 42). Bogotá: Universidad de los Andes.
- SIGOT. (2015). Retrieved December 15, 2015, from <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/>
- Skidmore, M., & Toya, H. (2002). Do Natural Disasters Promote Long-Run Growth? *Economic Inquiry*, 40(4), 664–687.
- Strobl, E. (2008). *The Economic Growth Impact of Hurricanes: Evidence from U.S. Coastal Counties* (Discussion Paper No. 3619) (p. 39). Bonn: IZA.
- Strömberg, D. (2007). Natural Disasters, Economic Development, and Humanitarian Aid. *Journal of Economic Perspectives*, 21(3), 199–222.
- Tavares, J. (2004). The open society assesses its enemies: shocks, disasters and terrorist attacks. *Journal of Monetary Economics*, 51(5), 1039–1070.
- Toya, H., & Skidmore, M. (2007). Economic development and the impacts of natural disasters. *Economics Letters*, 94(1), 20–25.
- Toya, H., & Skidmore, M. (2013). Natural disaster impacts and fiscal decentralization. *Land Economics*, 89(1), 101–117.
- Vu, T. B., & Hammes, D. (2010). Dustbowls and High Water, the Economic Impact of Natural Disasters in China. *Asia-Pacific Journal of Social Sciences*, (1), 122–132.