

IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

**MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LOS RIESGOS CATASTRÓFICOS SOBRE EL  
CRECIMIENTO ECONÓMICO**

**MEASURING THE IMPACT OF CATASTROPHIC RISKS ON ECONOMIC  
GROWTH**

**Angie Stefanny Pérez Mantilla & Hernán Alfonso Ríos Aguilar**

---

**RESUMEN**

Este artículo presenta los resultados obtenidos en la medición del impacto de los desastres naturales sobre la economía de un país con el uso del paquete PLM de R-Studio el cual permite la estimación de modelos de paneles básicos como los usados en este trabajo que fueron (3): Modelos de efectos fijos (within), modelo de estimadores agrupados (pooled) y el modelo de componente de error (random).

El análisis de la cantidad de terremotos, epidemias, inundaciones y tormentas -variables independientes- ocurridos en los años de 1900-2018 sobre 2 tipos de muestras -seleccionadas estadísticamente-, logró estimar la relación de los cuatro desastres en cuestión sobre una economía nacional medida a través del indicador macroeconómico PIB per cápita -variable dependiente-, empleando como variables de control a: la inflación, la educación, términos de negociación (apertura económica), balanza comercial de bienes y servicios, (todo sobre % PIB.)

**Palabras clave:** Riesgos catastróficos, desastres naturales, datos panel, PIB per cápita, paquete PLM de R-Studio.

**ABSTRACT**

This article presents the results obtained in measuring the impact of natural disasters on the economy of a country with the use of the PLM package that in R-Studio which allows the

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

estimation of basic panel models such as those used in this work that were (3): Fixed effect models (within), grouped estimator model (pooled), and error component model (random).

The analysis of the number of earthquakes, epidemics, floods and storms - independent variables - that occurred in the years 1900-2018 on 3 types of samples -selected statistically-, estimate the relationship of the four disasters in question on a national economy measured by through the macroeconomic indicator GDP per capita -dependent variable-, using as control variables: inflation, education, negotiation terms, trade balance of goods and services, (all over% GDP.)

**Keywords:** Catastrophic risks, natural disasters, panel data, GDP per capita, R-Studio PLM package.

### 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el mundo ha sufrido desastres naturales de gran magnitud que dejan como consecuencia pérdidas humanas y económicas. “En términos económicos para el período 1980-2015, las pérdidas directas estimadas de desastres naturales ascendieron a más de US \$ 2.6 billones en todo el mundo y en promedio US \$ 71.8 mil millones por año”. (Moody's Investor Service, 2016). Pero no solo esto, pues se espera que se sigan presentando en mayor medida, dado el creciente deterioro medioambiental y es por ello, que surge la necesidad de conocer las consecuencias que deja la ocurrencia de un desastre para empezar a tomar medidas ex ante y ex post que logren mitigar los impactos provocados por estos siniestros desde el desarrollo de políticas que permitan que un país pueda solventar este tipo de dificultades al momento en que se presenten.

El estudio de los impactos provocados por los riesgos catastróficos resulta importante no solo para que los gobiernos efectúen medidas para proteger la población civil, sino también lo es para

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

las compañías de seguros y reaseguros<sup>1</sup>. Estos últimos tienen escenarios donde la repetición de los eventos y los costos de las catástrofes naturales van en aumento, figurando para la industria de los seguros un reto en la administración de los recursos que permitan hacer frente a los riesgos catastróficos que se presenten.

Los desastres naturales o los originados por fuerzas de la naturaleza, son un tipo de riesgos catastróficos y durante los últimos años ha crecido su importancia en el entorno social, económico y político. En esta investigación se pretende identificar los efectos provocados por los riesgos catastróficos en la economía de un país, enfocado en los desastres naturales, que son un tipo de riesgo catastrófico.

El impacto social del conocimiento de los riesgos catastróficos puede llegar a ser trascendental en una población y la obtención de información que permita tomar mejores decisiones antes y después de que ocurra un desastre natural también lo es. Por ejemplo, si cada persona empezara a adoptar medidas como el ahorro, esta podrá servirles como un método de compensación de pérdidas resultantes por la ocurrencia de una catástrofe, de igual manera, hacer frente a lo que viene después de este. Incentivar a una población expuesta a catástrofes de tipo natural, puede de una u otra manera llegar a cambiar la forma de administrar el dinero en un hogar, motivando a los habitantes desde sus hogares, a que incluyan dentro de su economía familiar, productos financieros como: las cuentas de ahorro o la adquisición de un seguro, para que les resulte atractiva la idea de tener un mecanismo de defensa que contribuya a solucionar aquellas pérdidas producidas por la ocurrencia de un desastre. Además, permite a las poblaciones mayormente expuestas a estos riesgos por catástrofes naturales, hacer un análisis o una interpretación de cómo podrían actuar ante la presencia de, por ejemplo, un terremoto, la utilidad de invertir en la compra de implementos de auxilio como el botiquín, los conocimientos básicos en primeros auxilios y demás factores que se conviertan en herramientas indispensables para la disminución en la cantidad de víctimas.

---

<sup>1</sup> Fundación MAPFRE lo define como un acuerdo mediante el cual un asegurador, denominado cedente, transfiere a otro asegurador, denominado reasegurador, la totalidad o una parte de sus riesgos y éste recibe una parte de la prima.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

Pero estos riesgos catastróficos con respecto al crecimiento económico residen en una discusión con respecto a las diferentes teorías de crecimiento, la confiabilidad de los datos, la selección de las variables dependientes e independientes, la falta de literatura sobre el campo y la selección de un modelo econométrico que describa el comportamiento del crecimiento económico de un país que se ve afectado por un siniestro. Por lo tanto, se plantea una posible solución para la cuantificación de los riesgos catastróficos con el uso de modelos de datos panel lineal para capturar la heterogeneidad no observable, entre agentes económicos o de estudio, así como también en el tiempo.

Finalmente, por medio de este trabajo de investigación, se podrá identificar principalmente qué tipo de consecuencias económicas trae consigo la ocurrencia de un siniestro en el mundo a partir de los países seleccionados en las 3 muestras, es decir, que el modelo econométrico que se plantee, independientemente de que sea un país desarrollado o en desarrollo, se podrá conocer qué tanto se afecta el PIB per cápita de un país en el lapso de 1961-2018 y que consecuencias positivas y negativas trae consigo un desastre natural.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Riesgos catastróficos:

Un riesgo catastrófico es aquel que se da con poca frecuencia pero que su consecuencia es de gran trascendencia. Una definición puntual que da (El financiero, 2017) es: “Riesgo que tiene su origen en sucesos extraordinarios e improbables pero que, por su magnitud, implican una elevada cuantía de los daños que ocasionan.”. Se define a los riesgos catastróficos como aquellos que generan pérdidas procedentes de sucesos o eventos poco habituales. Un ejemplo de estos riesgos son el caso de los desastres naturales, los cuales impactan a un grupo de personas, en diversos territorios y variadas infraestructuras. La (Fundacion MAPFRE, 2018) define los riesgos catastróficos como: “Pérdidas derivadas de hechos o eventos poco frecuentes. En términos técnicos, sucesos con baja probabilidad de ocurrencia y alta intensidad en su manifestación por la afectación masiva de un gran número de expuestos al riesgo” (p.1).

*Ilustración 1. Clasificación de los Riesgos Catastróficos*



*Fuente: Creación propia.*

Los riesgos catastróficos son clasificados generalmente en tres. Primero, los originados por fuerza de la naturaleza o más conocidos como desastres naturales, quienes a su vez se dividen en 2 tipos que son: los fenómenos geológicos (Terremotos, erupciones volcánicas, maremotos,

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

movimientos de tierra) y los fenómenos climatológicos (Inundaciones, avalanchas, tempestades, ciclones, sequías, heladas e incendios forestales). (Alcántara Grados F. M., 2002)

Segundo, los riesgos tecnológicos que son definidos como aquellos daños que suelen presentarse a causa de eventos asociados con el almacenamiento, producción, transformación y/o transporte de sustancias y residuos químicos peligrosos como los radioactivos, líquidos inflamables, combustibles, hidrocarburos; así como también, las actividades de operación con altos niveles de presión, altas temperaturas o incluso aquellas actividades con posibilidad de impacto en escenarios diversos como: Gasolineras, industrias, minas, producción de energía eléctrica, tratamiento de residuos, etc.

Y tercero, los riesgos medioambientales, que son aquellos escenarios o ciertas situaciones con un potencial de impacto ambiental, por ejemplo, los sismos y los meteoritos. Una vez ocurrido un desastre natural -sea geológico o climatológico- trae consigo daños al medio ambiente que en el caso de los riesgos medioambientales si existe una posibilidad de predecirlos, por tanto, dichas consecuencias pueden tener una posibilidad de plantear medidas para aminorar los daños. (Alcántara Grados F. M., 2002)

### **2.2. Tipos de datos**

En el análisis de datos, al momento de la elección de las bases de datos, se deben considerar las características y la dimensión a la que pertenece, pueden clasificarse en tres tipos: Series de tiempo o series temporales (dimensión temporal), Series de corte transversal (Dimensión estructural/transversal) y los Datos panel (combinación de ambas).

#### **2.2.1. Datos panel:**

Un conjunto de datos panel es aquel que recoge observaciones sobre múltiples fenómenos a lo largo de determinados periodos de tiempo. Son datos que combinan una dimensión temporal con otra transversal.

En un modelo econométrico de datos de panel se incluye una muestra de agentes económicos o de interés como: los individuos, las empresas, los bancos, las ciudades, los países, etc. para un

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

periodo de tiempo determinado, lo que estaría combinando tanto una serie de datos de tipo temporal como una de tipo transversal. (Baronio & Vianco, Datos de panel, 2014)

### **2.3. Modelos econométricos para los datos de panel.**

El uso de los modelos econométricos básicos fueron los escogidos debido a través del paquete PLM se podían emplear dentro de la herramienta R Studio, empleada en este proyecto. Los modelos realizados probados para la relación de los desastres naturales con el crecimiento económico fueron: Whitin, Pooled y Random. Además, de la aplicación de 2 test o pruebas que fueron: la prueba de Hausman (para el modelo de Pooled) y la prueba de Wooldridge para Random y Within.

## **3. METODOLOGÍA**

En el desarrollo de la metodología, se hizo la selección de las variables, identificadas como: Variable dependiente (PIB per cápita), se seleccionan como variables independientes -desastres naturales que cuentan con la mayor frecuencia acumulada durante 1900-2018- a los terremotos, epidemias, inundaciones y tormentas. Por otra parte, se seleccionan las variables de control con el fin de reducir los errores que se presenten al momento de realizar los modelos.

### **3.1. VARIABLES**

#### **3.1.1. Variable dependiente (PIB per cápita)**

Una de las variables que principalmente se destacan en (Panwar & Subir, 2019) y (Loayza, Olaberría, Rigolini, & Christiaensen, 2012) es El PIB per cápita, el cual es definido por (Banrepcultural, 2017) como: “Un cálculo que se realiza para determinar el ingreso que recibe, en promedio, cada uno de los habitantes de un país; es decir, en promedio, cuánto es el ingreso que recibe una persona para subsistir”.

Se selecciona como variable dependiente al PIB per cápita por ser uno de los indicadores macroeconómicos más representativos, porque en al momento de presentarse un siniestro no solo se mide el daño material, sino también las afectaciones a la población donde se presenta un suceso catastrófico, por ejemplo, la pérdida del poder adquisitivo de las personas, la disminución del consumo de una población, tanto a corto y largo plazo.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

El PIB per cápita al momento de realizar la comparación internacional entre países, es fundamental dado el diferencial entre monedas y entre capacidad de producción que se tienen entre ellos. Al momento de realizarse la prueba debe medir tanto el impacto económico, como también las afectaciones en la vida de las personas, que es uno de los factores a los cuales los gobiernos intentan proteger mediante las medias de mitigación de riesgos de desastres.

También se debe tener en cuenta, que estos desastres afectan de diferentes maneras según en el nivel de desarrollo que tienen el país, es decir que las medidas de mitigación, como el brazo económico para la recuperación son mejores en unos países que en otros.

### 3.1.2. Variables independientes

Teniendo la información de los 5 continentes con todos los desastres naturales presentados en cada uno de ellos desde el año de 1961 hasta 2018, se realizaron una serie de filtros que permitieron hallar los desastres naturales más frecuentes en cada continente. Finalmente, de esos desastres naturales los que más número de ocurrencia presentaron en el lapso mencionado (1961-2018), se escogieron los 4 que más frecuencia acumulada presentaron a nivel mundial, es decir, los que obtuvieron un número mayor en comparación de otros desastres naturales en los 5 continentes, dando como resultado a: Terremotos con 1383, epidemias con 1464, inundaciones con 5072 y tormentas con 4220.

*Tabla 1. Desastres naturales elegidos.*

TIPO DE DESASTRE	CONTINENTE					FRECUENCIA ACUMULADA
	África	América	Asia	Europa	Oceanía	
Sequias	312	163	177	45	30	727
<b>Terremotos</b>	<b>81</b>	<b>297</b>	<b>775</b>	<b>171</b>	<b>59</b>	<b>1.383</b>
<b>Epidemias</b>	<b>857</b>	<b>175</b>	<b>359</b>	<b>49</b>	<b>24</b>	<b>1.464</b>
Temperaturas extremas	20	114	182	259	8	583
<b>Inundaciones</b>	<b>1.015</b>	<b>1.180</b>	<b>2.112</b>	<b>620</b>	<b>145</b>	<b>5.072</b>
Infestación de insectos	69	3	11	1	2	86
Deslizamiento de tierra	47	183	403	78	19	730



## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

Movimientos masivos(secos)	5	15	22	4	2	48
<b>Tormentas</b>	<b>270</b>	<b>1.345</b>	<b>1.782</b>	<b>501</b>	<b>322</b>	<b>4.220</b>
Actividad volcánica	17	92	102	12	29	252
Incendios forestales	31	159	89	113	43	435

*Fuente: Elaboración propia. Datos de EM-DATA*

### 3.1.3. Variables de control

Algunos autores como (Vikrant & Subir, Economic Impact of Natural Disasters: An Empirical Re-examination, 2019), establecen estas variables y también (Fomby, Ikeda, & y Loayza, (2013), para controlar y mitigar los choques externos diferentes a la de los desastres naturales se utilizaron las siguientes variables de control:

**Inflación**

**Balanza comercial**

**Apertura económica**

**Educación**

Los datos históricos para estas variables de control fueron tomadas desde el año 1961 hasta el 2018.

### 3.2. Población

La población está constituida por los países del mundo, quienes están contemplados en la base de datos de EM-DAT. Es decir, el modelo econométrico que se plantee debe suplir la necesidad de saber en términos generales mundiales, la relación entre los riesgos catastróficos y el crecimiento económico, teniendo en cuenta tanto los países desarrollados como los que están en desarrollo.

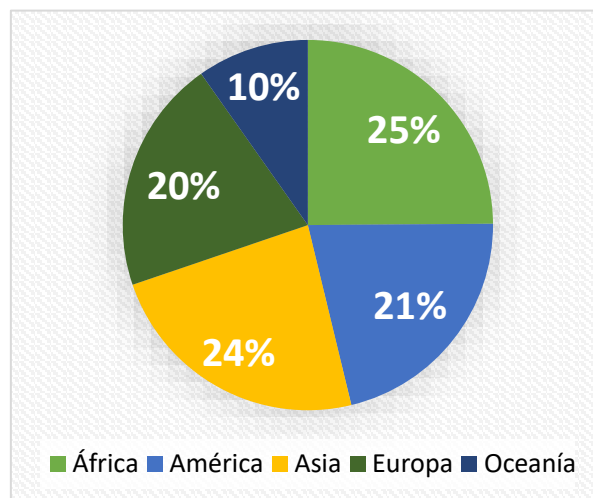
N -Tamaño de la población: conformado por **225** países. La distribución del número de países por continente se encuentra en la *Tabla 2*.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

**Tabla 2 Tamaño de la POBLACIÓN**

CONTINENTE	NÚMERO DE PAÍSES	%
África	56	24,9%
América	48	21,3%
Asia	53	23,6%
Europa	46	20,4%
Oceanía	22	9,8%

**Ilustración 2 Representación mundial**



**Fuente:** *Elaboración propia. Datos de EM-DATA*

Los porcentajes que se muestran corresponden al peso de cada submuestra a partir de los pesos totales mostrados en la *tabla 2. Tamaño de la POBLACIÓN* de la *sección 2. Población*, para completar la muestra total, es decir, los 46 países que conforman el 100% de la muestra, conociéndose así, el número de países por continente que se deberían tomar para que la muestra conformada por las submuestras resulte equitativa.

### 3.3. Muestra

Con el fin de contemplar resultados diversos, se toman muestras con diferentes tamaños que permitiera deslumbrar diferentes comportamientos de la economía mundial.

Con el propósito de determinar el tamaño de la muestra, se realiza el respectivo muestreo estratificado proporcionado, tomando un  $Z=1.96$  y un Error (E)= 0.10.

Se obtuvo la *muestra 1*, con una cantidad representativa para los 5 continentes (estratos) de 46 países, lo que permitió seleccionar por cada estrato, es decir, para cada continente, una cantidad determinada de países (Tabla 3. e Ilustración 3.). La discriminación de estos 46 países se hizo por conveniencia, ya que se escogieron aquellos que en su frecuencia acumulada para el lapso (1961-2018) hubiesen registrado en mayor cantidad de ocurrencias los 4 desastres en cuestión

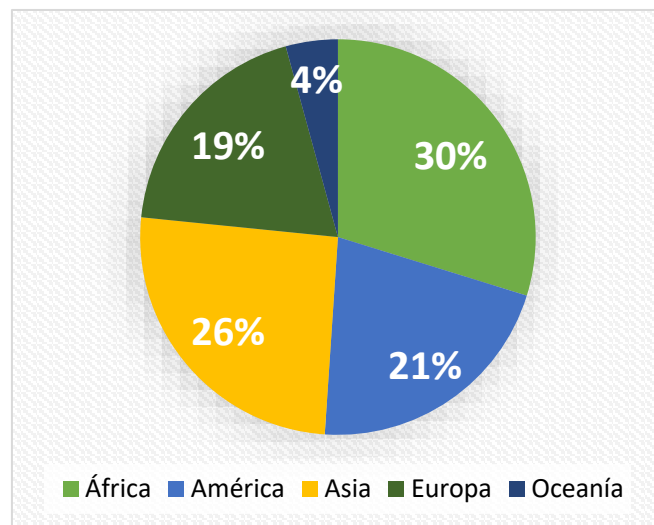
## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

(terremotos, epidemias, inundaciones y tormentas) quedando pues, la *muestra 1*. distribuida proporcionalmente de la siguiente manera:

*Tabla 3. Muestra 1 estratificada.*

CONTINENTE	NÚMERO DE PAÍSES	%
África	13	29,8%
América	10	21,3%
Asia	12	25,5%
Europa	9	19,1%
Oceanía	2	4,3%

*Ilustración 3. Distribución porcentual Muestra 1.*



Fuente: Elaboración propia.

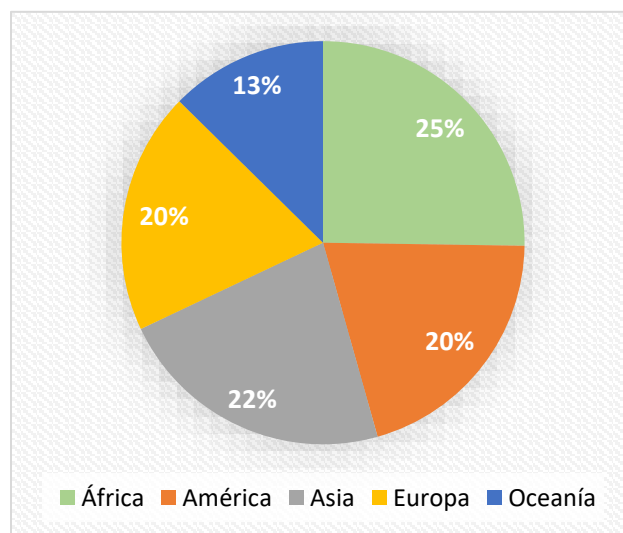
**Fuente: Elaboración propia. Datos EM-DAT**

La *Muestra 2* se determinó de la misma manera que la *Muestra 1*. Simplemente sumando 11 países a cada uno de los continentes, arrojando los siguientes datos:

*Tabla 4. Muestra 2 estratificada*

CONTINENTE	NÚMERO DE PAÍSES	%
África	56	24,9%
América	48	21,3%
Asia	53	23,6%
Europa	46	20,4%
Oceanía	22	9,8%

*Ilustración 4 Distribución porcentual Muestra 2*



Fuente: creación propia.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

### 3.4. Econometría de los datos

La estructura econométrica de panel puede abordarse desde diferentes puntos; cada uno con ventajas y desventajas dependiendo de los tipos de datos que se manejen y su organización, como las principales dificultades se encuentra:

- La cantidad de datos heterogéneos.
- Datos no balanceados.
- Margen de error.

Cada uno de los problemas mencionados en el inciso anterior, muestra que la prioridad al manejar este tipo de modelo es acotar el error con variables que permitan controlar el comportamiento de los datos a la hora de estimar la probabilidad de los modelos de regresión.

Existen modelos econométricos para datos de panel simple y esto da pie a que se usen formas de estimar la probabilidad de modelos de regresión lineales para datos longitudinales.

Durante la investigación se pudo evidenciar que, el uso del IDE (entorno de desarrollo integrado) R Studio para procesar la problemática planteada, suministrando la información a través de `data.frames`. Se debió tener en cuenta algunas variables para controlar el comportamiento tales como Inflación, Educación, Términos de intercambio y la Balanza comercial.

R proporciona paquetes que permiten maximizar las probabilidades siempre y cuando los datasets proporcionados se encuentren balanceados (homogeneidad), **nmle** y **lme4** son claros ejemplos, sin embargo, cabe resaltar que la selección de una muestra no homogénea dificulta la implementación de variables de control en estos paquetes.

Maximizar las probabilidades de los modelos de regresión es una aproximación de los datos de panel, y se propuso hacer uso del paquete **PLM en R**.

PLM es un paquete que permite realizar estimaciones más reales, para ello hace uso de la indexación, pues los datos son procesados a través de `data.frames` como se mencionó anteriormente. La manera en la que se realiza la indexación puede variar conforme a la necesidad,

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

la forma que se usó durante la proyección de resultados fue un vector de caracteres de longitud dos que contiene los nombres del individuo y el índice de tiempo, de tal manera que facilitara el proceso de datos con índices tanto de tiempo como de países.

En su interfaz PLM proporciona cuatro funciones para realizar estimaciones, se hizo uso de la función PLM, la cual permite la estimación de modelos de paneles básicos; cuando se hace la transformación de los datos, se hace uso de la función **lm**.

En la estructuración de la base de datos, para posteriormente ingresarlos a R-Studio se planteó primero fue encontrar, los PIB per cápita para la muestra inicial de 46 países en el cual se escogió un lapso de 1961 a 2018, se seleccionó dicho rango de fechas debido a que anteriormente no era posible encontrar datos consistentes para todos los países.

Entre los modelos de estimación básicos con PLM se encuentran: Los modelos de efectos fijos (within), los Modelos de agrupación (pooled), el Modelo de primera diferencia (fd) y el modelo entre o (between). Para el caso de este trabajo, se emplearon 3 cuales fueron: Modelos de efectos fijos (within), Modelo de agrupación (pooled) y el modelo de componentes de error (random). Además de 2 test o pruebas que se mencionaron en la sección 2.3.

### 4. RESULTADOS

Para las 2 muestras seleccionadas como base para la estructuración de la data panel lineal y la conformación del modelo econométrico que describirá la relación entre los riesgos catastróficos y crecimiento económico.

#### 4.1. Resultados de la muestra 1

La muestra 1, incorpora 46 países, arrojando como resultados para cada modelo, unos valores que se explican dentro de cada sección de cada técnica realizada

##### 4.1.1. Within

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

*Ilustración 4. Modelo Within*

```

oneway (individual) effect within Model

Call:
plm(formula = GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm +
     TotDis, data = pdata, model = "within")

Unbalanced Panel: n = 14, T = 1-12, N = 46

Residuals:
      Min.      1st Qu.      Median      3rd Qu.      Max.
-0.0724803 -0.0111084 -0.0010588  0.0078239  0.0536302

Coefficients: (1 dropped because of singularities)
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
Earthquake  0.0064482   0.0055780   1.1560 0.257448
Epidemic    0.0143852   0.0046238   3.1112 0.004259 **
Flood      -0.0012389   0.0016357  -0.7574 0.455125
Storm       0.0016740   0.0022845   0.7328 0.469797
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    0.026718
Residual Sum of Squares: 0.01841
R-Squared:              0.31095
Adj. R-Squared:        -0.1074
F-statistic: 3.15892 on 4 and 28 DF, p-value: 0.029116

```

De este modelo se puede observar que los coeficientes en su mayoría tienen una relación positiva con el crecimiento del PIB, en cuanto al nivel de significancia las epidemias es la variable más significativa dentro del modelos a un nivel de 0,01.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

### 4.1.2. Pooled

```

Pooling Model
Instrumental variable estimation
  (Balestra-varadharajan-Krishnakumar's transformation)

Call:
plm(formula = GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm
     Inflation + ImportByS + Teroftra + BalCom, data = pdata,
     model = "pooling")

Unbalanced Panel: n = 14, T = 1-12, N = 46

Residuals:
    Min.    1st Qu.    Median    3rd Qu.    Max.
-0.332199 -0.031453  0.004457  0.046864  0.122335

Coefficients:
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.1713550   0.1970971  -0.8694  0.3846
Earthquake   0.0838432   0.0722867   1.1599  0.2461
Epidemic     0.0370459   0.0314089   1.1795  0.2382
Flood        0.0025053   0.0155582   0.1610  0.8721
Storm       -0.0013740   0.0103336  -0.1330  0.8942

Total Sum of Squares:    0.067103
Residual Sum of Squares: 0.25389
R-Squared:               0.16918
Adj. R-Squared:          0.088121
Chisq: 1.94485 on 4 DF, p-value: 0.7459

```

Para el modelo de pooled se puede observar que en cuanto a los coeficientes muestran constancia, pero no significancia. Esta constancia es de carácter positivo apoyando la teoría de destrucción creativa. Para el  $r^2$  se puede decir que las variables independientes explican en un 16,817 % la variación de del PIB.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

### 4.1.3. Random

```

oneway (individual) effect Random Effect Model
  (Swamy-Arora's transformation)
Instrumental variable estimation
  (Balestra-varadharajan-krishnakumar's transformation)

Call:
plm(formula = GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm
     Inflation + ImportByS + Teroftra + BalCom, data = pdata,
     model = "random")

Unbalanced Panel: n = 14, T = 1-12, N = 46

Effects:
              var  std.dev share
idiosyncratic 0.007892 0.088836 0.002
individual    3.557819 1.886218 0.998
theta:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 0.9530 0.9728 0.9765 0.9759 0.9845 0.9864

Residuals:
  Min.  1st Qu.  Median    Mean  3rd Qu.  Max.
-0.141333 -0.048454  0.000864 -0.000138  0.045207  0.200632

Coefficients:
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept)  0.0835128  0.4304164  0.1940  0.8462
Earthquake  -0.0476551  0.0786448 -0.6060  0.5445
Epidemic     -0.0057358  0.0865748 -0.0663  0.9472
Flood        -0.0183580  0.0373318 -0.4918  0.6229
Storm         0.0301774  0.0577040  0.5230  0.6010

Total Sum of Squares:    0.026761
Residual Sum of Squares: 0.22024
R-Squared:               0.0028388
Adj. R-Squared:         -0.094445
Chisq: 0.550417 on 4 DF, p-value: 0.96841

```

En cuanto al modelo Random, en este los niveles de significancia no son los adecuados para el modelo. También apoyados en el  $r^2$  en el cual el nivel de explicación de las variables independientes sobre la variable dependiente es muy bajo.



## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

### 4.2. Test o pruebas de especificación

Las pruebas de especificación en modelos de panel implican esencialmente pruebas de capacidad de agrupación, de efectos individuales o no observados en el tiempo y de la correlación entre estos últimos y los regresores (pruebas de tipo Hausman).

Entre otras pruebas existentes para aplicar a este tipo de datos, se encuentran: Las pruebas de poolability, las pruebas de efectos individuales y temporales, las pruebas de correlación en serie, las pruebas de dependencia transversal, la estimación de covarianza robusta, la prueba de Wooldridge para efectos individuales no observados y por supuesto los test de Hausman.

De los mencionados anteriormente se aplicaron 2, las pruebas de Hausman y la prueba de Wooldridge para efectos individuales no observados.

#### 4.2.1. Test de Hausman

Su uso es fundamentalmente para dos cosas: a) saber si un estimador es consistente. b) saber si una variable es o no relevante.

En el caso de este proyecto, la técnica de modelamiento al cual se aplicó y se obtuvieron los resultados más acertados fue a la técnica de pooled en el cual los resultados se encuentran a continuación:

#### *Ilustración 5. Test de Hausman*

```
Hausman Test
data:  GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm + TotDis
chisq = 0.64352, df = 4, p-value = 0.9581
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```

Para las pruebas de Hausman se puede concluir que para un nivel de significancia del 0,05 se rechaza la hipótesis nula de igualdad al 95% de confianza y se deben asumir las estimaciones de efectos fijos. Por el mismo criterio, se rechaza la hipótesis nula de igualdad al 95% de confianza y se debe rechazar la hipótesis de independencia o irrelevancia de las variables.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

### 4.2.2. Wooldridge

El método de Wooldridge utiliza los residuales de una regresión de primeras diferencias, observando que, si  $uit$  no está serialmente correlacionado, entonces la correlación entre los errores  $uit$  diferenciados para el periodo  $t$  y  $t-1$  es igual a  $-0.5$ . En realidad, la prueba de Wooldridge consiste en probar esta igualdad.

Para esta prueba se obtuvo el siguiente resultado resumen:

#### *Ilustración 6. Test de Wooldridge*

```
wooldridge's test for unobserved individual effects
data: formula
z = 1.2285, p-value = 0.2193
alternative hypothesis: unobserved effect
```

Para la prueba de Wooldridge lo que se evidencia, soportado por los coeficientes anteriormente hallados, es que la correlación entre las variables de desastres y el crecimiento del PIB per cápita es de carácter positivo. lo que contribuye a la teoría de la destrucción creativa.

### 4.3. Resultados de la muestra 2

Para la muestra 2 contemplada en 102 países los resultados arrojados son los siguientes:

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

### 4.3.1. Within

#### *Ilustración 7. Modelo within*

```

oneway (individual) effect within Model

Call:
plm(formula = GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm +
     TotDis, data = pdata, model = "within")

Unbalanced Panel: n = 15, T = 1-57, N = 103

Residuals:
    Min.   1st Qu.   Median   3rd Qu.    Max.
-0.232798 -0.014243  0.000000  0.013770  0.293417

Coefficients: (1 dropped because of singularities)
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
Earthquake -0.00035176  0.00934767 -0.0376  0.9701
Epidemic    0.00898207  0.00989079  0.9081  0.3664
Flood       0.00033530  0.00324616  0.1033  0.9180
Storm       0.00128938  0.00506603  0.2545  0.7997

Total sum of squares:    0.28873
Residual sum of squares: 0.28355
R-Squared:               0.017952
Adj. R-Squared:         -0.19249
F-statistic: 0.383873 on 4 and 84 DF, p-value: 0.8196

```

Para el modelo Within siguiendo con el planteamiento, los coeficientes muestran una relación positiva la variación de las variables independientes explican en un 17,92% la variación del PIB per cápita.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

### 4.3.2. Pooled

#### *Ilustración 8. Modelo pooled*

```

Pooling Model
Instrumental variable estimation
(Balestra-Varadharajan-Krishnakumar's transformation)

Call:
plm(formula = GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm
     Inflation + ImportBYS + Teroftra + BalCom, data = pdata,
     model = "pooling")

Unbalanced Panel: n = 17, T = 1-57, N = 105

Residuals:
    Min.   1st Qu.   Median   3rd Qu.    Max.
-49.3738  -4.8269   4.1250   8.4827  24.8088

Coefficients:
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept)  -12.25912  5669.41212  -0.0022  0.9983
Earthquake    10.89837  5027.28968   0.0022  0.9983
Epidemic     -5.63220  2599.16687  -0.0022  0.9983
Flood         3.83010  1766.57653   0.0022  0.9983
Storm        -0.95943   440.34538  -0.0022  0.9983

Total sum of squares:    0.33879
Residual sum of squares: 19212
R-squared:               0.024007
Adj. R-squared:         -0.015033
Chisq: 1.33969e-05 on 4 DF, p-value: 1

```

Para la técnica de pooled, se puede observar que las variables independientes explican en tan solo el 2,4% la variación del PIB, los p valor no muestran unos niveles de significancia aceptable.

### 4.3.3. Random

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

```

Oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)
Instrumental variable estimation
(Balestra-Varadharajan-Krishnakumar's transformation)

Call:
plm(formula = GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm
     Inflation + ImportByS + Teroftra + BalCom, data = pdata,
     model = "random")

Unbalanced Panel: n = 17, T = 1-57, N = 105

Effects:
              var  std.dev share
idiosyncratic 0.006865 0.082852 0.859
individual    0.001127 0.033574 0.141
theta:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 0.0732 0.2590  0.6893  0.4868  0.6893  0.6893

Residuals:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-0.217913 -0.024478  0.002260  0.000157  0.028644  0.297647

Coefficients:
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.0003673  0.0327013 -0.0112  0.9910
Earthquake   0.0214472  0.0300403  0.7139  0.4753
Epidemic    -0.0110103  0.0271521 -0.4055  0.6851
Flood        0.0109902  0.0099958  1.0995  0.2716
Storm       -0.0061021  0.0100053 -0.6099  0.5419

Total Sum of Squares:    0.32933
Residual Sum of Squares: 0.37329
R-Squared:               0.020049
Adj. R-Squared:         -0.019149
Chisq: 1.6469 on 4 DF, p-value: 0.80034

```

Para la técnica Random muestra que, para las epidemias y las tormentas, en cuanto a los coeficientes presentan una relación negativa, y para las tormentas y los terremotos presentan una relación positiva. los valores p no son tan significativos y las variables independientes explican en un 2,03% la variación del PIB per cápita.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

### 4.3.4. Hausman y Wooldridge

#### Test Hausman

Hausman Test

```
data:  GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm + TotDis
chisq = 1.4446, df = 4, p-value = 0.8364
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```

#### Wooldridge

wooldridge's test for unobserved individual effects

```
data:  formula
z = 1.1301, p-value = 0.2584
alternative hypothesis: unobserved effect
```

En cuanto los test para la segunda muestra podemos observar que para Hausman los modelos siguen la tendencia de constancia pero no de significancia, al igual que para el test de Wooldridge.

## 5. CONCLUSIONES

En este estudio, se exploraron los efectos sobre el crecimiento económico a partir de la ocurrencia de cuatro tipos de naturales desastres, que fueron: las inundaciones, las sequías, las tormentas y los terremotos a través de datos de tipo panel para 47 países durante el período 1961-2018.

Al realizar las dos pruebas de Hausman y efecto no observado Wooldridge, se determina como el mejor modelo al de pooled. Sus coeficientes indicaron que los desastres tienen un efecto positivo sobre el PIB per cápita, lo que significa que la ocurrencia de los 4 desastres en cuestión incide de forma beneficiosa sobre las 2 muestras al permitir un mayor desarrollo en las naciones afectadas

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

realizando un análisis de acuerdo con el comportamiento del PIB per cápita a través del lapso indicado.

El efecto positivo de la ocurrencia de los desastres sobre las economías puede explicarse por medio de teorías como la del economista Joseph Schumpeter en la década de 1940 conocida como “La destrucción creativa”, la cual expone un proceso por el cual una innovación cambia los modelos de negocios predominantes en la industria. Para este caso, la ocurrencia de estos desastres hace que se innove en las medidas de planes de contingencia, se mejore en materiales y tecnología de infraestructura y de infraestructura vial, estos son algunos de los ejemplos.

### 6. BIBLIOGRAFÍA

Alcántara Grados, F. (2005). *EL SEGURO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS: REASEGURO TRADICIONAL Y TRANSFERENCIA ALTERNATIVA DE RIESGOS*. Madrid: MAPFRE.

Alcántara Grados, F. M. (2002). *la cobertura de riesgos catastróficos desde la óptica de la solvencia de las entidades aseguradoras: la función del reaseguro tradicional y sus alternativas*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Baronio , A., & Vianco, A. (2014). *Datos de panel*. Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto.

Baronio, A., & Vianco, A. (2014). *Datos de panel*. Facultad de Ciencias Económicas ,Universidad Nacional de Río Cuarto.

El financiero. (16 de septiembre de 2017). ¿Que es un riesgo catastrófico. *El financiero*.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

- Fundacion MAPFRE. (2018). *Diccionario del seguro: Riesgo catastrófico*. Obtenido de [https://www.fundacionmapfre.org/fundacion/es\\_es/publicaciones/diccionario-mapfre-seguros/r/riesgo-catastrofico.jsp](https://www.fundacionmapfre.org/fundacion/es_es/publicaciones/diccionario-mapfre-seguros/r/riesgo-catastrofico.jsp)
- Loayza, N. V., Olaberria, E., Rigolini, J., & Christiaensen, L. (2012). *Natural Disasters and Growth: Going Beyond the Averages* (Vol. 7). (Elsevier, Ed.) World Development.
- Montero, R. (Junio de 2011). Efectos fijos o aleatorios: Test de especificación. España.
- Moody's Investor Service. (2016). *Global Credit Strategy - Environmental Risks: Understanding the Impact of Natural Disasters: Exposure to Direct Damages Across Countries*. New York.
- Varonio, A., & Vianco, A. (Noviembre de 2014). *Datos de Panel*. Obtenido de <http://www.econometricos.com.ar/wp-content/uploads/2012/11/datos-de-panel.pdf>
- Vikrant , P., & Subir, S. (2019). Economic Impact of Natural Disasters: An Empirical Re-examination. *Margin—The Journal of Applied Economic Research* , 1-32.
- Vikrant, P., & Sen, S. (2019). *Economic Impact of Natural Disasters: An Empirical Re-examination*.



## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

## 7. ANEXOS

## MUESTRA 1 VARIABLE IMPORTACIÓN BIENES Y SERVICIOS (1970-2018)

## Pooled

```

Pooling Model
Instrumental variable estimation
(Balestra-Varadharajan-Krishnakumar's transformation)

Call:
plm(formula = GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm
      Inflation + ImportByS + Teroftra + BalCom, data = pdata,
      model = "pooling")

Unbalanced Panel: n = 13, T = 1-11, N = 44

Residuals:
      Min.      1st Qu.      Median      3rd Qu.      Max.
-0.4169384 -0.0419324  0.0041459  0.0752559  0.1638643

Coefficients:
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.2445082  0.3637608 -0.6722  0.5015
Earthquake   0.1096895  0.1295965  0.8464  0.3973
Epidemic     0.0372655  0.0429298  0.8681  0.3854
Flood        0.0110249  0.0304772  0.3617  0.7175
Storm        -0.0043359  0.0138924 -0.3121  0.7550

Total Sum of Squares:    0.066626
Residual sum of Squares: 0.4466
R-Squared:              0.18899
Adj. R-Squared:         0.10581
ChiSq: 1.06547 on 4 DF, p-value: 0.89971

```

Para la muestra en donde fue incluida los bienes y servicios, los resultados fueron los siguientes: se puede observar que lo coeficientes en su mayoría tienen una relación positiva, y en cuanto a los p valor, no son significativos para el modelo, la relación de explicación de la variable dependiente con las independientes es del 18,89%.

## Whitin

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

```

oneway (individual) effect within Model

Call:
plm(formula = GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm +
     TotDis, data = pdata, model = "within")

Unbalanced Panel: n = 13, T = 1-11, N = 44

Residuals:
      Min.      1st Qu.      Median      3rd Qu.      Max.
-6.1384e-02 -1.1422e-02 -4.7163e-18  1.0492e-02  4.3073e-02

Coefficients: (1 dropped because of singularities)
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
Earthquake  0.00795770  0.00513976  1.5483 0.1332017
Epidemic    0.01682365  0.00433971  3.8767 0.0006128 ***
Flood      -0.00081337  0.00150644 -0.5399 0.5936720
Storm       0.00162491  0.00209093  0.7771 0.4438428
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    0.02584
Residual Sum of Squares: 0.01487
R-Squared:               0.42454
Adj. R-Squared:          0.083532
F-statistic: 4.97982 on 4 and 27 DF, p-value: 0.003875

```

Para el modelo within, los coeficientes siguen con el planteamiento anteriormente expuesto en el cual los coeficientes tienen una relación positiva con el crecimiento, y los valores p expuestos comienza a tener un nivel de significancia aceptable, cómo se puede evidenciar para las epidemias, para un nivel de 99% la variable es significativa para el modelo. y en cuanto al r2 se puede deducir decir que las variaciones de los desastres influyen en 43,45% la variación del PIB.

## Random

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

```

oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)
Instrumental variable estimation
(Balestra-varadharajan-Krishnakumar's transformation)

Call:
plm(formula = Gdp ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm
     Inflation + ImportByS + Teroftra + BalCom, data = pdata,
     model = "random")

Unbalanced Panel: n = 13, T = 1-11, N = 44

Effects:
              var  std.dev share
idiosyncratic 0.003116 0.055822 0.015
individual    0.200893 0.448211 0.985
theta:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 0.8764 0.9283 0.9378 0.9368 0.9489 0.9625

Residuals:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-0.126174 -0.032217 -0.002590 0.000118 0.022298 0.133895

Coefficients:
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.039528   0.372597  -0.1061  0.9155
Earthquake   0.032472   0.226695   0.1432  0.8861
Epidemic     0.036448   0.102850   0.3544  0.7231
Flood        0.011798   0.076777   0.1537  0.8779
storm       -0.023119   0.127590  -0.1812  0.8562

Total sum of squares:    0.02614
Residual sum of squares: 0.12976
R-Squared:               0.12406
Adj. R-Squared:          0.034218
Chisq: 0.610637 on 4 DF, p-value: 0.96187

```

Para el modelo Random los coeficientes tienen una relación positiva, y para los valores p, sus valores no son significativos, pero su muestran consistencia (consistencia que serán confirmados en los test).

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

### Test Hausman

```

Hausman Test

data:  GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm + TotDis
chisq = 0.25109, df = 4, p-value = 0.9927
alternative hypothesis: one model is inconsistent

> pwtest(pool4.5p)

wooldridge's test for unobserved individual effects

data:  formula
z = 1.5573, p-value = 0.1194
alternative hypothesis: unobserved effect

```

### Wooldridge

```

Hausman Test

data:  GDP ~ 1 + Earthquake + Epidemic + Flood + Storm + TotDis
chisq = 0.25109, df = 4, p-value = 0.9927
alternative hypothesis: one model is inconsistent

> pwtest(pool4.5p)

wooldridge's test for unobserved individual effects

data:  formula
z = 1.5573, p-value = 0.1194
alternative hypothesis: unobserved effect

```

Los test fueron aplicados de la siguiente manera: para los test de Hausman se utilizaron para la técnica de Random y Within, y el Test de Wooldridge se realizó para la técnica de pooled.

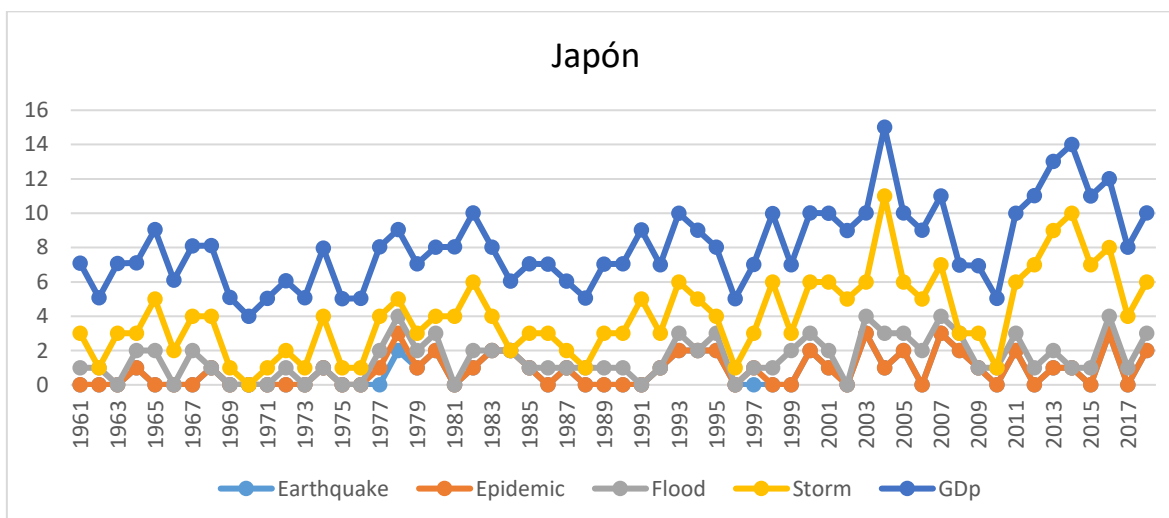
Para los test de Hausman se puede concluir que para un nivel de significancia del 0,05 se rechaza la hipótesis nula de igualdad al 95% de confianza y se deben asumir las estimaciones de efectos fijos. Por el mismo criterio, se rechaza la hipótesis nula de igualdad al 90% de confianza y se debe rechazar la hipótesis de independencia o irrelevancia de las variables. y para el test de wooldridge lo que se plantea al igual que la primera muestra, apoyado en los coeficientes es una correlación positiva.

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

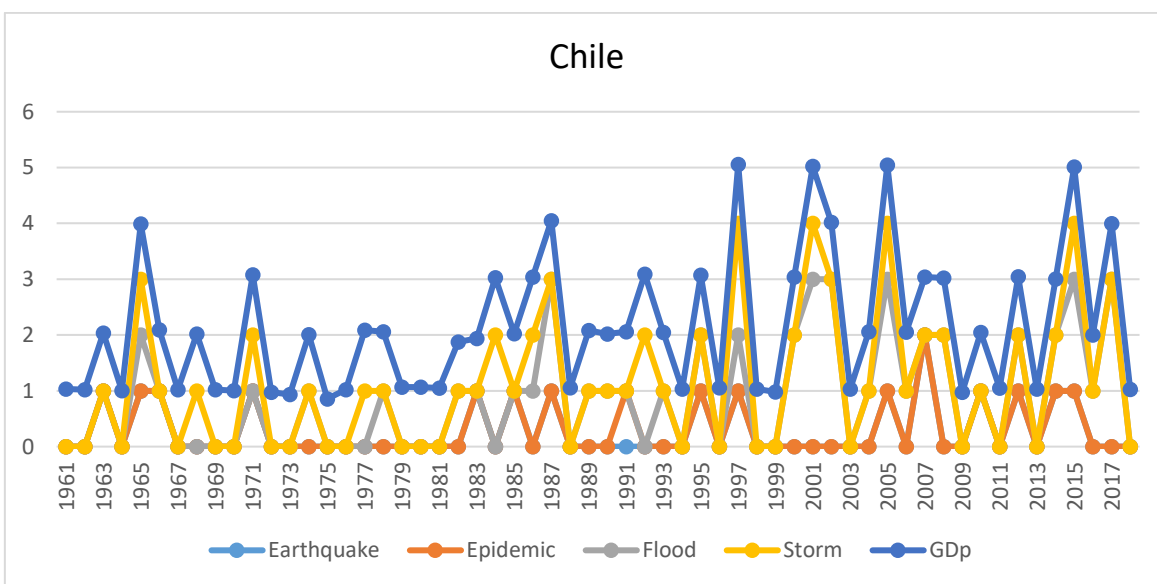
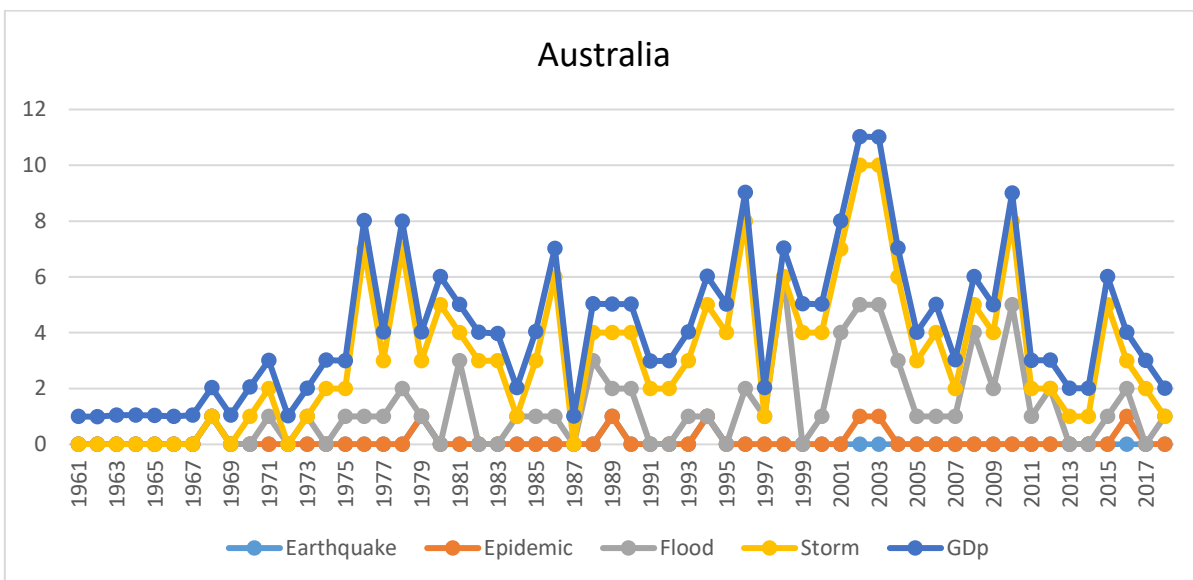
En resumen, estas pruebas mostraron una que los coeficientes no son del todo confiables, pero si muestran una correlación positiva, corroborando la teoría de destrucción creativa.

### EJEMPLOS GRÁFICOS DE ALGUNOS PAÍSES Y SU COMPORTAMIENTO HISTÓRICO

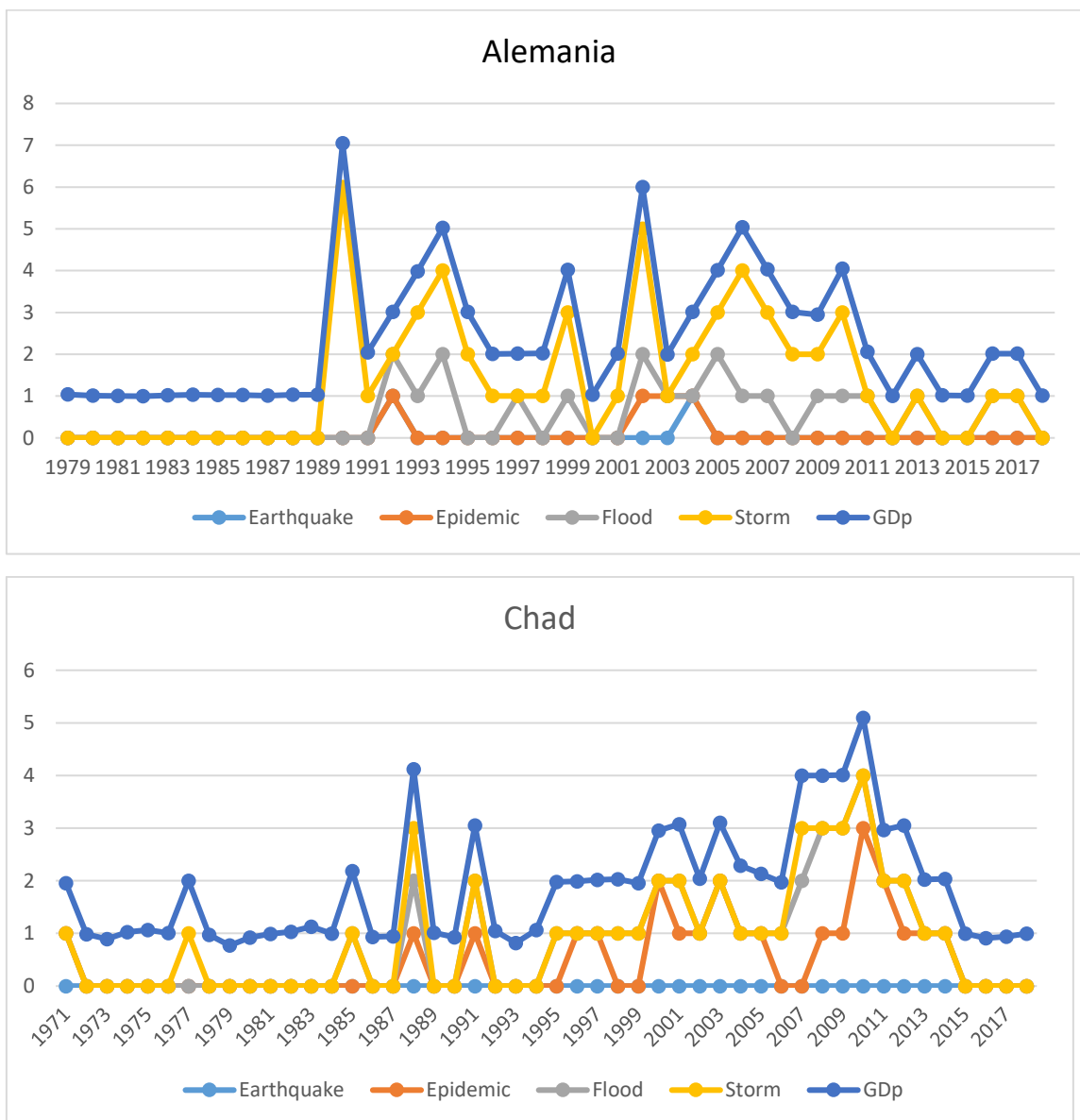
A continuación, se muestran las siguientes gráficas, dando a conocer el comportamiento -para varios países pertenecientes a las dos muestras- cambio histórico que va teniendo la variable dependiente, que en este estudio fue el PIB per cápita, de acuerdo con las variaciones históricas que presentaban cada una de las variables independientes y las variables de control.



## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS



## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS



Nótese que, en los ejemplos gráficos, se puede demostrar que los cambios en el PIB per cápita, están ligados al comportamiento de los desastres naturales y las variables de control (Balanza comercial, apertura económica, Importación de bienes y servicios e Inflación), lo que apoya entonces una vez más lo concluido para las muestras principales -seleccionadas al inicio de este documento- la teoría económica de la “Destrucción creativa”, la cual resume que el proceso de innovación que tiene lugar en una economía de mercado en donde los nuevos productos destruyen viejas empresas, infraestructuras y hasta modelos de negocio, logrando

## IMPACTO DE RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ECONOMÍA DE UN PAÍS

perfeccionar lo que se empieza a implementar, permiten que una economía avance y sea más eficiente en el manejo de los recursos, pero no solo eso, también que se posicionen como ejemplos a nivel mundial, como el caso de Japón.