



**ESTADO  
DE LA REGIÓN**

---

**Informe Estado de la Región 2021**

---

## **Investigación**

---

Dinámicas territoriales del  
clima y los desastres en  
América Latina (1950-2019)

**Investigador:**  
Rudy Muñoz Jiménez

San José | 2021



333  
M971d

Muñoz Jiménez, Rudy.  
Dinámicas territoriales del clima y los desastres en América Latina (1950-2019) : investigación / Rudy Muñoz Jiménez -- Datos electrónicos (1 archivo : 4.600 kb). -- San José, C.R. : CONARE - PEN, 2021.

ISBN 978-9930-607-08-4  
Formato PDF, 63 páginas.

1. DESASTRES NATURALES. 2. CENTROAMÉRICA. 3. CAMBIO CLIMÁTICO. 4. FENÓMENOS HIDROMETEREOLÓGICOS. 5. MEDIO AMBIENTE. 6. USO DEL SUELO. 7. RELIEVE. 8. REPÚBLICA DOMINICANA. I. Título.



## Contenido

<b>Marco Introductorio .....</b>	<b>1</b>
Delimitación espacial y temporal .....	1
Preguntas de investigación.....	1
Metodología.....	1
Fase I. Análisis de base de datos DesInventar .....	2
Fase II. Identificación de hotspots .....	2
Fase III. Análisis de otras variables .....	3
Antecedentes .....	7
<b>Análisis espacio – temporal de los desastres en América Central.....</b>	<b>8</b>
Base de datos DesInventar.....	9
Distribución temporal de desastres .....	11
Distribución espacial de desastres.....	13
<b>Identificación de territorios críticos .....</b>	<b>18</b>
Autocorrelación espacial.....	19
Identificación de hotspots .....	20
Territorios multi – amenaza.....	22
<b>Variables relacionadas con la incidencia de desastres en América Central.....</b>	<b>23</b>
Precipitación .....	24
<i>Contexto climático regional.....</i>	<i>24</i>
<i>Modelación de la precipitación por medio del índice SPI.....</i>	<i>25</i>
Población .....	36
Relieve – altitud .....	41
Uso de Suelo.....	43
<b>Conclusiones .....</b>	<b>47</b>
Sobre aspectos metodológicos.....	47
Sobre hallazgos encontrados .....	47
Sobre territorios susceptibles a desastres .....	49
<b>Bibliografía citada .....</b>	<b>50</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>53</b>
Anexo 1. Territorios multi – amenaza según la identificación de hotspots.....	53

## **Índice de figuras**

Figura 1. Ecuación del SPI.....	5
Figura 2. Rango de SPI según color en los mapas .....	5
Figura 3. Ecuación del coeficiente de correlación r de Spearman.....	6
Figura 4. Clasificación porcentual de la base de datos DesInventar según país... 10	
Figura 5. Clasificación porcentual de la base de datos DesInventar según tipo de desastres .....	11
Figura 6. Distribución temporal de la base de datos DesInventar; América Central, 1950 – 2020 .....	12
Figura 7. Distribución espacial de la base de datos DesInventar; América Central, 1950-2020 .....	13
Figura 8. Distribución espacial de la base de datos DesInventar en los recuadros A (izquierda) y B (derecha) de la figura 7.....	15
Figura 9. Distribución espacial de inundaciones de la base de datos DesInventar; América Central, 1950 – 2020 .....	16
Figura 10. Distribución espacial de deslizamientos de la base de datos DesInventar; América Central, 1950 – 2020 .....	17
Figura 11. Distribución espacial de sequías de la base de datos DesInventar; América Central, 1950 – 2020 .....	18
Figura 12. Hotspots de inundaciones; América Central, 1950 - 2020.....	20
Figura 13. Hotspots de deslizamientos; América Central, 1950 - 2020.....	21
Figura 14. Hotspots de sequías; América Central, 1950 – 2020 .....	22
Figura 15. Ubicación de territorios que son hotspots de más de un tipo de desastre .....	23
Figura 16. Interpolación espacial del Promedio de Precipitación Anual, América Central .....	25
Figura 17. Valor promedio del SPI; Belice, 1950 – 2016 .....	26
Figura 18. Interpolación espacial del SPI; Belice, junio 1958.....	26
Figura 19. Interpolación espacial del SPI; Belice, marzo 2002 .....	27
Figura 20. Valor promedio del SPI; Belice, 1950 – 2016 .....	27
Figura 21. Interpolación espacial del SPI; Guatemala, mayo 2003.....	28
Figura 22. Interpolación espacial del SPI; Guatemala, diciembre 1982 .....	28
Figura 23. Valor promedio del SPI; Honduras, 1950 – 2016.....	29
Figura 24. Interpolación espacial del SPI; Honduras, abril 2003 .....	29
Figura 25. Interpolación espacial del SPI; Honduras, febrero 1998.....	30
Figura 26. Valor promedio del SPI; El Salvador, 1950 – 2016 .....	31
Figura 27. Interpolación espacial del SPI; El Salvador, enero 1976.....	31
Figura 28. Interpolación espacial del SPI; El Salvador, setiembre 1981 .....	32
Figura 29. Valor promedio del SPI; Nicaragua, 1950 – 2016 .....	32
Figura 30. Interpolación espacial del SPI; Nicaragua, diciembre 1999 .....	33

Figura 31. Interpolación espacial del SPI; Nicaragua, diciembre 1970 .....	33
Figura 32. Valor promedio del SPI; Costa Rica, 1950 – 2016 .....	34
Figura 33. Interpolación espacial del SPI; Costa Rica, octubre 1982.....	34
Figura 34. Interpolación espacial del SPI; Costa Rica, julio 1977.....	35
Figura 35. Crecimiento poblacional interdecadal; América Central, 1990 – 202037	
Figura 36. Evolución de la densidad de población en América Central; 1960 – 1970 .....	38
Figura 37. Evolución de la densidad de población en América Central; 1990 – 2010 .....	39
Figura 38. Evolución de la densidad de población en hotspots del Triángulo Norte, 1990 - 2010 .....	40
Figura 39. Evolución de la densidad de población en hotspots de Costa Rica y Panamá, 1990 – 2010 .....	41
Figura 40. Relieve de América Central .....	42
Figura 41. Uso de suelo para los años 1990 y 2000, América Central .....	44
Figura 42. Uso de suelo para los años 2010 y 2018, América Central .....	45
Figura 43. Territorios que cumplen las condiciones para la alta ocurrencia de desastres .....	49

## **Índice de cuadros**

Cuadro 1. Clasificación de la base de datos DesInventar según país y tipo de desastre; América Central, 1950 – 2020 .....	10
Cuadro 2. Resultados del cálculo de la I de Moran global y la G de Getis - Ord para inundaciones, deslizamientos y sequías .....	19
Cuadro 3. Población total en países de América Central a partir de 1950 .....	36
Cuadro 4. Distribución altitudinal de hotspots de inundaciones, deslizamientos y sequías .	42
Cuadro 5. Porcentaje de uso de suelo, América Central .....	46

## **Acrónimos**

CATHALAC – Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe  
CCP – Centro Centroamericano de Población  
CEPREDENAC – El Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres en América Central y República Dominicana  
CIGEFI – Centro de Investigaciones Geofísicas  
CONARE – Consejo Nacional de Rectores  
ENOS – El Niño Oscilación Sur  
FAO – *Food and Agriculture Organization*  
IDEAM – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales  
IDS – Índice de Desarrollo Social  
IGN – Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica  
MIDEPLAN – Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica  
NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration*  
OMM – Organización Meteorológica Mundial  
PEN – Programa Estado de la Nación  
PNUD – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo  
PREVDA – Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental  
SIG – Sistema de Información Geográfica  
SNIT – Sistema Nacional de Información Territorial  
SPI – *Standardized Precipitation Index*  
UCR – Universidad de Costa Rica  
UNDRR – *United Nations Office for Disaster Risk Reduction*  
UNISDR – Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres  
USGS – *United States Geological Survey*

## **Marco Introductorio**

### **Delimitación espacial y temporal**

El área de estudio de esta investigación comprende América Central, abarcando los siguientes países: Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y República Dominicana. Mientras que el período de análisis cubre del año 1950 al 2020. La principal razón de esta escogencia es la disponibilidad de datos climáticos, poblacionales y de uso de suelo que cubren de manera eficiente, tanto espacial como temporalmente, el área de interés.

### **Preguntas de investigación**

Pregunta general

¿Cuáles son los principales factores asociados a la incidencia de desastres en América Central durante el período 1950-2020?

Preguntas específicas

- ¿Cuáles son las características de los territorios en los que se concentra la incidencia de desastres en América Central? ¿En qué medida los territorios con alta incidencia de desastres coinciden con aumentos en la densidad de población? ¿Cuáles son los distintos patrones o perfiles que es posible identificar en la región?
- ¿En qué medida la incidencia de desastres (especialmente los asociados con fenómenos hidrometeorológicos) están relacionados (o no) con las características físicas de los territorios (relieve)?
- ¿En qué medida la incidencia de desastres (especialmente los asociados con fenómenos hidrometeorológicos) están relacionados (o no) con cambios en el uso del suelo?

### **Metodología**

La presente investigación se divide en tres fases, las cuales se describen a continuación:

### **Fase I. Análisis de base de datos DesInventar**

Los datos sobre desastres utilizados en esta investigación provienen del Proyecto DesInventar, el cual creó, con ayuda del PNUD y LA RED, una base de datos gratuita y en línea, con el objetivo de socializar la información sobre desastres en el contexto del Marco de Sendai.

A continuación, se detalla el proceso de descarga y tabulación de los datos:

Se escogen los países de los que se desean descargar los datos (existen 84 países disponibles), además de la información adjunta que se desea obtener. Para la presente investigación se descargó el tipo de desastre, el nombre y código de la unidad geográfica<sup>1</sup> y la fecha en que sucedió. El resultado de este proceso es un archivo .xls por cada país en estudio.

Una vez que los ocho archivos (uno por cada país) fueron descargados, se unen en un solo archivo y se aplica un filtro de consistencia que incluye un estudio visual y estadístico, con el objetivo de valorar la calidad de dichos datos.

Para poder aplicar los análisis espaciales, se asocia la información descargada con un archivo .shp, lo cual permite su tratamiento en un SIG. Lo anterior se realiza por medio de la herramienta *Join*, utilizando los códigos de cada unidad geográfica.

Una vez que los datos están asociados al territorio correspondiente, se aplica un análisis espacio – temporal que incluye la elaboración de cuadros, gráficos (distribución por país y por tipo de desastre, distribución temporal), mapas (distribución espacial general y por tipo de desastres) y sus correspondientes comentarios; utilizando el software ArcGis 10.8.

Para establecer las categorías de los mapas de distribución espacial, se utiliza el método de quiebres naturales de Jenks, que compara la suma de las desviaciones cuadradas entre clases con la media de la serie de datos.

### **Fase II. Identificación de hotspots**

Con el objetivo de especificar el análisis, se determinan los *hotspots* (o puntos calientes) de los tres tipos de desastres más comunes. En el contexto del análisis espacial, un *hotspot* es una zona estadísticamente significativa de alta incidencia de determinada variable (Hernández, 2009). En el contexto de este estudio, se

---

<sup>1</sup> La información sobre desastres es desagregada a nivel de municipio en todos los países, excepto en Costa Rica, donde se desagrega a nivel distrital y en Panamá, donde se desagrega a nivel de corregimiento. En total, se utilizan 2.351 unidades geográficas diferentes.

busca identificar las zonas de mayor incidencia de inundaciones, deslizamientos y sequías.

Para determinar dichos *hotspots*, se aplican tres herramientas, que se explican a continuación.

**I de Moran global:** Mide la autocorrelación de un conjunto de entidades espaciales y un atributo asociado a ellas, basado en sus ubicaciones y valores simultáneamente. Evalúa si el patrón expresado está agrupado, disperso o si es aleatorio y es calculado por medio de la herramienta *Spatial Autocorrelation* del software ArcGis 10.8.

Los resultados del análisis se interpretan dentro del contexto de una hipótesis nula. En este caso, la hipótesis nula establece que el atributo que se analiza está distribuido de forma aleatoria entre las entidades del área de estudio (ArcGis, 2020). Si el valor de la I de Moran es positivo, indica que existe una tendencia hacia la agrupación espacial de los datos; por el contrario, si el valor es negativo, se puede inferir una tendencia hacia la dispersión de los datos. Entre más alejado a 0 es el valor, más intensa es la agrupación o dispersión, según corresponda.

**G de Getis – Ord:** En caso de que la I de Moran sea positiva, esta herramienta identifica si los clústeres espaciales corresponden a valores altos o valores bajos. Si su valor es positivo, las agrupaciones corresponden a valores altos de la variable, mientras que, si su valor es negativo, las agrupaciones son de valores bajos. Su cálculo se realiza por medio de la herramienta *High/Low Clustering* de ArcGis 10.8.

**I de Moran local:** Este índice calcula la I de Moran para cada unidad geográfica en estudio, de manera tal que se obtiene un nuevo archivo en formato .shp con los territorios de mayor incidencia de cada tipo de desastre. Para su cálculo, se aplica la herramienta *Cluster and Outlier Analysis*.

El resultado de esta fase son tres mapas que muestran los *hotspots* para los tres tipos de desastres más comunes. Como complemento, se identifican los territorios multi-amenaza, que son aquellos territorios donde converge más de un *hotspot*.

### **Fase III. Análisis de otras variables**

## **- Altitud**

Para analizar la altitud de la Región, se utiliza un Modelo de Elevación Digital descargado del SNIT, que pertenece al IGN. A partir de esta información se calcula la distribución de la altitud de los *hotspots* según rangos de altitud cada 1.000 msnm.

## **- Población**

La información de población por unidad geográfica fue obtenida del catálogo del CCP, que consta de aproximadamente 60 censos y estadísticas vitales en formato .pdf de los países de la Región.

Una vez que estos documentos fueron descargados, se inició el proceso de digitalización de la información en un archivo .shp, lo cual permite su análisis en un SIG. Después de digitalizar la información, se calculó el porcentaje de crecimiento poblacional interdecadal y la densidad de población a nivel regional y a nivel de *hotspots*, para posteriormente cruzar esta información con la base de datos DesInventar. Los rangos utilizados en la densidad de población se basaron en el trabajo de Granados (1986).

## **- Precipitación**

Para el análisis de la precipitación se utiliza, principalmente, la base de datos Numerosa (CIGEFI, 2004) y como complemento, un producto global. Este último se refiere a una fuente de información meteorológica en línea, que tiene una cobertura espacial y una temporalidad específicas, según su origen.

La base de datos Numerosa data del 2004 y contiene información climatológica de 21 países de América Latina. La versión utilizada para esta investigación posee 133 estaciones con datos de precipitación promedio mensual. Para aproximar los valores de los registros faltantes y así llenar los vacíos de información meteorológica de la base de datos Numerosa, se utiliza la base de datos de precipitación y temperatura de la Universidad de Delaware, la cual proviene de interpolaciones realizadas a partir de estaciones de la Red Mundial de Clima Histórico (Willmott; Matsuura, 2001). Esta base de datos cubre todo el mundo con una resolución de 0, 5° y sus registros empiezan en el año 1949; la misma fue descargada de la página oficial del *Earth System Research Laboratory*.

Una vez que ambas bases de datos están homogeneizadas, se procede a calcular el Índice Estandarizado de Precipitación (en adelante SPI). Este índice fue desarrollado para monitorear sequías, ya que permite determinar la intensidad de

un evento en estaciones con información histórica de precipitación. Posee la ventaja de tomar en cuenta el promedio de precipitación de cada estación, por lo que resultados de estaciones en distintas zonas geográficas son comparables entre sí. Matemáticamente, se define como la división entre la precipitación total de un determinado período menos la media aritmética y la desviación típica; la figura 1 muestra su ecuación, donde P es la precipitación total,  $\mu$  la media aritmética y  $\sigma$  la desviación típica.

Figura 1. Ecuación del SPI

$$SPI = \frac{\sum P - \mu}{\sigma}$$

Fuente: Muñoz, 2019.

Para su cálculo se utilizó el editor de programado de R, que por medio del paquete SPEI, genera una matriz con los valores mensuales del índice por estación meteorológica, normalizando la escala de colores bajo los siguientes valores:

Figura 2. Rango de SPI según color en los mapas

Color	Rango de SPI 12
	-6 a -4
	-4 a -2
	-2 a -0,5
	-0,5 a 0,5
	0,5 a 2
	2 a 3
	3 a 4

Fuente: Muñoz, 2019.

Según la OMM (2016), los valores de SPI entre -0,5 y 0,5 representan los valores neutros de toda serie de precipitación analizada. Para establecer el resto de rangos se toman en cuenta los valores extremos de la base de datos, en este caso -5,416 y 3,358. Así, se establecen tres rangos proporcionales hacia cada uno de los valores extremos; entre más bajo sea el valor de SPI, mayor es el déficit de precipitación.

Tallaksen (2004), definió un nombre para cada uno de los rangos de SPI. Así, de 3 a 4 se refiere a un superávit de precipitación extremo, de 2 a 3 muy severo, de 0,5 a 2 severo y de -0,5 a 0,5 se refiere a los valores neutros. Al contrario, de -0,5 a -2 es un déficit de precipitación severo, de -2 a -4 muy severo y de -4 a -6 extremo.

Una vez que el SPI hay sido calculado para todas las estaciones de la base de datos Numerosa, se aplica una interpolación espacial para toda la zona de estudio con el fin de determinar la relación entre estos valores y la ocurrencia de sequias en la Región. Por último, se cuantifica dicha relación por medio del índice  $r$  de Spearman, que es una medida de correlación entre dos variables aleatorias continuas (Hernández, 2009). En su ecuación,  $D$  es la diferencia entre los rangos  $X$  y  $Y$ , y  $N$  es el número de datos.

Figura 3. Ecuación del coeficiente de correlación  $r$  de Spearman

$$r = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Fuente: Muñoz, 2019.

### - Uso de suelo

Con el objetivo de obtener el uso de suelo de la Región, se siguen tres pasos. El primero es descargar las tres imágenes satelitales Landsat que cubren toda la región para los años 1990, 2000, 2010 y 2018. Para esto se utiliza el *EROS center* del USGS.

Una vez que las imágenes están descargadas, se procede a crear cuatro mosaicos (uno por cada año) y georreferenciar los mismos utilizando la herramienta *Georeferencing*, del software ArcGis 10.8. Para el proceso de categorización de cada píxel, se utiliza el método clasificación supervisada, por medio de las herramientas *Create signatures* y *Maximun Likelihood*. Las categorías fueron escogidas con base en el estudio Mapa Centroamericana de cobertura y uso de la tierra, cambios de cobertura y uso de la tierra 1980-1990-2000-2010 (CATHALAC, 2010).

### Fortalezas y debilidades metodológicas

A excepción de la base de datos Numerosa, toda la información necesaria para realizar esta investigación es de libre acceso. Las bases de datos utilizadas se pueden dividir en dos grupos: Por un lado, la base de datos DesInventar y la base de datos del MIDEPLAN, que no están disponibles para toda el área de estudio, mientras que la base de datos Numerosa y la base de datos de población construida con la información del CCP, están disponibles para toda la Región.

Por esta razón, la base de datos sobre desastres debe ser analizada con precaución, pues no representa la realidad completa de la distribución espacial.

Aun así, constituye la mejor aproximación disponible de la distribución de desastres a nivel mundial (Zuñiga, 2019).

Una situación similar sucede con la base de datos del MIDEPLAN, que solo tiene datos para Costa Rica, pero que permite identificar posibles relaciones entre el desarrollo social y la ocurrencia de desastres.

## **Antecedentes**

En los últimos 30 años, América Central ha sido el objeto de múltiples estudios de Gestión del Riesgo de Desastres desde diferentes ópticas, impulsados por la creación de CEPREDENAC en 1987 (UNDRR, 2014). Un ejemplo es el “Informe Estado de la Región”, que ha mantenido una línea de estudio constante en relación con este tema.

En el primer informe regional, en 1999, se analizó a profundidad el tema de la Gestión del Riesgo y la vulnerabilidad, estudiando la incidencia de desastres durante el periodo 1970-1991. Se llamó la atención sobre la importancia de abordar este tema desde una perspectiva regional y encarar los factores que intensifican los efectos de un desastre, mediante la aplicación de instrumentos de ordenamiento territorial, la educación ambiental y la aplicación de normas ambientales en los procesos asociados a la construcción de infraestructura y crecimiento urbano.

Para el Segundo Informe sobre Desarrollo Humano en Centroamérica y Panamá, publicado en 2003, se analizó las lecciones aprendidas a partir del huracán Mitch, concluyendo que, si bien el discurso sobre la gestión del riesgo y la gestión ambiental se modificó con rapidez después de la experiencia vivida por el huracán Mitch, las prácticas y las instituciones lo han hecho más lentamente.

Hasta el momento, ningún estudio ha abordado las variables precipitación, población, relieve y uso de suelo de manera conjunta; mientras que solo uno ha utilizado la base de datos DesInventar para analizar y caracterizar los desastres ocurridos en la Región, mientras que dos se han encargado de describir dicha base. Lavell y Lavell utilizaron la base de datos DesInventar para realizar una caracterización de los desastres ocurridos hasta 2009, en el “Informe Técnico sobre Desastres en la Región: 1999-2009”, realizado para el Cuarto Informe Estado de la Región en 2010. Esta investigación dio como resultado una modelación de los perfiles de los desastres en América Central.

Por otro lado, el primer estudio que describió a profundidad la base de datos DesInventar fue “El daño y la evaluación ambiental en América Central: Una

propuesta metodológica tomando como caso de estudio a Costa Rica” en 1999. En él, se expusieron las fortalezas y las debilidades de la misma, pero no se utilizó de manera práctica.

Por último, el artículo “Fuentes estadísticas para el estudio de la gestión del riesgo de desastres en Centroamérica. La base de datos DesInventar y sus aportes para la investigación histórica” analiza la distribución de los datos y el proceso de descarga, concluyendo que, si bien esta base de datos tiene discontinuidades temporales y espaciales importantes, es el esfuerzo regional más completo que hay a disposición.

En cuanto a la base de datos Numerosa, esta ha sido utilizada en cuatro investigaciones. La primera de ellas fue el estudio “Vulnerabilidad de las comunidades rurales frente a la sequía en Centroamérica: Matagalpa, Nicaragua y Choluteca, Honduras”, donde se evaluaron los impactos de la sequía en regiones de alta vulnerabilidad de Nicaragua y Honduras. Muñoz utilizó esta base de datos para identificar los efectos de la sequía en el sector turismo de la Región, en el estudio “La sequía meteorológica provocada por El Niño y algunos de sus efectos en el sector turismo. América Central, 1950 – 2014”, mientras que Muñoz et al para identificar las tendencias del comportamiento espacial de este fenómeno en América Central, en el artículo “Spatial and temporal patterns, trends and teleconnection of cumulative rainfall deficits across Central America”. Por último, Quesada et al utilizaron esta base de datos para identificar impactos socio – productivos en el Pacífico de Costa Rica.

En el caso del catálogo del CCP, este ha sido plenamente utilizado por investigadores desde hace bastantes años. Existe un trabajo que reúne los aportes académicos que este instituto y sus distintas herramientas han posibilitado, cuyo nombre es “Estadística elemental para Ciencias Sociales”. Dicho compilado muestra la importancia que este instituto ha tenido para realizar cientos de investigaciones en diversos campos de las ciencias sociales.

## **Análisis espacio – temporal de los desastres en América Central**

América Central posee un conjunto de características geofísicas, como lo son la confluencia de varias placas tectónicas importantes, múltiples sistemas de fallas locales y una bipolaridad climática<sup>2</sup>; que generan la aparición de fenómenos físicos como terremotos, erupciones volcánicas, sequías e inundaciones, los cuales son

---

<sup>2</sup> El término bipolaridad climática se refiere a la diferenciación climática entre vertientes que existe en América Central, causada por la interacción entre la circulación general del viento y el eje montañoso principal.

eventos generadores de desastres (Lavell, 1993). Factores antrópicos como deforestación extensiva, destrucción de cuencas hidrográficas y altos niveles de degradación ambiental general acentúan los efectos de dichos fenómenos físicos.

Por otro lado, en América Central cerca del 60% de la población vive en condiciones de pobreza (Brenes, 2005), en una situación que restringe el acceso a los bienes y servicios básicos para el desarrollo integral de los seres humanos, situación que conlleva a una alta fragilidad de cara a eventos generadores de desastres.

Es precisamente la combinación de los diversos y repetitivos mecanismos físicos con la presencia de una población con alta vulnerabilidad socioeconómica, lo que ha provisto las condiciones para la intensa ocurrencia de desastres en América Central, así como en muchas otras regiones del mundo en vías de desarrollo.

Según la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, desde el año 1950 hasta el 2014, la Región había experimentado al menos 350 desastres regionales, en donde tres o más países se vieron fuertemente afectados por el mismo evento (UNDRR, 2014), por lo que, en promedio, cada año cinco eventos de esta escala afectan a América Central. Sí además se toman en cuenta los eventos locales que causan efectos negativos en poblaciones más pequeñas, se visualiza la complejidad del escenario multi-amenaza presente en la Región.

### **Base de datos DesInventar**

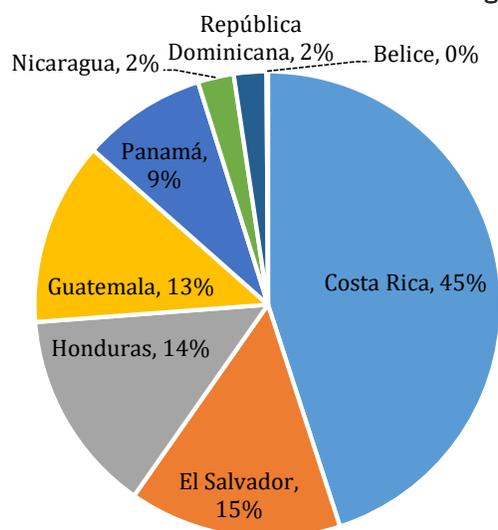
Tal como se describió en el apartado 1.4, si bien la base de datos DesInventar presenta algunas inconsistencias tanto temporales como espaciales, esta permite aproximar la distribución de desastres en América Central. En el cuadro 1 se muestra la clasificación de esta base de datos según país y tipo desastre, mientras que las figuras 4 y 5 resumen los resultados porcentuales de dicha clasificación.

Cuadro 1. Clasificación de la base de datos DesInventar según país y tipo de desastre; América Central, 1950 – 2020

País	Tipo de desastre							Total
	Inundación	Deslizamiento	Sequía	Terremoto	Aluvión	Erupción volcánica	Tornado	
Costa Rica	8.699	3.901	439	374	251	45	1	13.710
El Salvador	2.192	1.162	195	608	177	148	1	4.483
Honduras	2.655	679	700	209	40	1	6	4.290
Guatemala	1.554	1.627	26	239	361	68	3	3.878
Panamá	1.903	625	15	72	1	0	9	2.625
Nicaragua	467	47	112	14	83	8	28	759
República Dominicana	464	34	160	16	12	0	0	686
Belice	29	0	0	1	0	1	0	31
<b>Total</b>	<b>17.963</b>	<b>8.075</b>	<b>1.647</b>	<b>1.533</b>	<b>925</b>	<b>271</b>	<b>48</b>	<b>30.462</b>

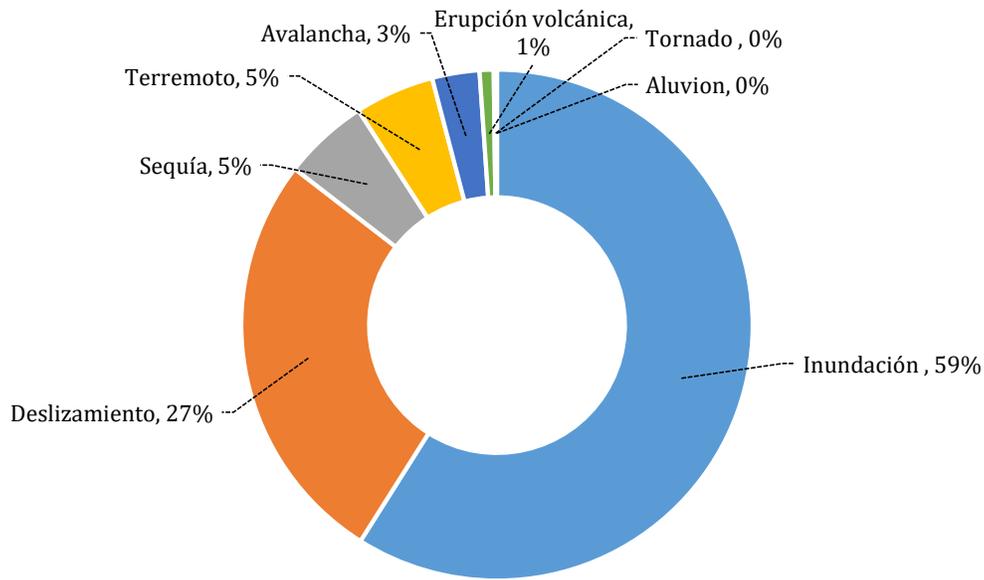
Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

Figura 4. Clasificación porcentual de la base de datos DesInventar según país



Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

Figura 5. Clasificación porcentual de la base de datos DesInventar según tipo de desastres



Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

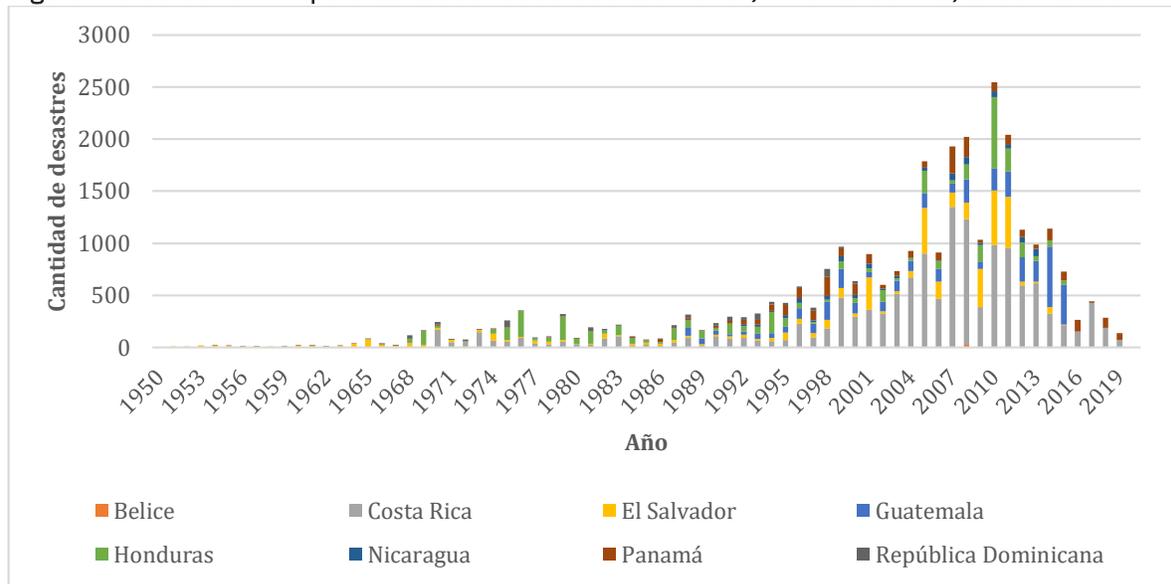
Para el período 1950 – 2020, la base de datos DesInventar posee 30.462 registros en América Central, que se distribuyen de manera irregular. Mientras que el 45% de los registros pertenecen a Costa Rica, existe un grupo conformado por El Salvador, Honduras, Guatemala y Panamá, que posee entre el 9 y 15% de los registros. Por su parte, Nicaragua, República Dominicana y Belice tienen menos del 5%. Según Zúñiga *et al* (2019) esta heterogénea distribución de los registros se debe a distintos niveles de eficiencia en la recolección de datos sobre desastres en los países de la Región.

En relación con la distribución por tipo de desastre, a nivel regional, las inundaciones y los deslizamientos abarcan el 86% de los registros (aproximadamente 26.000 casos), mientras que las sequías y los terremotos abarcan un 5% cada uno. El restante 4% de los registros está conformado por avalanchas, erupciones volcánicas, tornados y aluviones. Con base en el cuadro 1, se identifica que este comportamiento se da en todos los países, a excepción de Guatemala y El Salvador, donde hay más terremotos que sequías.

### Distribución temporal de desastres

La siguiente figura muestra la distribución temporal de los registros de la base de datos DesInventar en América Central durante el período de estudio.

Figura 6. Distribución temporal de la base de datos DesInventar; América Central, 1950 – 2020



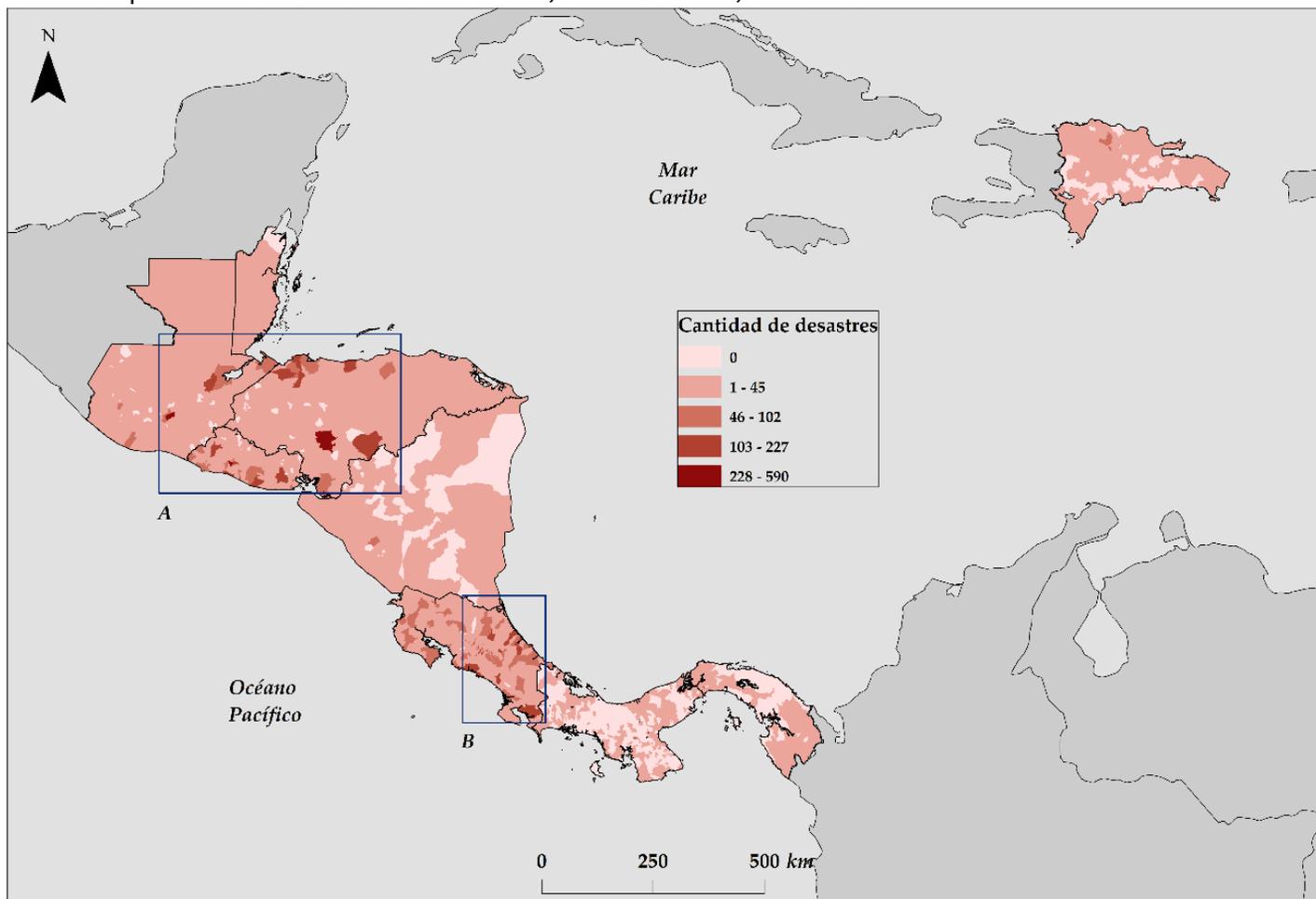
Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

La figura 6 permite reconocer tres fases en el desarrollo temporal de esta base de datos:

- La primera fase se desarrolla entre los años 1950 y 1970, y se caracteriza por una frecuencia de desastres muy baja, en comparación al resto de la serie temporal (en promedio 50 desastres por año). En esta fase, los registros pertenecen principalmente a El Salvador y Panamá.
- La segunda fase comprende del año 1971 hasta 1989. En este período de tiempo se da un aumento de los desastres registrados, pero sin superar aún los 400 registros anuales. Durante este período, Honduras presenta la mayor cantidad de registros, mientras que Costa Rica inicia un crecimiento paulatino.
- La tercera fase inicia en 1990 y se extiende hasta el 2019. En ella, la cantidad anual de desastres registrados aumenta abruptamente, llegando al punto más alto en el año 2010, con 2.544 registros. Este significativo aumento se dio con especial intensidad en Costa Rica, que a partir del año 1998 acaparó más de la mitad de los registros.

## Distribución espacial de desastres

Figura 7. Distribución espacial de la base de datos DesInventar; América Central, 1950- 2020

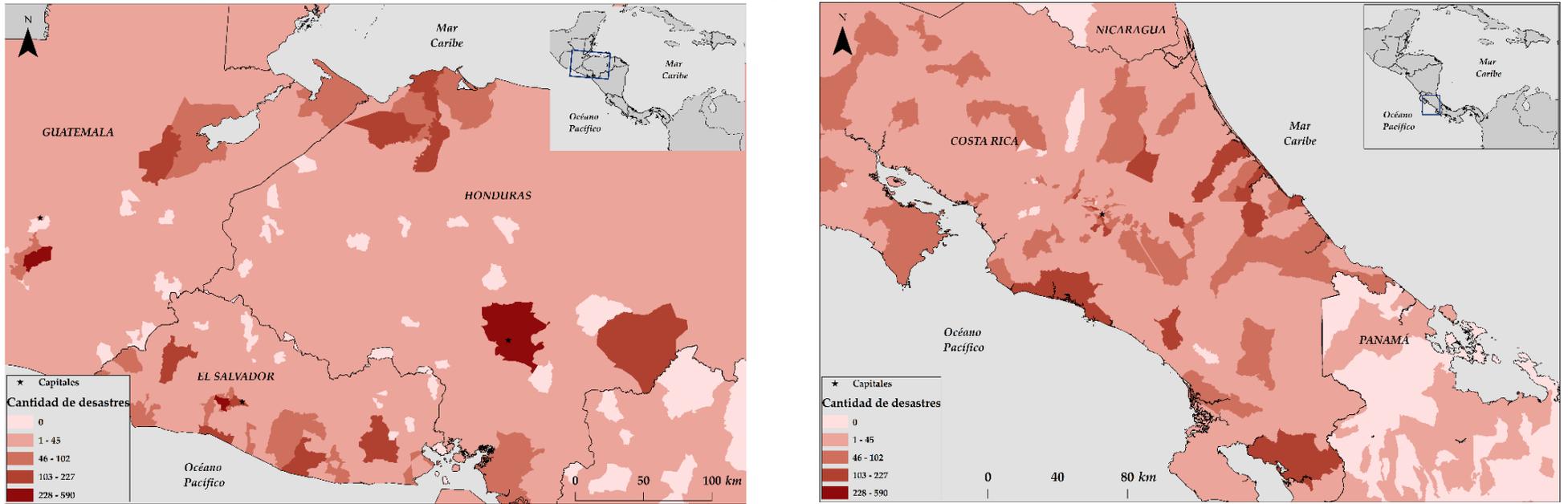


Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

En la figura 7 se visualiza la distribución espacial de la totalidad de registros de la base de datos DesInventar en América Central durante el período 1950 – 2020. El primer aspecto a destacar es el hecho de que en la mayor parte de América Central se ha presentado al menos un desastre durante el período de estudio. Las únicas zonas donde no hay registros de desastre son la vertiente Caribe de Nicaragua y el Oeste de Panamá, lo cual se puede deber a un deficiente sistema de registro de desastres.

Los países que presentan zonas con altas concentraciones de desastres coinciden con los de mayor porcentaje en la figura 4, a saber: Costa Rica (recuadro B), El Salvador, Honduras y Guatemala (recuadro A); mientras que Panamá, Nicaragua, República Dominicana y Belice poseen valores de 1 a 45 desastres por unidad geográfica. A continuación, se presentan con mayor detalle las zonas abarcadas en los recuadros A y B.

Figura 8. Distribución espacial de la base de datos DesInventar en los recuadros A (izquierda) y B (derecha) de la figura 7



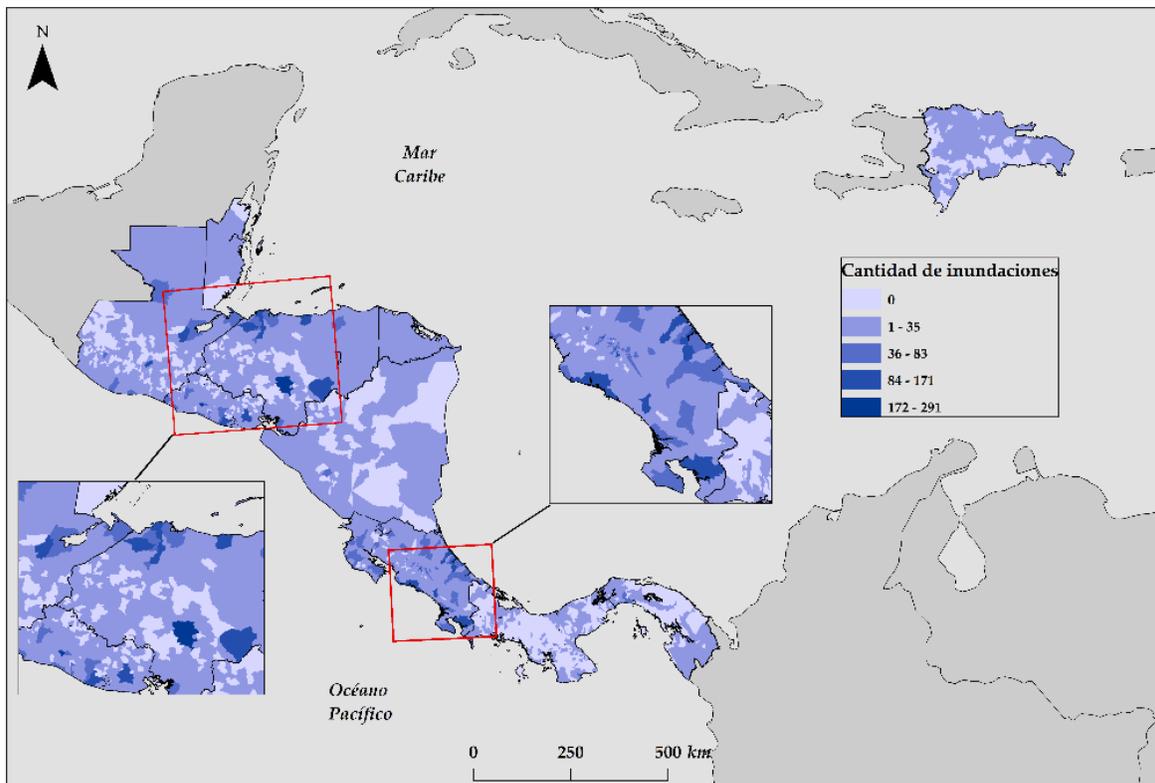
Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

El zoom al recuadro A contiene todo el territorio de El Salvador, una tercera parte del territorio de Honduras y aproximadamente la mitad de Guatemala. Por otro lado, el zoom al recuadro B contiene la mayoría del territorio de Costa Rica. Ambos recuadros permiten analizar con mayor detalle las áreas con una cantidad mayor de desastres (categorías de 103 a 227 y de 228 a 590 desastres por unidad geográfica). A partir de la figura 8, se identifican dos tendencias:

- En ambos casos, las áreas ubicadas alrededor de las capitales tienen una concentración de desastres mayor al resto. De igual manera, algunas ciudades de vital importancia presentan una alta concentración, por ejemplo, Amatitlán en Guatemala, San Pedro Sula en Honduras o Santa Ana en El Salvador.
- Tanto en el Triángulo Norte (El Salvador – Honduras – Guatemala) como en Costa Rica, las zonas costeras presentan una cantidad de desastres considerablemente alta.

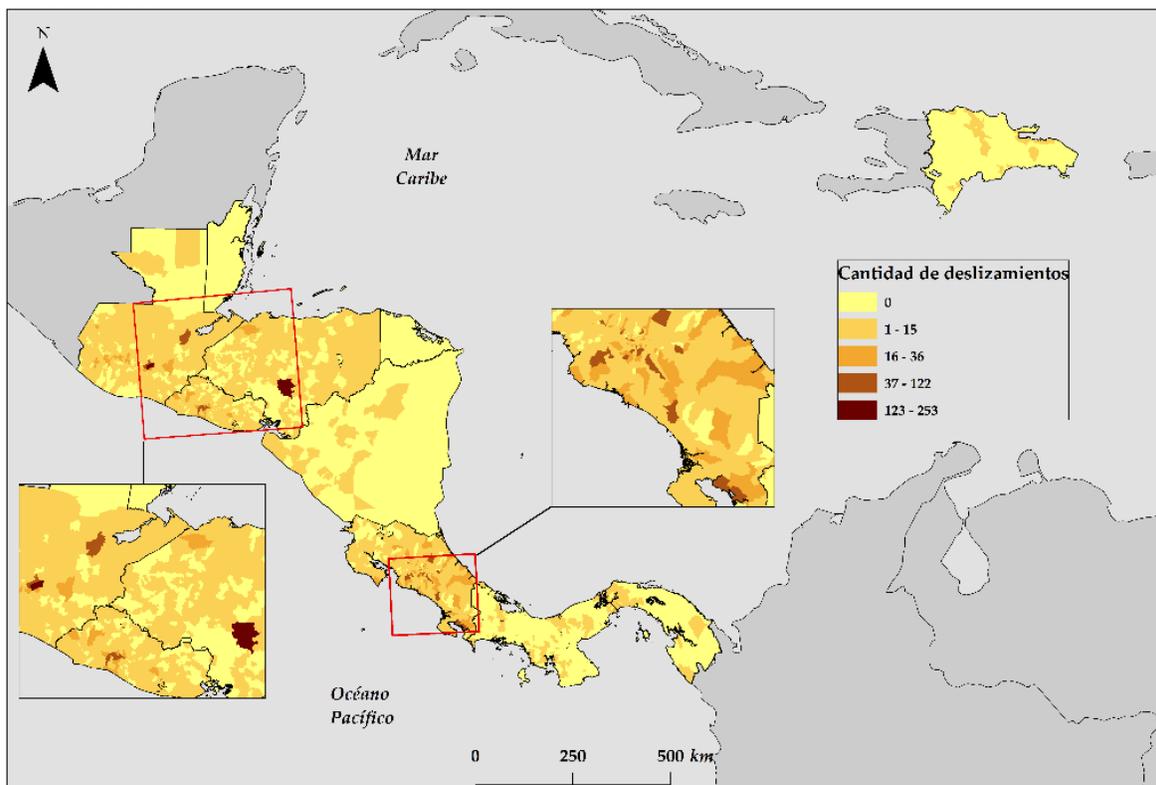
Al igual que la distribución temporal, cada tipo de desastre tiene una distribución espacial específica. A continuación, se analizan los tres tipos de desastre más comunes, según la figura 5.

Figura 9. Distribución espacial de inundaciones de la base de datos DesInventar; América Central, 1950 – 2020



Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

Figura 10. Distribución espacial de deslizamientos de la base de datos DesInventar; América Central, 1950 – 2020

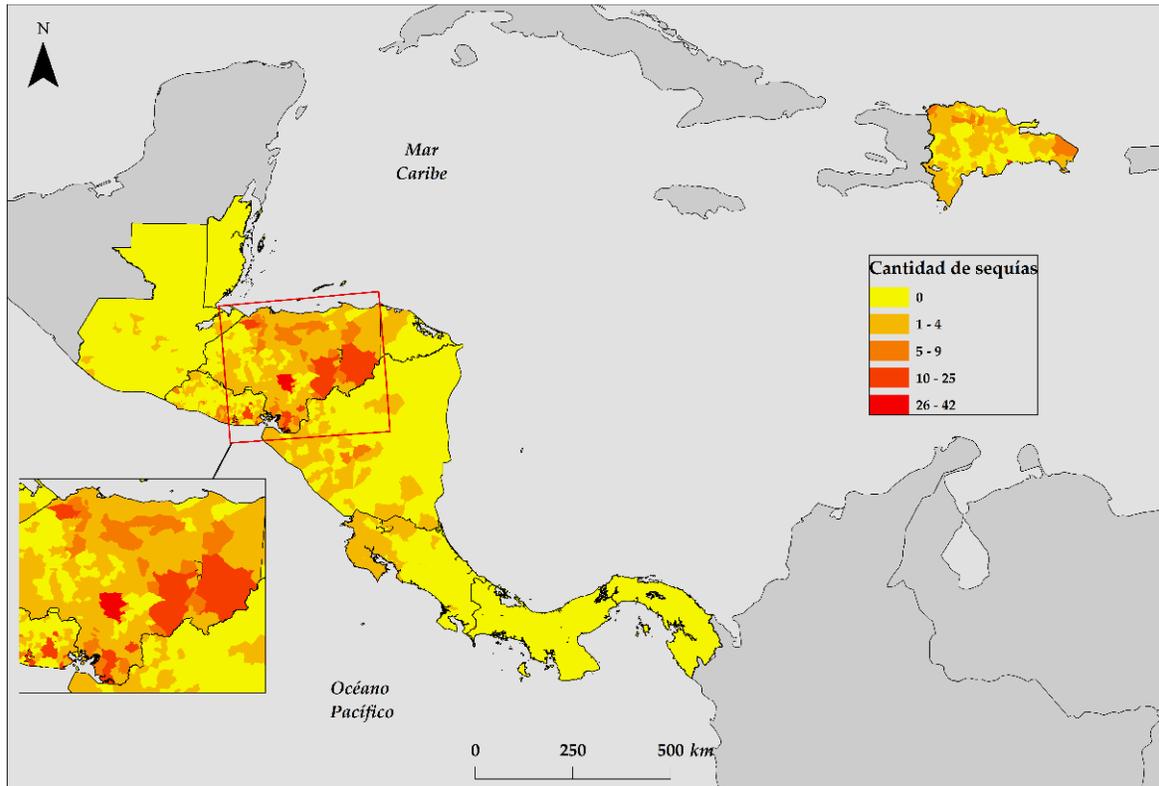


Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

El comportamiento espacial de las inundaciones y los deslizamientos es muy similar. Al igual que el agregado de registros mostrado en la figura 6, las áreas ubicadas alrededor de las capitales tienen una concentración de desastres mayor al resto. De igual manera, ambos tipos de desastre se dan con mayor intensidad en Costa Rica, El Salvador, Honduras y Guatemala.

En cuanto a inundaciones, Belice, Nicaragua y República Dominicana tienen valores de 36 a 83 desastres por unidad geográfica, lo cual se considera bajo tomando en cuenta el resto de la Región. Para el caso de deslizamientos estos países prácticamente no presentan registros en sus territorios.

Figura 11. Distribución espacial de sequías de la base de datos DesInventar; América Central, 1950 – 2020



Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

Los registros de sequía se ubican casi exclusivamente en el Corredor Seco Centroamericano<sup>3</sup> y en la costa Noreste de República Dominicana, mientras que Belice, Guatemala y Panamá prácticamente no presentan registros.

### Identificación de territorios críticos

Con el objetivo de identificar los territorios con mayor concentración de desastres, el presente capítulo analiza los tres principales tipos de desastres en la Región (inundaciones, deslizamientos y sequías) por medio de tres herramientas geoestadísticas de autocorrelación espacial: La I de Moran global, la G de Getis – Ord y la I de Moran local.

<sup>3</sup> El Corredor Seco Centroamericano se define como un grupo de ecosistemas que se combinan en la ecoregión del bosque tropical seco de América Central, que inicia en Chiapas (México) y abarca las zonas bajas de la vertiente Pacífica y gran parte de la región central premontana (0 a 800 msnm) de Guatemala, El Salvador, Nicaragua y parte de Costa Rica (hasta la provincia Guanacaste); en Honduras, incluye fragmentos que se aproximan a la costa Caribe (FAO, 2012).

## Autocorrelación espacial

La autocorrelación espacial indica, entre otras cosas, el tipo de asociación existente entre unidades espaciales vecinas (Celemín, 2009). En el contexto de esta investigación, es el primer paso para la identificación de *hotspots*.

El cuadro 2 muestra los resultados de la I de Moran global y la G de Getis – Ord para los tres principales tipos de desastres identificados en América Central mediante la base de datos DesInventar.

Cuadro 2. Resultados del cálculo de la I de Moran global y la G de Getis - Ord para inundaciones, deslizamientos y sequías

Tipo de desastre	I de Moran			G de Getis – Ord		
	Valor del índice	Valor z	Valor p	Valor del índice	Valor z	Valor p
Inundaciones	0,128435	43,024461	0	0,000007	22,546550	0
Deslizamientos	0,202735	71,602924	0	0,000010	28,656680	0
Sequías	0,088801	30,884874	0	0,000003	2,411668	0,015880

Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

La I de Moran evalúa si los valores de un grupo de datos se distribuyen en el espacio de manera agrupada, dispersa o aleatoria, mientras que la G de Getis – Ord determina si los valores agrupados son altos o bajos. Por otro lado, los valores z y p indican si los índices son estadísticamente significativos.

Como el valor de la I de Moran es positivo y relativamente alto para los tres tipos de desastres analizados, se infiere que dichos datos tienden a la agrupación espacial, situación que es posible visualizar en los mapas de distribución espacial mostrados en el capítulo anterior. De igual manera, el valor de la G de Getis – Ord es positivo para los tres casos, lo cual indica que los datos de estas series se agrupan en valores altos.

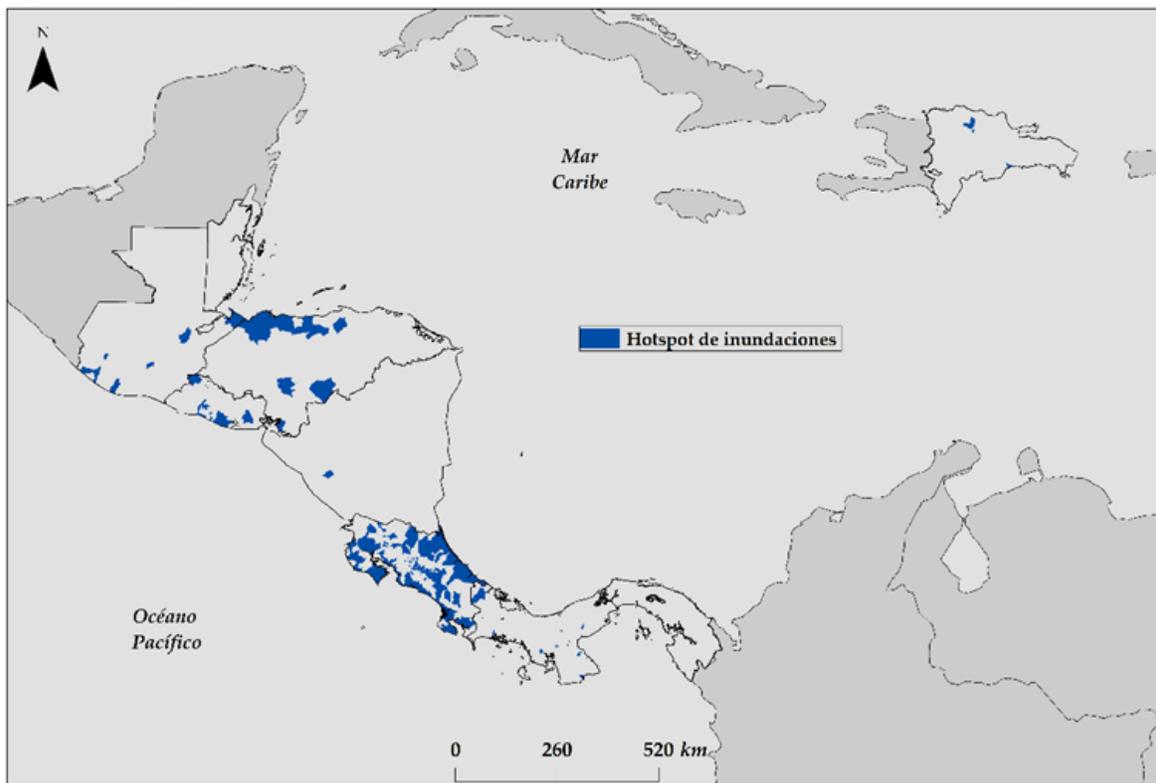
Los valores z de ambos índices son positivos y altos, mientras que los valores p tienden a 0, lo cual refleja la significancia estadística de dichos índices. En otras palabras, hay menos de un 1% de posibilidad de que este patrón de agrupamiento sea el resultado de la casualidad.

Esta interpretación constituye la base teórica para poder definir los *hotspots* de ocurrencia de desastres.

## Identificación de hotspots

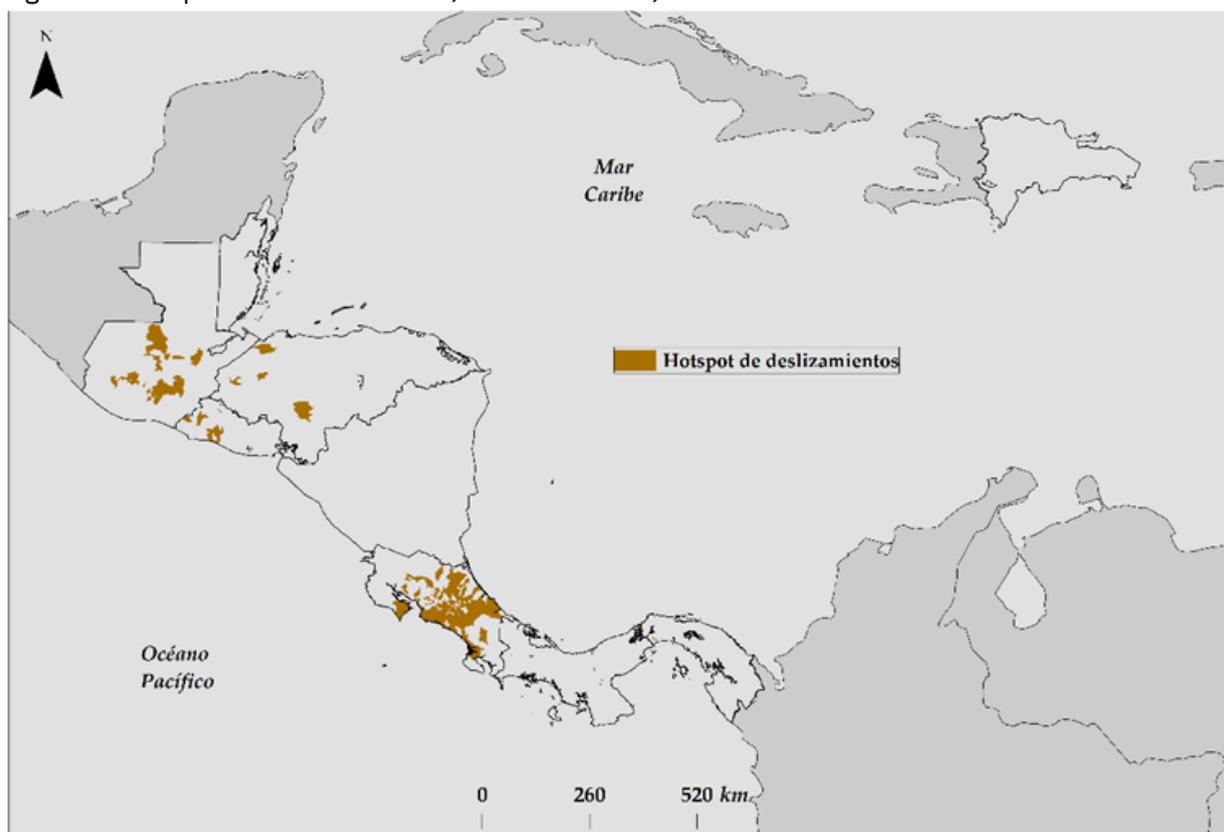
Por medio de la I de Moran local se identifican espacialmente concentraciones de valores altos concentrados y atípicos (Anselin, 1995). Estas zonas de valores altos o *hotspots*, poseen significancia estadística, por lo que pueden ser utilizados para correlacionarse con otras bases de datos. A continuación, se muestran los *hotspots* identificados para el caso de inundaciones y deslizamientos.

Figura 12. Hotspots de inundaciones; América Central, 1950 - 2020



Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

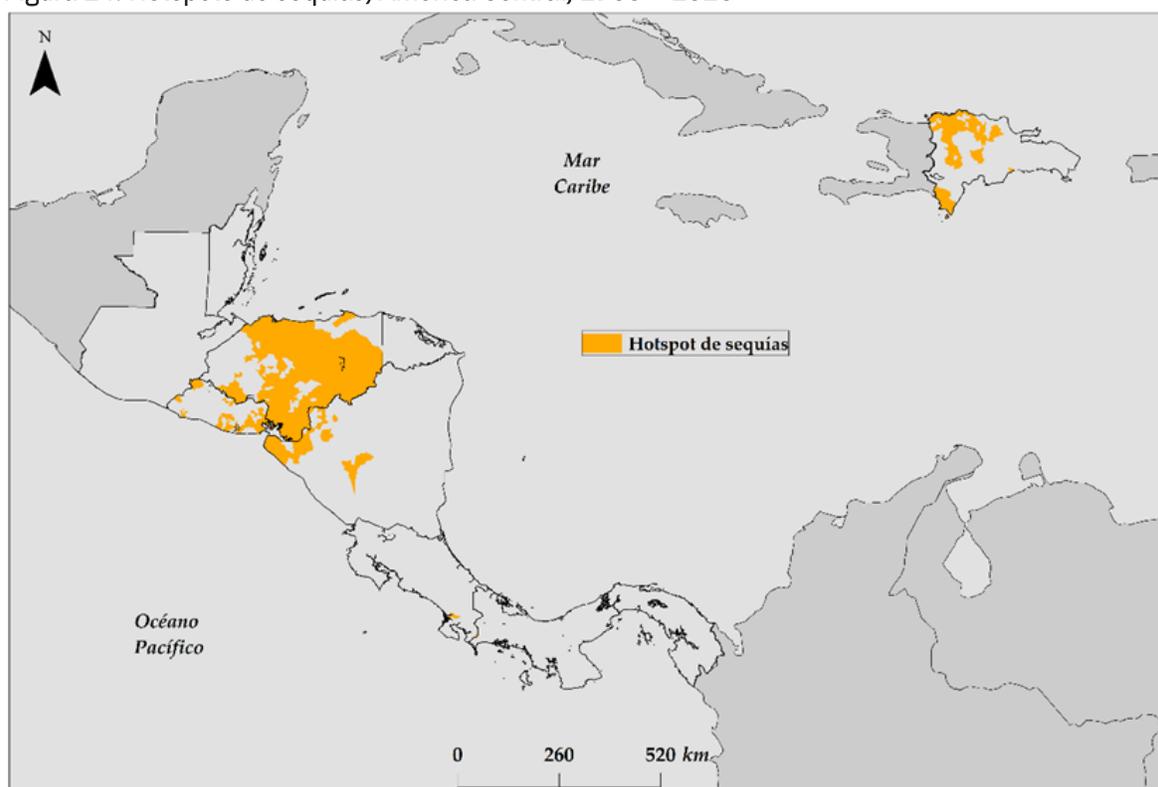
Figura 13. Hotspots de deslizamientos; América Central, 1950 - 2020



Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

La distribución de los *hotspots* de inundaciones y deslizamientos es bastante similar. Para ambos casos estas zonas se concentran en Costa Rica y el Triángulo Norte, habiendo algunas diferencias de menor escala.

Figura 14. Hotspots de sequías; América Central, 1950 – 2020



Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

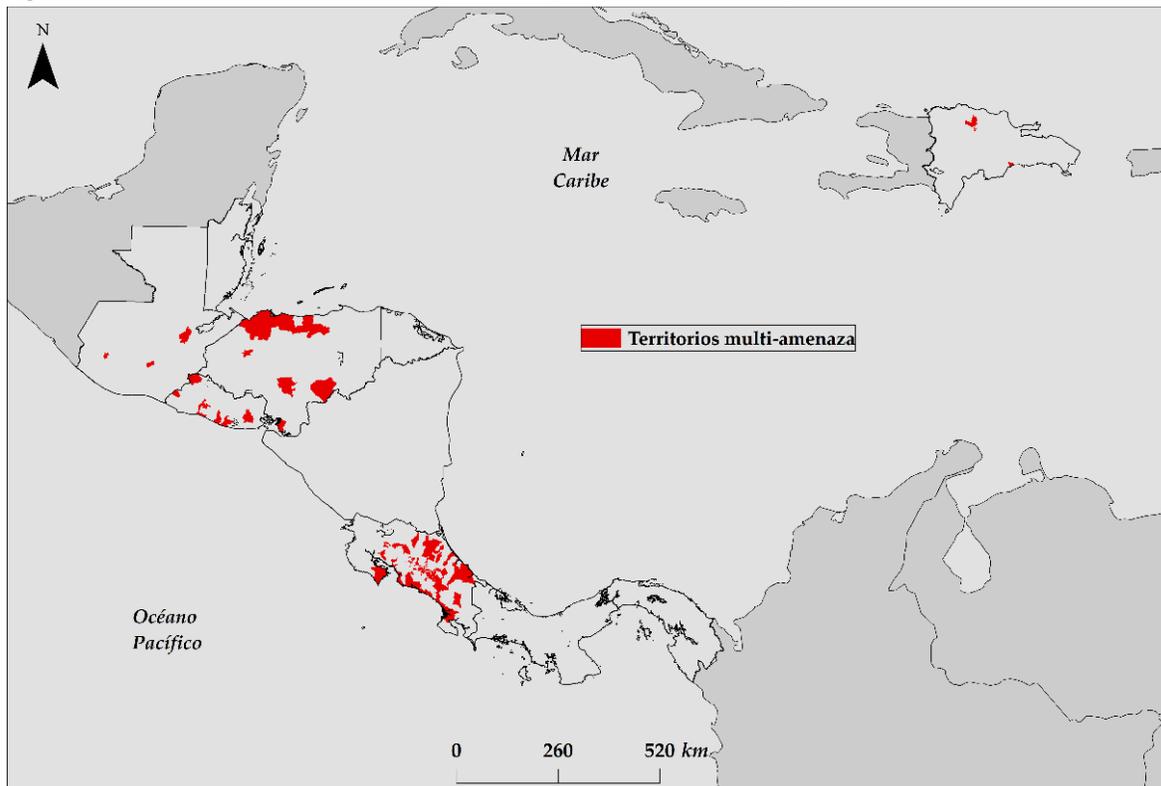
Los *hotspots* de sequía están concentrados en Honduras, República Dominicana, Nicaragua y El Salvador, mientras que Costa Rica tiene un pequeño polígono al Sur del país. Una importante parte de los *hotspots* continentales coinciden con la ubicación del Corredor Seco Centroamericano, al igual que la figura 11.

Resulta importante recordar que Nicaragua posee pocos registros en la base de datos DesInventar. Este subregistro puede ocasionar que su costa Pacífica y la provincia Guanacaste en Costa Rica, que por definición forman parte del Corredor Seco Centroamericano, no aparezcan marcados como *hotspot* en la figura anterior.

### **Territorios multi – amenaza**

Las figuras xx y xx permiten visualizar que hay ciertos territorios que son *hotspots* tanto de inundaciones como de deslizamientos. El Anexo 1 enlista el nombre de todas las unidades geográficas que son *hotspots* de más de un tipo de desastre, mientras que la siguiente figura los ubica espacialmente.

Figura 15. Ubicación de territorios que son *hotspots* de más de un tipo de desastre



Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.

Estos territorios se pueden considerar como multi – amenaza, debido a la alta ocurrencia de distintos tipos de desastres en ellos. La mayoría de estos territorios comparten inundaciones y deslizamientos (119 casos), lo cual podría explicarse por ser desastres generalmente provocados por el mismo fenómeno generador: la precipitación. También hay 24 casos de territorios que comparten inundaciones y sequías, y tres casos en los que se presentan altas concentraciones de los tres desastres analizados, estos son el distrito Osa en Costa Rica, el municipio San Pedro Sula en Honduras y el Distrito Central, en República Dominicana.

### **Variables relacionadas con la incidencia de desastres en América Central**

A continuación, se analizan tres variables que inciden en el comportamiento de los desastres en América Central, y se correlacionan con la base de datos DesInventar.

## **Precipitación**

### ***Contexto climático regional***

América Central está ubicada en el área de influencia de la Zona de Convergencia Intertropical, región del globo terrestre donde confluyen los vientos alisios del Hemisferio Norte con los del Hemisferio Sur. Esta zona se caracteriza por ser una franja de bajas presiones donde convergen masas de aire cálido y húmedo, dando origen a una abundante nubosidad y a fuertes precipitaciones (NOAA, 2016).

La interacción entre la Zona de Convergencia Intertropical y la cadena montañosa que atraviesa el istmo de Noroeste a Sureste define dos regímenes de lluvias diferentes: el de la vertiente Pacífica y el de la vertiente Caribe. En la vertiente del Pacífico se diferencia una estación seca y una lluviosa, con ligeras variaciones al Norte y al Sur de la provincia Guanacaste en Costa Rica. Al Norte de esta provincia la estación lluviosa se extiende de fines de mayo a principios de octubre mientras que al Sur se extiende de abril a fines de noviembre. En medio de la estación, durante los meses de julio y agosto, se presentan períodos secos conocidos como veranillos o canículas (Bonilla, 2014).

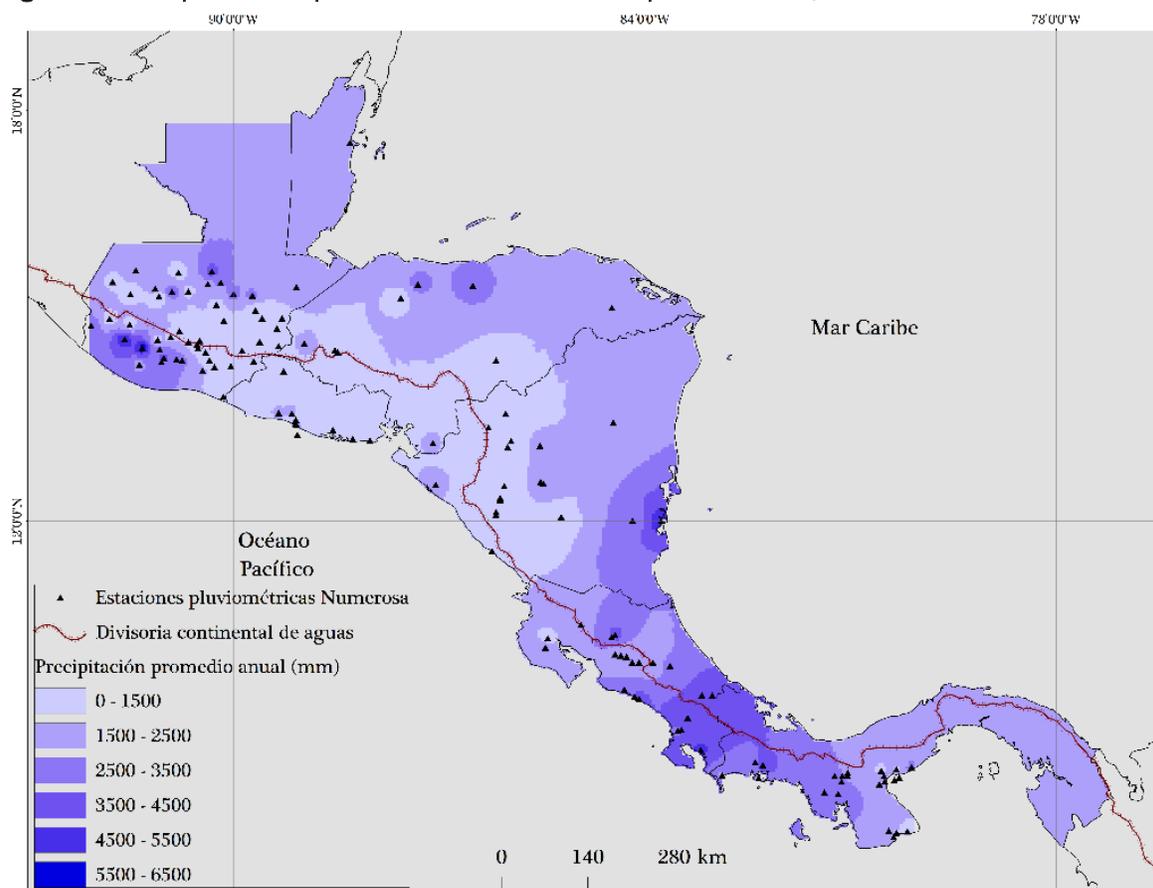
Por otro lado, en la vertiente del Caribe no existe una estación seca definida, ya que las lluvias se mantienen casi todo el año; solo se presentan mínimos relativos en marzo y abril, correspondientes a una reducción de la precipitación, pero no a períodos de días secos. Los meses más lluviosos suelen ser julio y agosto.

En síntesis, en toda la Región, pero particularmente en la vertiente Pacífica, la posición de la Zona de Convergencia Intertropical es el principal factor en la distribución estacional de las lluvias. El desplazamiento hacia el Norte o hacia el Sur de esta zona, define la estacionalidad de las lluvias sobre la misma y determina su distribución bimodal (FAO, 2012).

Por otro lado, la fase cálida del ciclo ENOS (en adelante El Niño) implica un calentamiento superficial del Océano Pacífico Ecuatorial, que genera variaciones climáticas en los distintos territorios bajo su influencia. Por ejemplo, altera las precipitaciones en la mayor parte de América Central, reduciéndolas drásticamente en la vertiente Pacífica e intensificándolas en la vertiente Caribe (Muñoz et al, 2018).

La figura 16 muestra la interpolación espacial del promedio de precipitación anual, calculado a partir de la base de datos Numerosa.

Figura 16. Interpolación espacial del Promedio de Precipitación Anual, América Central



Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

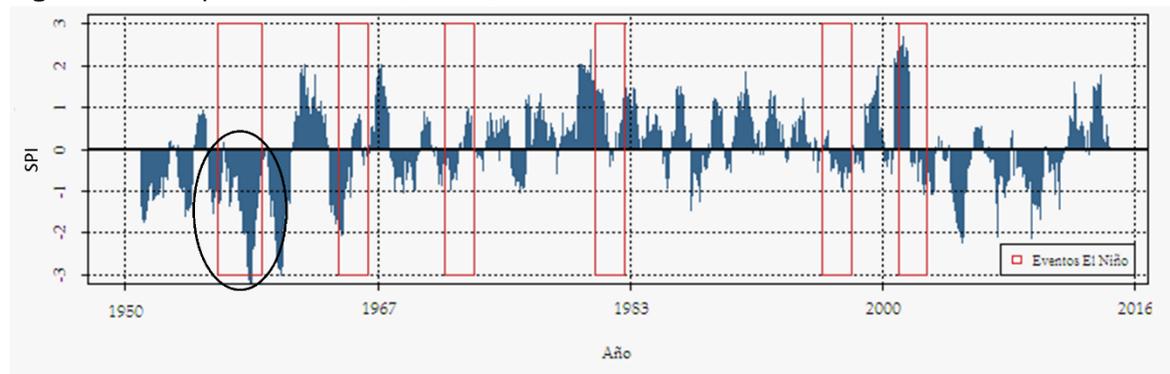
La imagen 16 muestra que las zonas de mayor precipitación están ubicadas en la vertiente Caribe de Nicaragua y en la frontera entre Costa Rica y Panamá. Por el contrario, el Corredor Seco Centroamericano, con precipitaciones promedio anuales menores a 1.500 mm, determina el área más seca de la región.

### **Modelación de la precipitación por medio del índice SPI**

Para el análisis de la variable precipitación se utilizó la base de datos Numerosa. A partir de sus registros se calculó el índice de sequía SPI, que es el más utilizado para identificar sequías (Tallaksen et al, 2004). A continuación, se muestra la evolución del SPI en cada país, así como la visualización espacial del mes con valor más bajo y más alto.

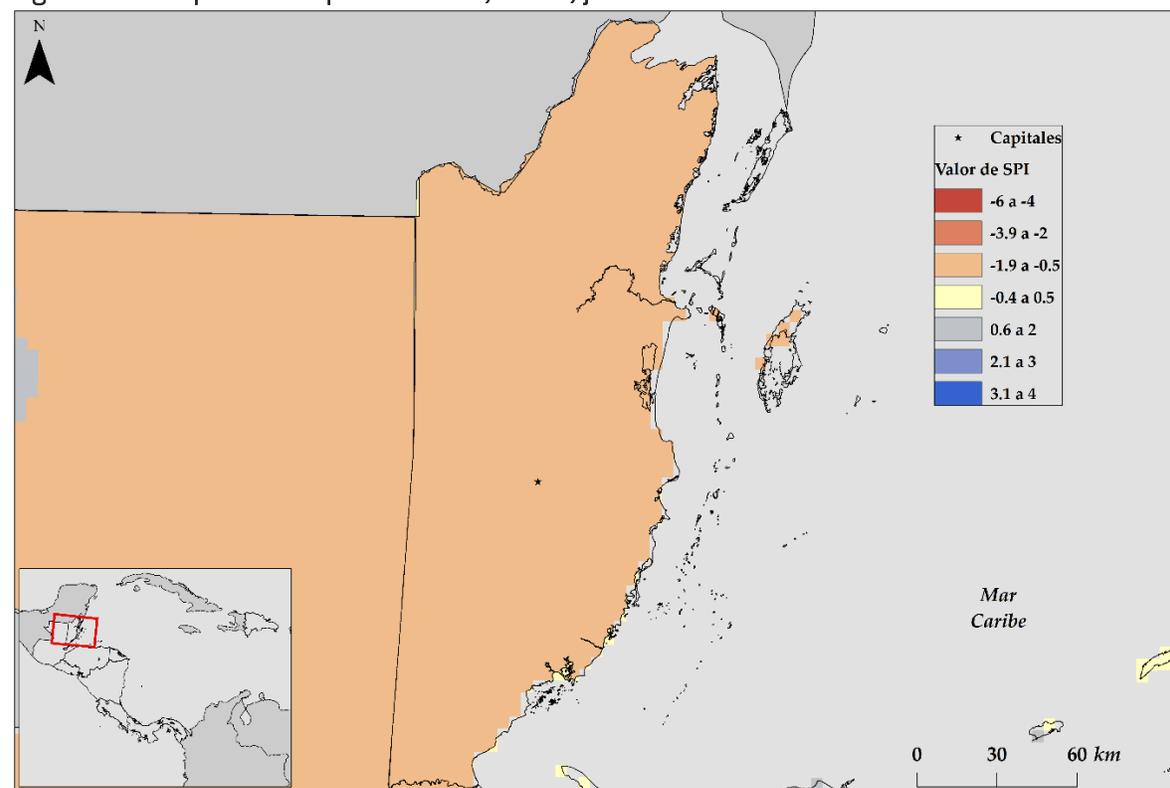
## Belice

Figura 17. Valor promedio del SPI; Belice, 1950 – 2016



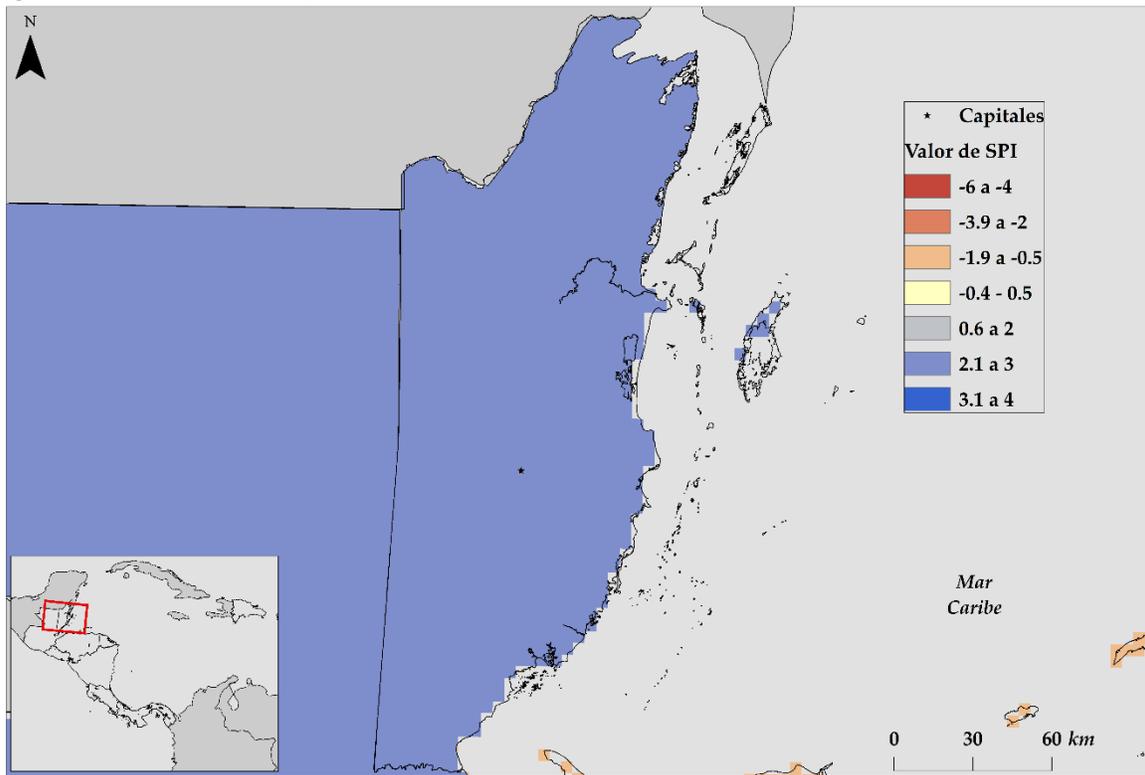
Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 18. Interpolación espacial del SPI; Belice, junio 1958



Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 19. Interpolación espacial del SPI; Belice, marzo 2002

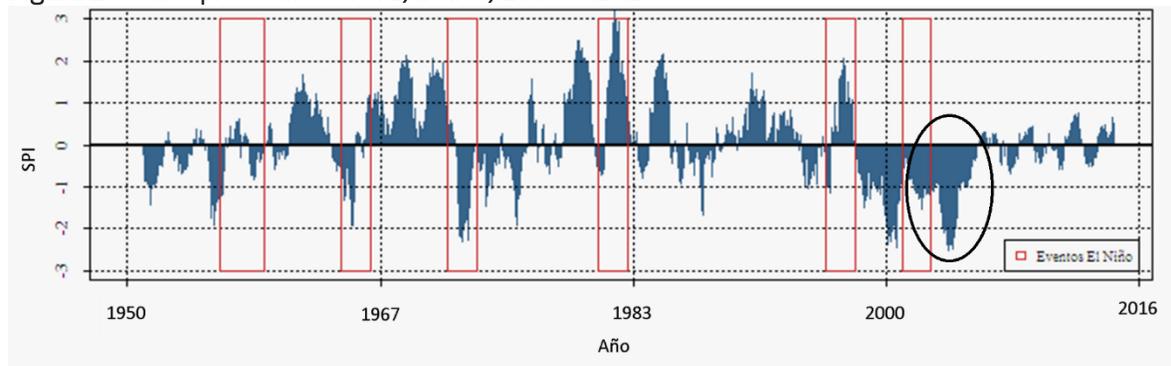


Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Belice presenta la particularidad de que, tanto en su mes más seco, como en su mes más húmedo, la condición de precipitación estaba generalizada en todo su territorio: en junio de 1958 el SPI oscilaba entre -1,9 a -2, valores catalogados como sequía severa; mientras que, en marzo de 2002, los valores de SPI se ubicaron entre 2,1 y 3, lo que significa condiciones húmedas muy severas.

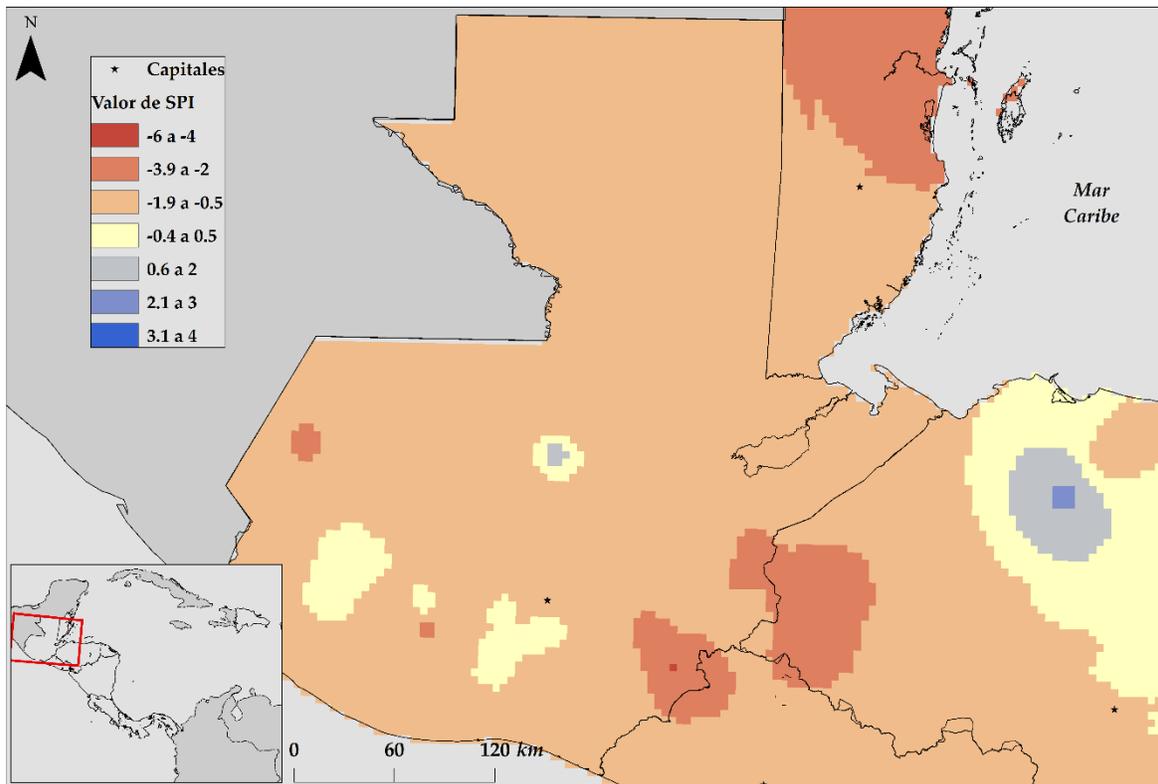
## Guatemala

Figura 20. Valor promedio del SPI; Belice, 1950 – 2016



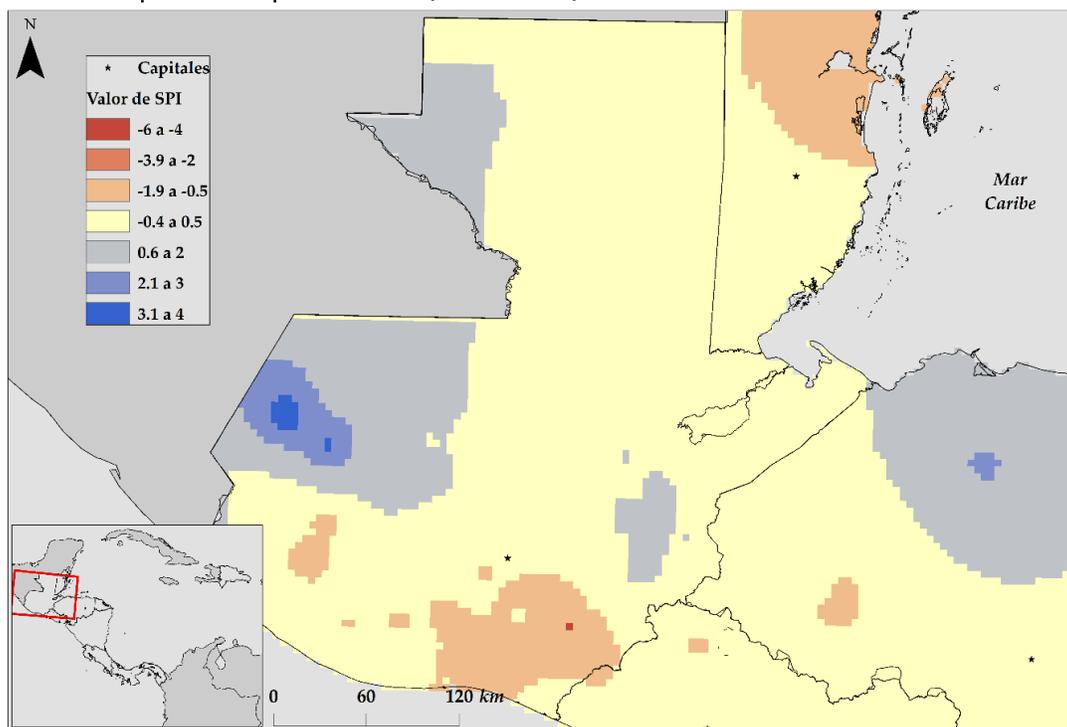
Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 21. Interpolación espacial del SPI; Guatemala, mayo 2003



Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 22. Interpolación espacial del SPI; Guatemala, diciembre 1982

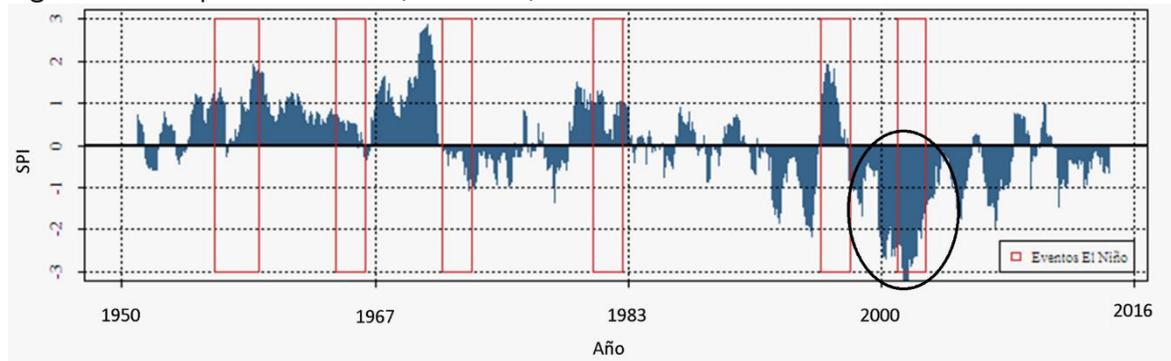


Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

En el mes con el déficit de precipitación más alto (mayo 2003) los focos de sequía se concentran en la frontera con El Salvador y Honduras, aunque para ese momento más del 90% del territorio experimentaba una sequía severa, a excepción de una zona ubicada al Sur de Ciudad de Guatemala. Para el mes con el mayor superávit de precipitación, esta condición de humedad se concentró en la frontera con México, afectando principalmente al departamento de Huehuetenango.

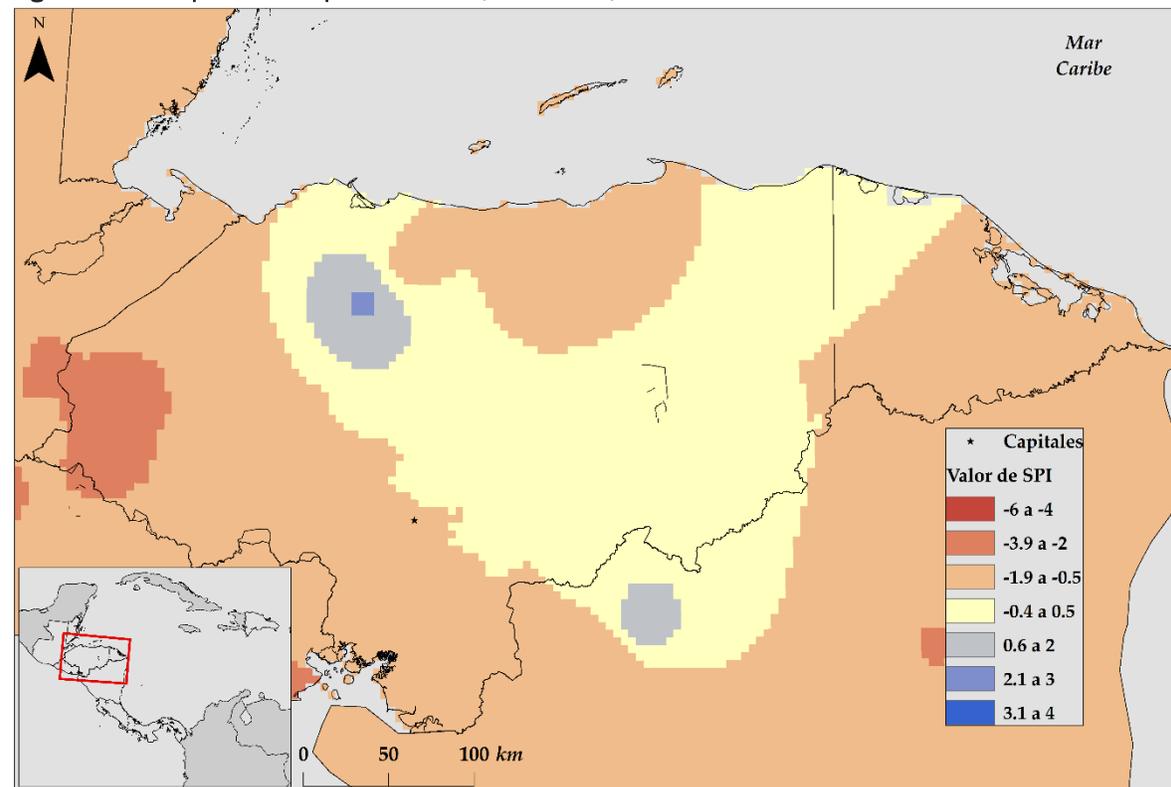
## Honduras

Figura 23. Valor promedio del SPI; Honduras, 1950 – 2016



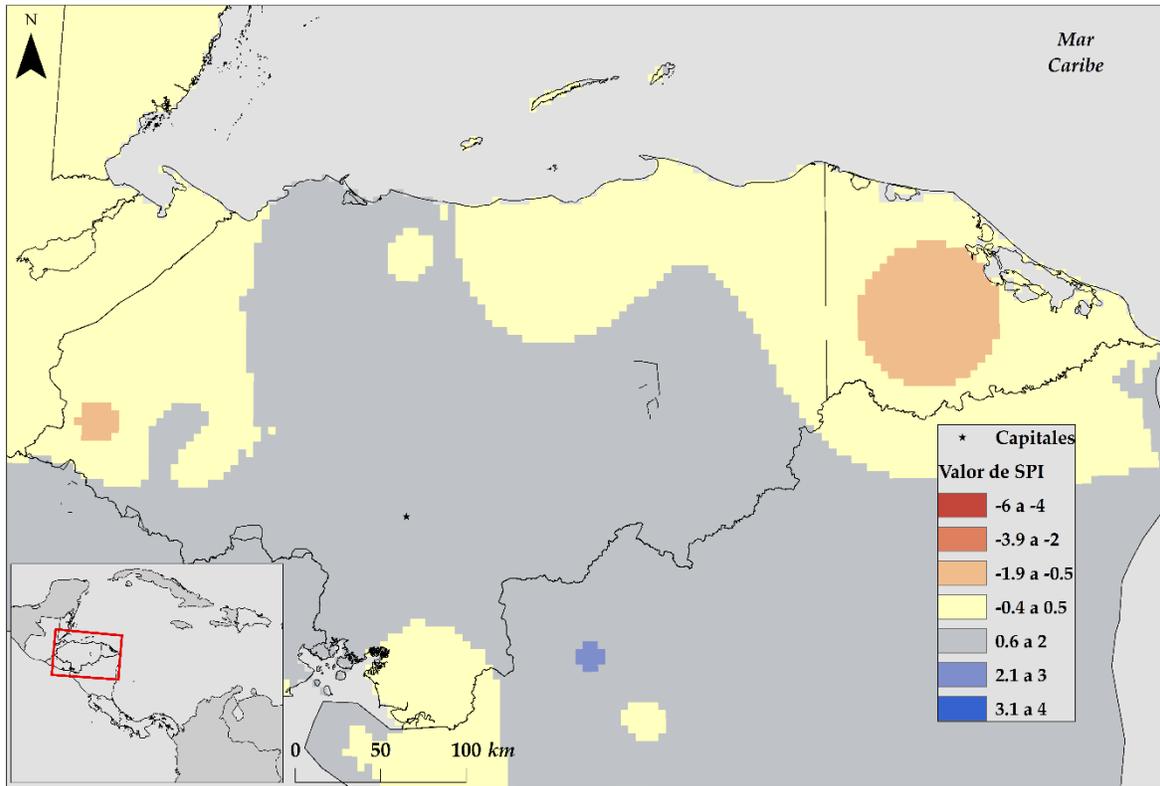
Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 24. Interpolación espacial del SPI; Honduras, abril 2003



Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 25. Interpolación espacial del SPI; Honduras, febrero 1998

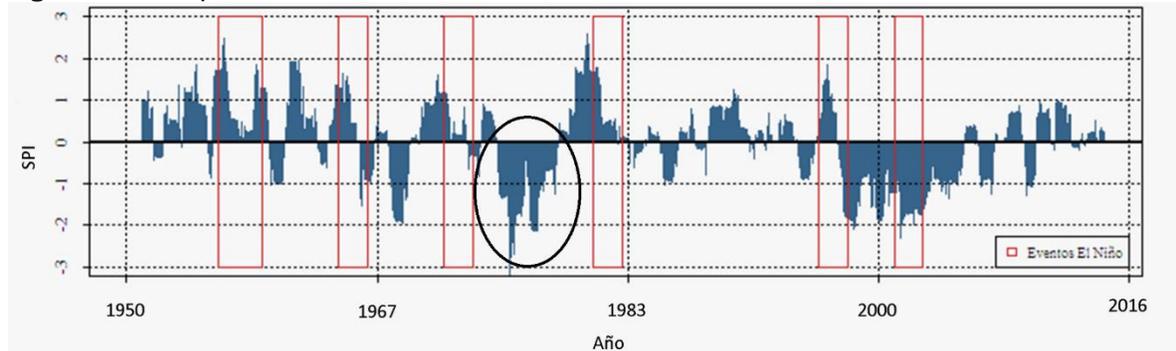


Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

El mes más seco registrado en Honduras fue abril de 2003, durante el fenómeno El Niño más intenso registrado hasta ese momento (PEN, 2010). En este caso, la sequía se concentró en la frontera con Guatemala, donde se llegó a generalizar de manera muy severa (-3,9 a -2), al igual que la figura 21, correspondiente al mes más seco de Guatemala. En el mes más húmedo (febrero de 1998), la afectación se concentró en la zona central del país, abarcando, entre otras, las dos principales ciudades: Tegucigalpa y San Pedro Sula.

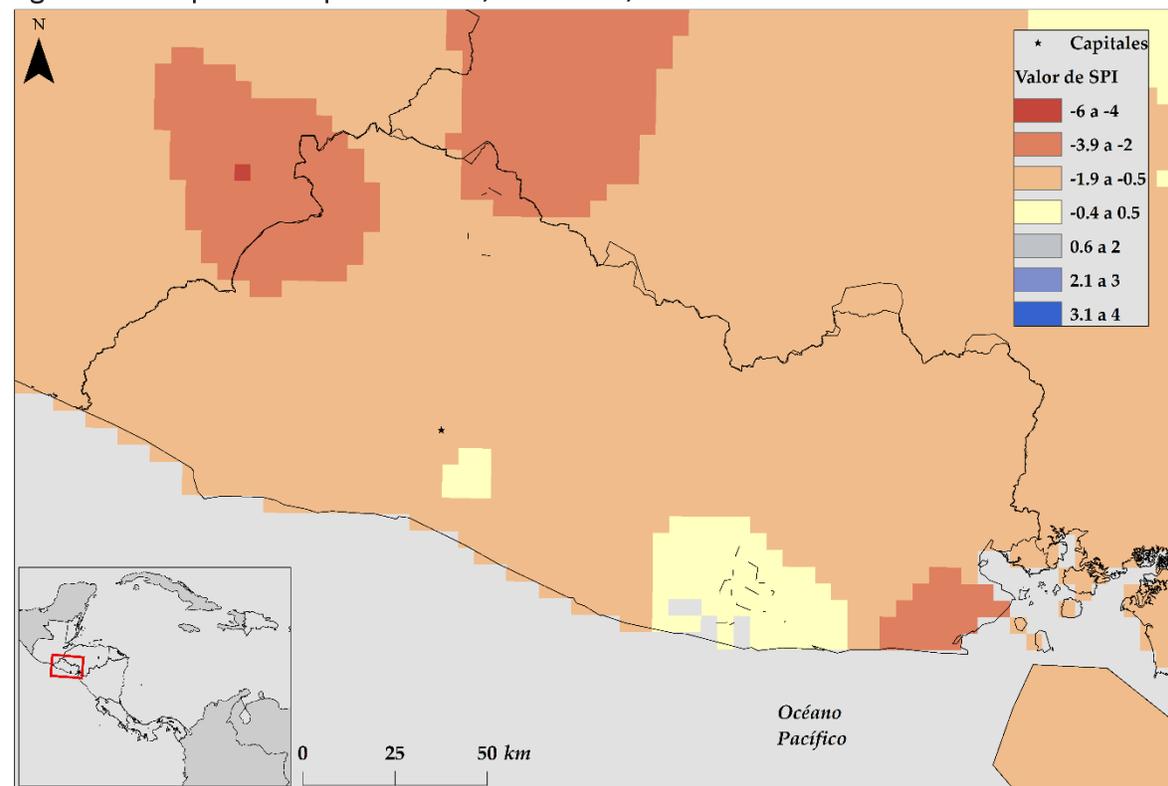
## El Salvador

Figura 26. Valor promedio del SPI; El Salvador, 1950 – 2016



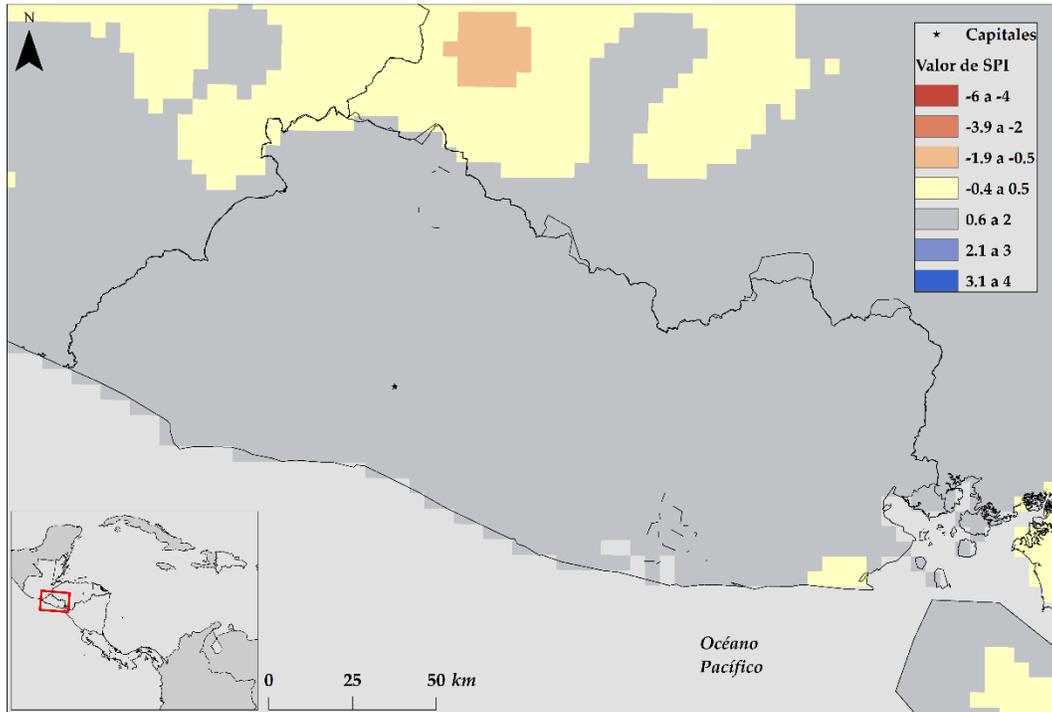
Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 27. Interpolación espacial del SPI; El Salvador, enero 1976



Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 28. Interpolación espacial del SPI; El Salvador, setiembre 1981

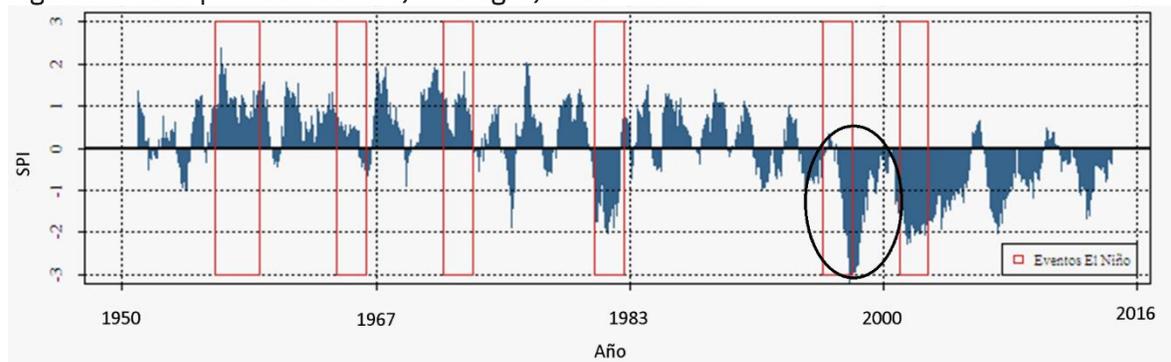


Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

De manera similar a los casos visualizados en las figuras 24 y 21, el mes más seco de El Salvador presenta una concentración de sequía muy severa en la frontera con Guatemala y Honduras, así como un foco de importancia en el Golfo de Fonseca. Por otro lado, el mes registrado como el más húmedo (setiembre de 1981) presentó una condición de precipitación severa (valores de 0,6 a 2) en prácticamente todo el territorio salvadoreño, similar a la situación de Belice identificada anteriormente.

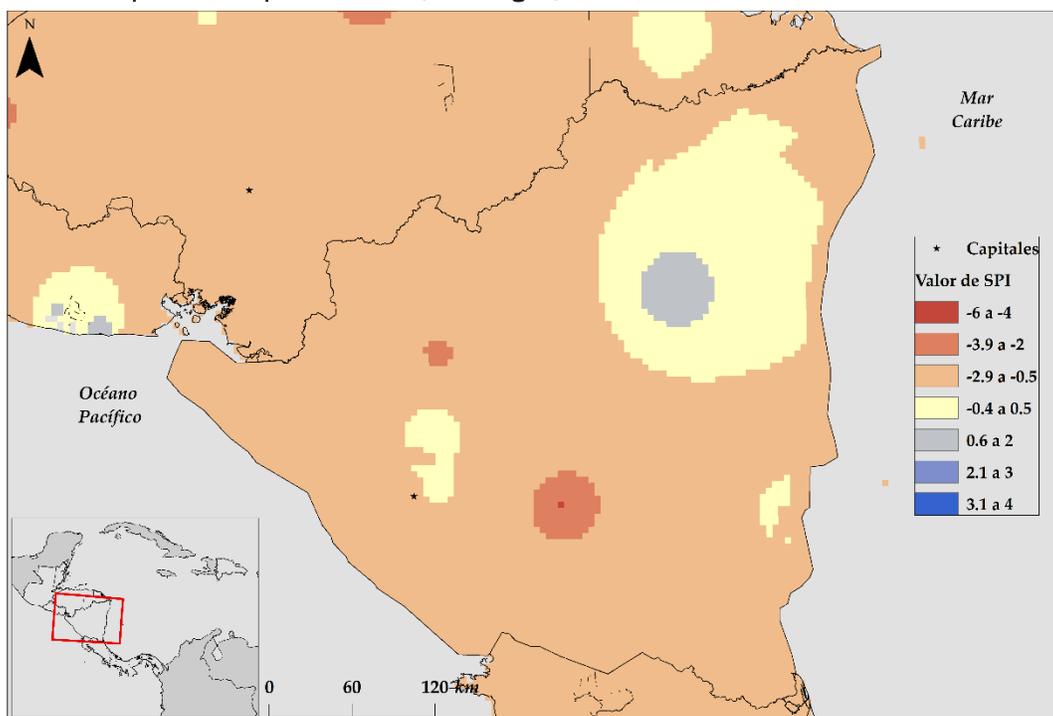
## Nicaragua

Figura 29. Valor promedio del SPI; Nicaragua, 1950 – 2016



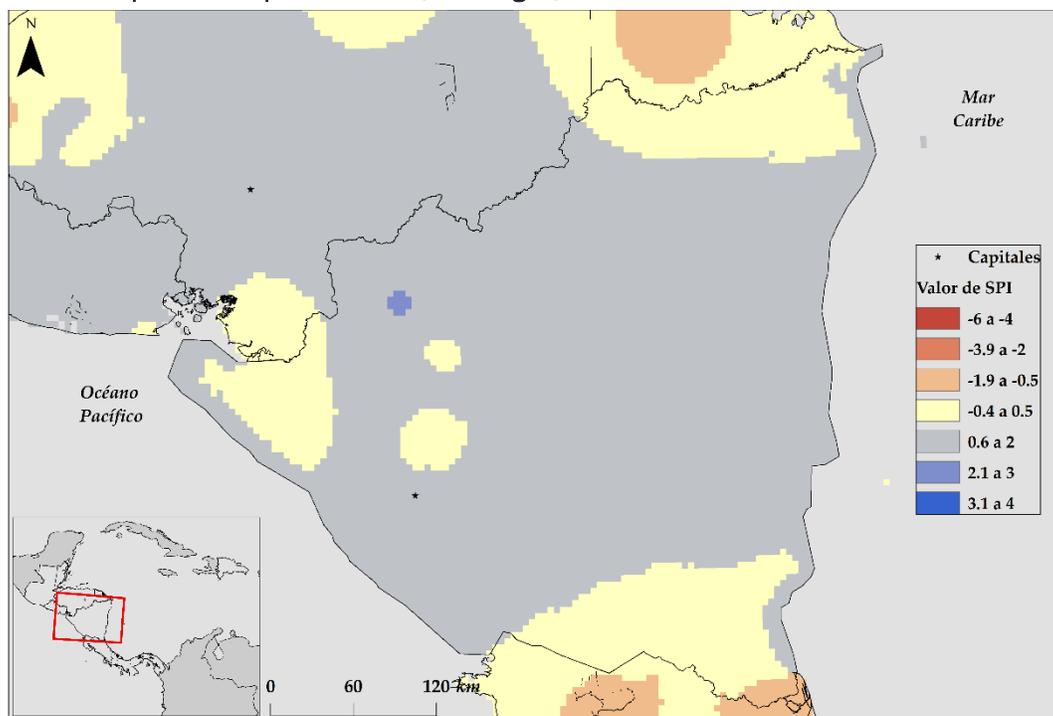
Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 30. Interpolación espacial del SPI; Nicaragua, diciembre 1999



Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 31. Interpolación espacial del SPI; Nicaragua, diciembre 1970

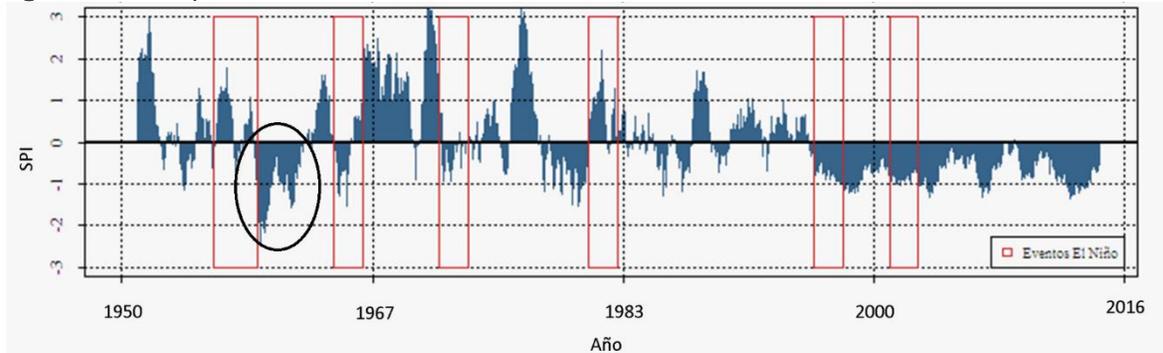


Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Para el caso de Nicaragua, el mes más seco (diciembre de 1999) presentó una condición de sequía severa generalizada en todo su territorio, a excepción de la Región Autónoma Atlántico Norte, mientras que hacia el Noreste del Lago de Nicaragua se presentaron valores de sequía extrema (-6 a -4). De manera similar, el mes más húmedo presentó un comportamiento generalizado en todo el territorio, a excepción de la frontera con Costa Rica.

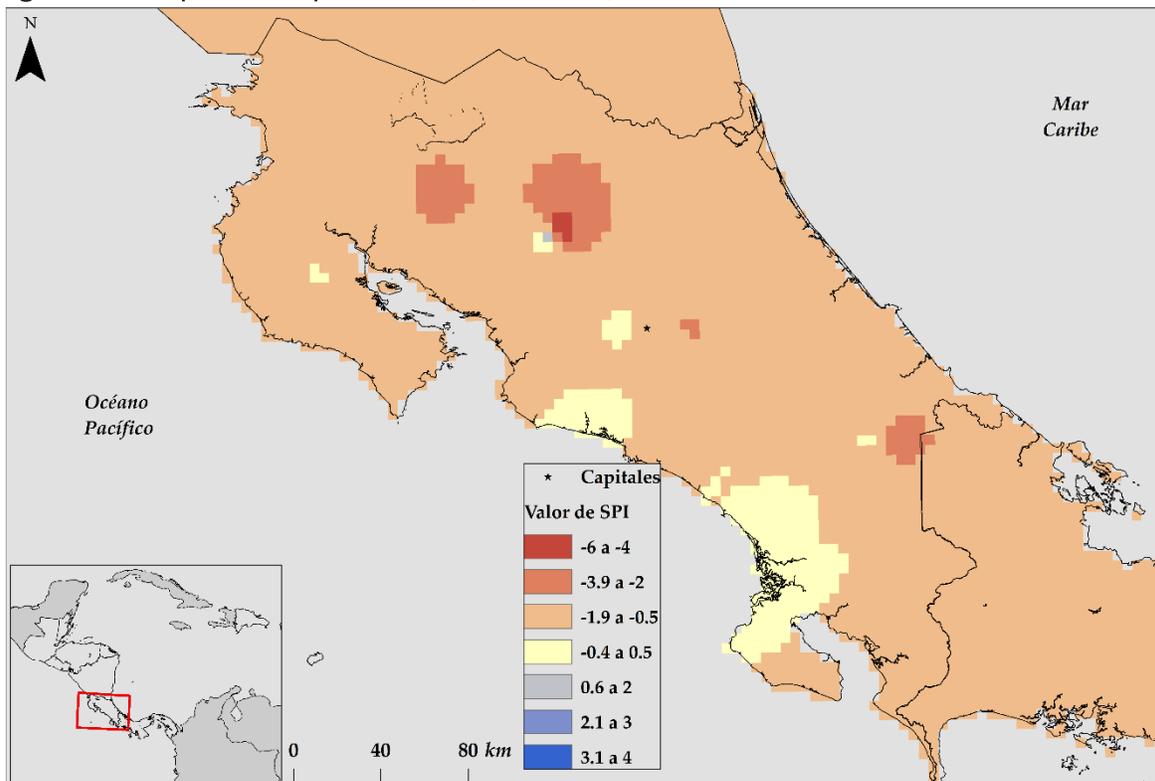
### Costa Rica

Figura 32. Valor promedio del SPI; Costa Rica, 1950 – 2016



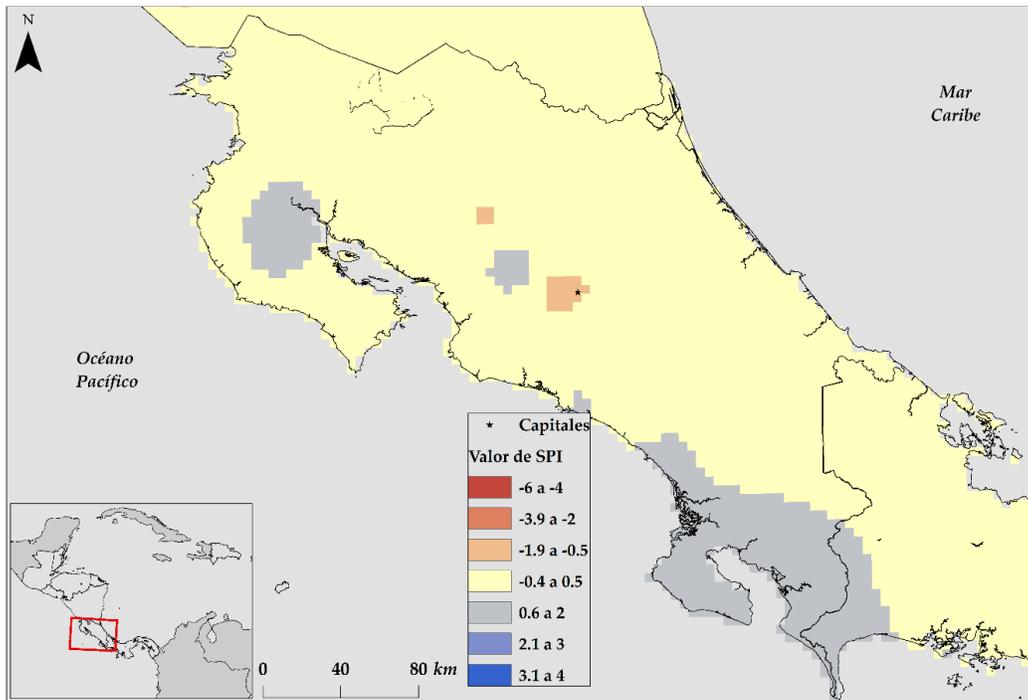
Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 33. Interpolación espacial del SPI; Costa Rica, octubre 1982



Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

Figura 34. Interpolación espacial del SPI; Costa Rica, julio 1977



Fuente: Elaboración propia con base en CIGEFI, 2004.

En el mes más seco que experimentó Costa Rica (octubre de 1982) la sequía estaba presente en prácticamente todo el territorio, con focos de sequía muy severa en la Zona Norte del país. Por el contrario, en el mes más húmedo, la mayoría de territorio tenía valores neutros, a excepción de la Península de Nicoya, que presentaba un superávit de precipitación considerado como severo.

Según la información de la base de datos Numerosa, los meses en los que las sequías son más comunes son marzo y abril, mientras que los superávits de precipitación suelen suceder en octubre y noviembre. Paralelamente, la base de datos DesInventar muestra que un 54% de las sequías, inundaciones y deslizamientos ocurren en estos cuatro meses, denotando así una alta correlación entre ambas bases de datos. Este hecho puede tomarse como base para establecer acciones en aras de la preparación para los eventos mencionados.

Otro aspecto importante para tomar en consideración es el comportamiento de la precipitación durante eventos El Niño. Este fenómeno causa anomalías en la distribución anual de la precipitación, que conllevan a que los valores extremos de esta variable se presenten en meses en que no suelen suceder. Por ejemplo, los meses con mayor superávit de precipitación en Belice, Honduras y Nicaragua fueron marzo, febrero y diciembre, respectivamente. En condiciones normales, para estos meses la época seca ya está bien definida.

Las figuras recientemente analizadas también muestran que es muy común el hecho de que en mismos territorios se den condiciones extremas. Esta situación también se visualiza en la base de datos DesInventar, por medio de la figura xx, que define los territorios que son *hotspots* de más de un tipo de desastre.

## Población

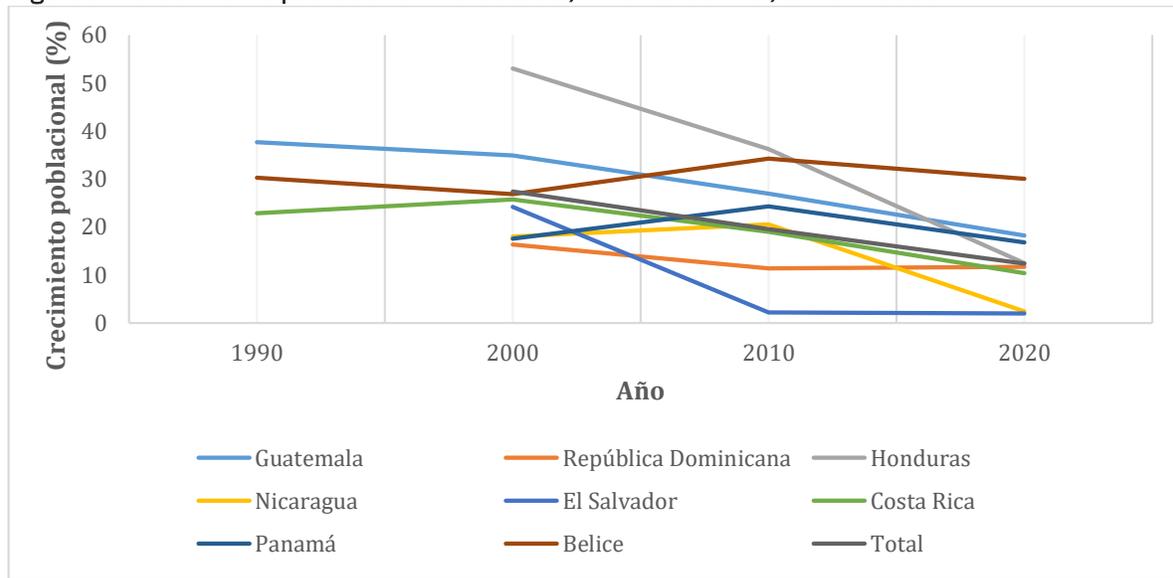
Según el PNUD (2009), la dinámica poblacional de América Central a partir de la segunda mitad del siglo XX se caracterizó, principalmente, por dos situaciones: Un importante crecimiento demográfico y una clara tendencia hacia la urbanización. El cuadro 4 muestra la evolución de la población total de cada país en estudio a partir de 1950, mientras que en la figura 35 se grafica el crecimiento interdecadal.

Cuadro 3. Población total en países de América Central a partir de 1950

País	Año							
	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Guatemala	2.790.868	4.209.820	ND	6.054.227	8.331.874	11.237.196	14.259.687	16.858.333
República Dominicana	1.723.002	2.891.570	3.866.656	ND	7.218.137	8.397.802	9.355.498	10.448.499
Honduras	1.884.765	ND	2.656.948	ND	3.971.514	6.076.885	8.275.700	9.304.380
Nicaragua	981.884	1.446.626	1.732.444	ND	4.357.099	5.142.098	6.198.154	6.347.927
El Salvador	ND	2.510.984	3.554.648	ND	4.870.982	6.049.412	6.183.002	6.301.411
Costa Rica	800.875	1.199.116	1.762.462	2.467.339	3.029.746	3.810.179	4.533.894	5.003.393
Panamá	805.285	1.075.541	1.428.082	ND	2.329.329	2.739.177	3.405.123	3.975.404
Belice	ND	90.505	119.934	145.353	189.392	240.204	322.453	419.201
Total	ND	ND	ND	ND	34.298.073	43.692.953	52.211.058	58.658.548

Fuente: Elaboración propia con base en CCP, 2020.

Figura 35. Crecimiento poblacional interdecadal; América Central, 1990 – 2020



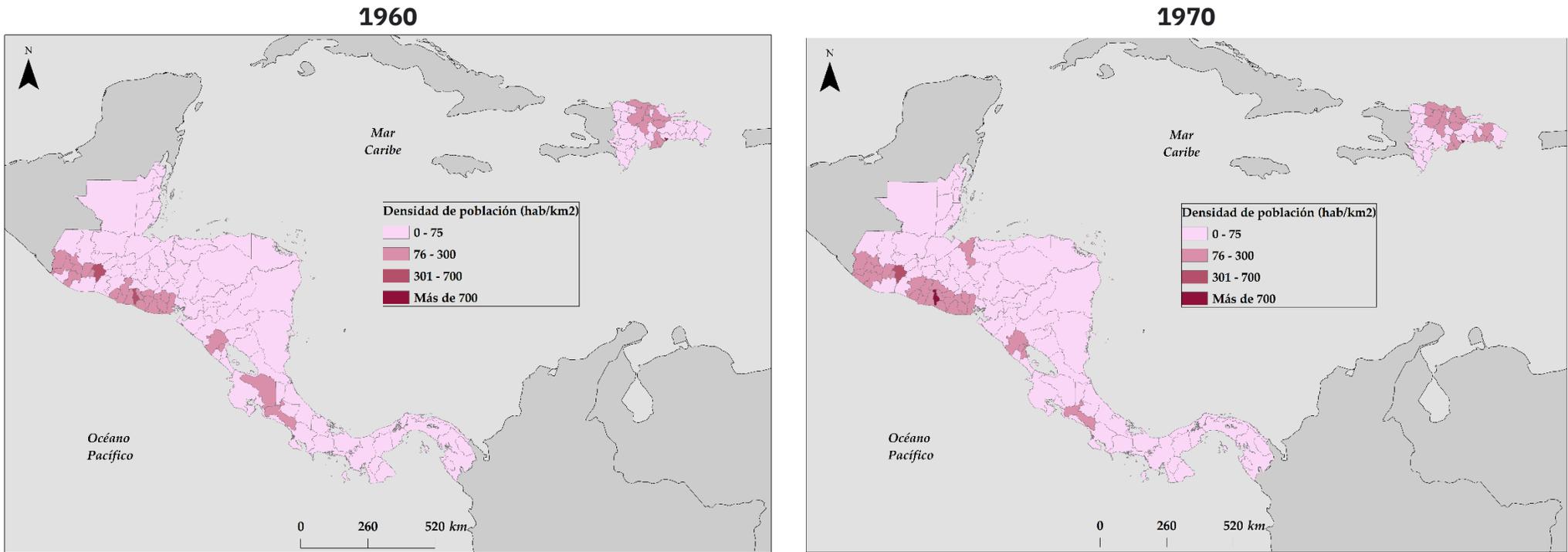
Fuente: Elaboración propia con base en CCP, 2020.

El cuadro 3 muestra el intenso crecimiento demográfico que la región centroamericana experimentó en los primeros 40 años del período de estudio, donde casi todos los países de la Región triplicaron su población. A partir del año 2000, este crecimiento exponencial tuvo un desaceleramiento (a excepción de Belice), visible en la figura 35 con la disminución del porcentaje de crecimiento poblacional a partir de ese año.

Hoy en día, las zonas más pobladas de América Central corresponden a las áreas metropolitanas de Ciudad de Guatemala (Guatemala), San Pedro Sula (Honduras), San Salvador (El Salvador) y San José (Costa Rica).

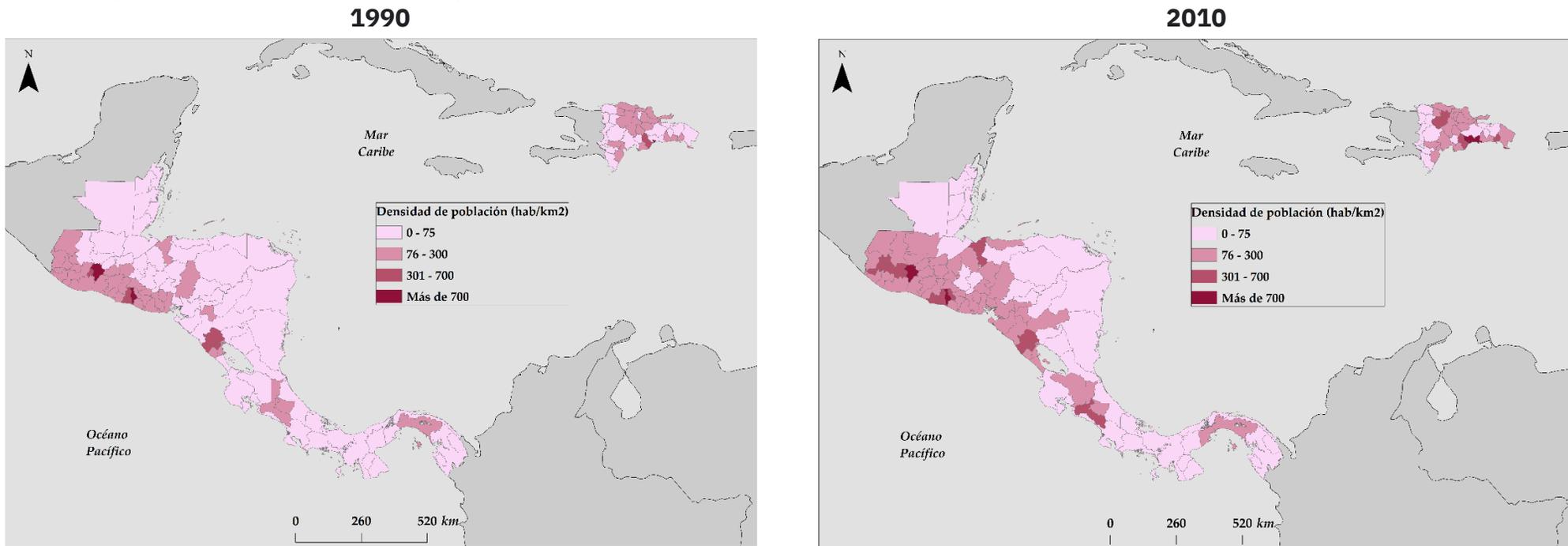
Aunque todos los países de la región experimentaron un intenso incremento poblacional, este se dio de manera desigual en algunas zonas. Con el objetivo de visualizar esta situación, la siguiente imagen muestra la evolución de la densidad de población en el área de estudio.

Figura 36. Evolución de la densidad de población en América Central; 1960 – 1970



Fuente: Elaboración propia con base en CCP, 2020.

Figura 37. Evolución de la densidad de población en América Central; 1990 – 2010

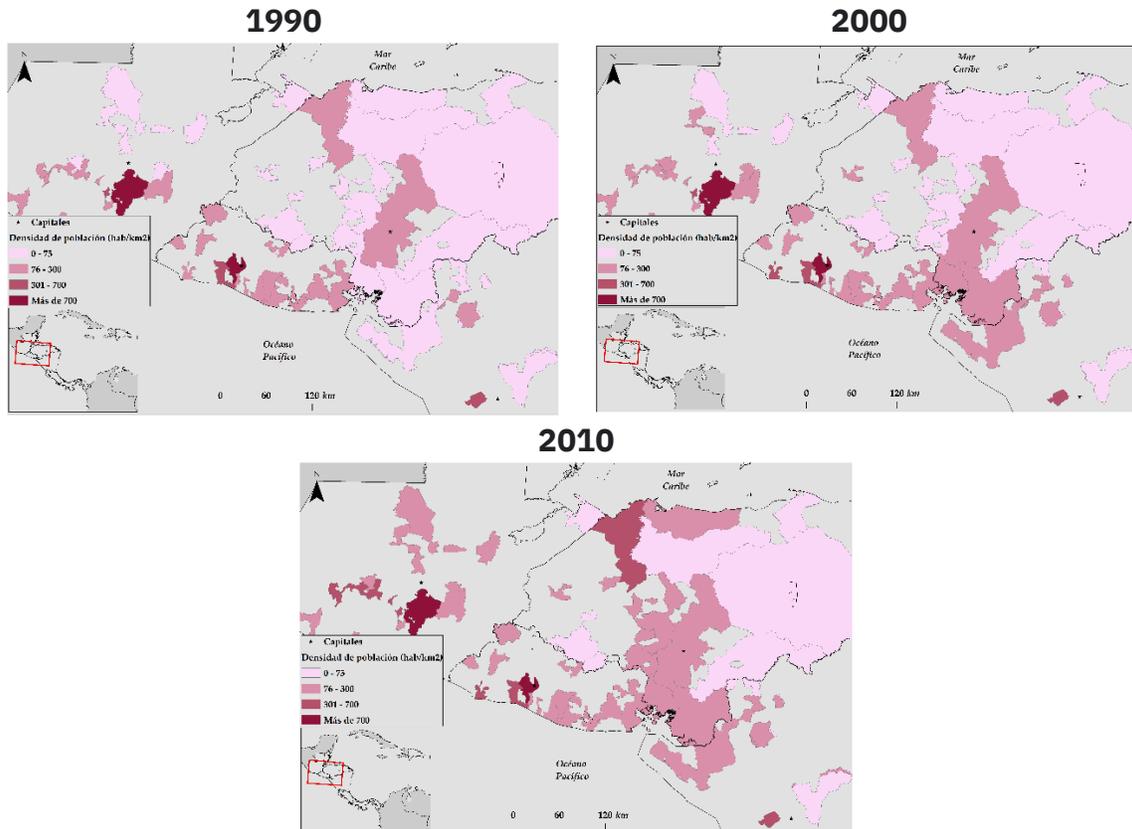


Fuente: Elaboración propia con base en CCP, 2020.

Al comparar los mapas de las figuras 36 y 37, se pueden inferir dos tendencias principales. En primer lugar, una concentración cada vez mayor de población en las capitales y sus periferias. Por otro lado, sobresale un comportamiento opuesto en ambas vertientes: La vertiente Pacífica concentra el mayor porcentaje de la población y posee una mayor densidad de población, mientras que la vertiente Caribe (a excepción del departamento Cortes en Honduras) presenta una baja densidad de población a lo largo de todo el período de estudio.

Las figuras 38 y 39 muestran la evolución de la densidad de población en los *hotspots* identificados en el capítulo 3, haciendo énfasis en dos zonas prioritarias: El Triángulo Norte y el eje Costa Rica – Panamá.

Figura 38. Evolución de la densidad de población en hotspots del Triángulo Norte, 1990 - 2010

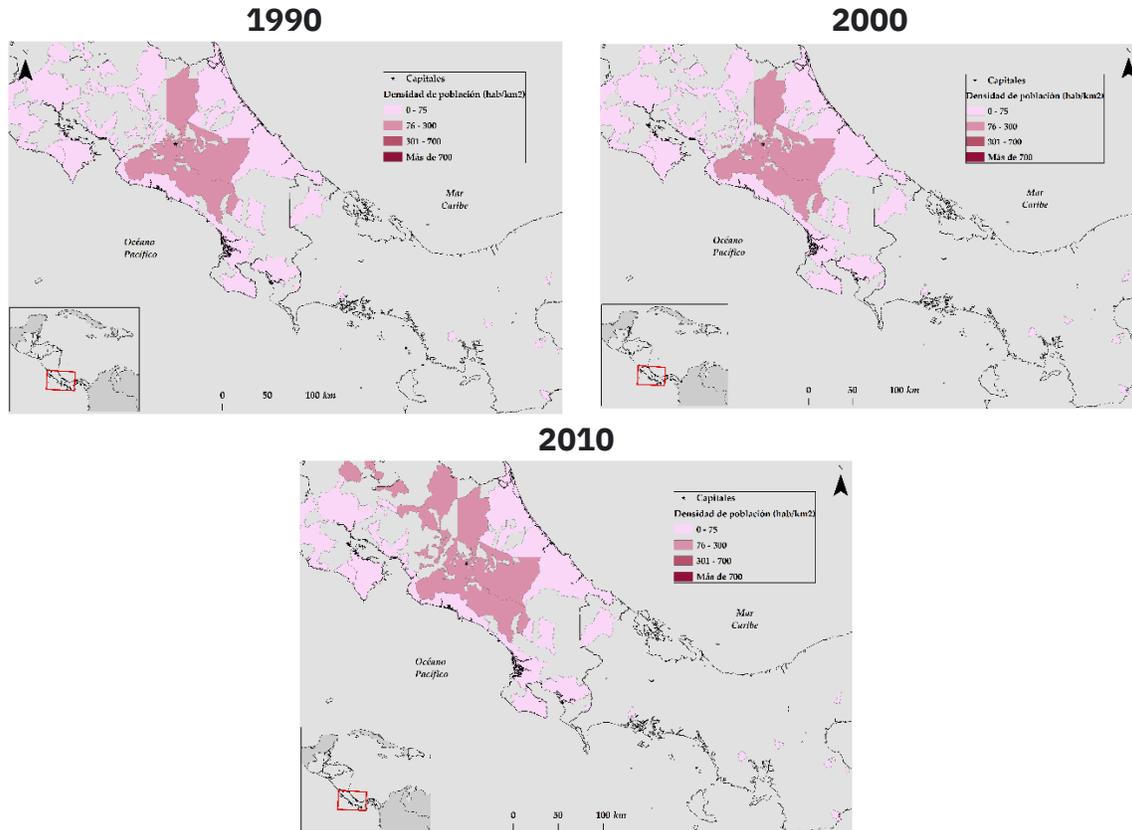


Fuente: Elaboración propia con base en CCP, 2020.

La densidad de población asociada a los *hotspots* del Triángulo Norte toma valores altos (más de 300 hab/km<sup>2</sup>) alrededor de las capitales y en la costa Pacífica, siguiendo el patrón regional observado anteriormente, mientras que los territorios ubicados en la costa Caribe presentan una densidad mucho menor. Por el contrario, en el caso de Costa Rica los *hotspots* ubicados en ambas costas presentan

densidades de población bajas, siendo la zona central del país la que posee densidades un poca más altas, sin llegar al nivel del Triángulo Norte.

Figura 39. Evolución de la densidad de población en hotspots de Costa Rica y Panamá, 1990 – 2010



Fuente: Elaboración propia con base en CCP, 2020.

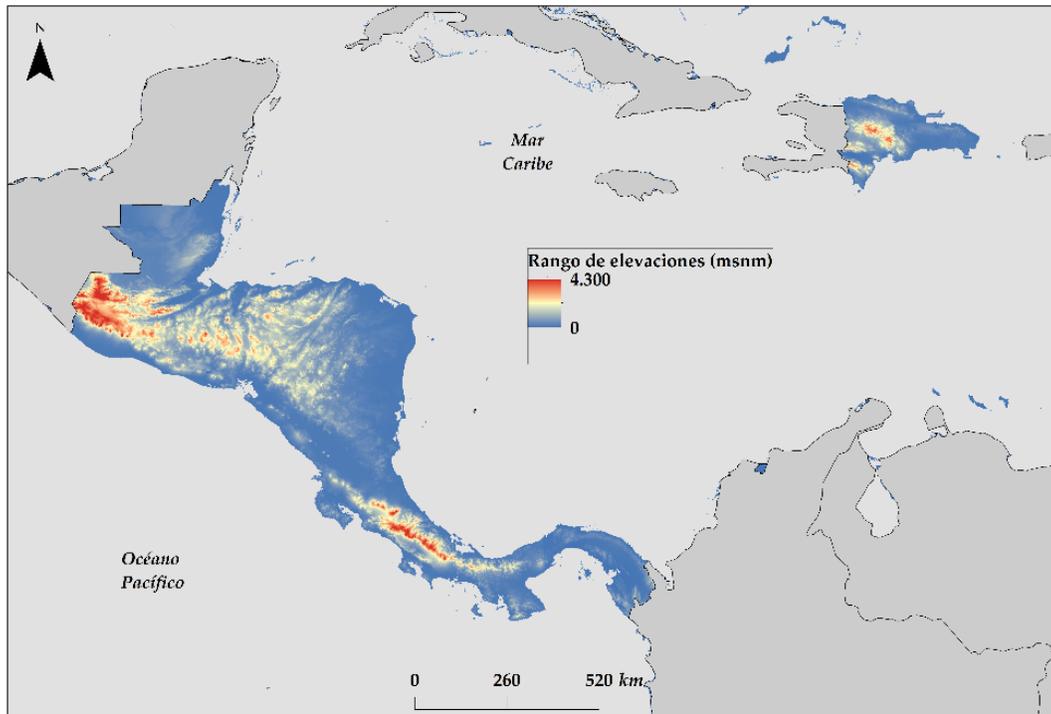
Para el año 2010, de 261 *hotspots* identificados, 228 (un 87,3% del total) tenían una densidad de población media o alta (76 o más habitantes por km<sup>2</sup>), mientras que 33 territorios tenían una densidad baja (menos de 75 habitantes por km<sup>2</sup>). Lo anterior puede indicar una tendencia hacia la ocurrencia desastres en entornos urbanos o periurbanos.

### Relieve – altitud

El relieve de América Central se desarrolla a partir de un eje montañoso central con dirección Noroeste – Sureste, cuya principal elevación es el Volcán Tajumulco, ubicado en Guatemala, con 4.220 msnm. De manera general, la superficie terrestre asciende abruptamente desde la región costera del Océano Pacífico a las crestas de dicho eje montañoso, y desciende gradualmente en la región que se extiende a lo largo del mar Caribe.

En cuanto a República Dominicana, presenta un relieve de gran complejidad. El territorio está constituido por una sucesión de montañas y depresiones dispuestas casi paralelamente de Noroeste a Sudeste: la cordillera Septentrional, la depresión del Cibao, la cordillera Central o del Cibao, la Sierra de Neiba, la depresión de Enriquillo y la Sierra de Baoruco (Gispert, 2009). La siguiente imagen contiene el relieve de esta área.

Figura 40. Relieve de América Central



Fuente: Elaboración propia con base en IGN, 2021.

Cuadro 4. Distribución altitudinal de hotspots de inundaciones, deslizamientos y sequías

Rango de altitud (msnm)	Hotspots		
	Inundaciones	Deslizamientos	Sequías
0 - 1.000	84,23%	58,9%	80,58%
1.001 - 2000	13,26%	32%	18,81%
2.001 - 3000	2,29%	8,47%	0,61%
3.001 - 4.300	0,22%	0,63%	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020 y IGN, 2021.

El cuadro 4 muestra la distribución altitudinal de los *hotspots* identificados en el capítulo 3. De manera general, se puede observar que la incidencia de desastres se concentra en altitudes entre los 0 y 1.000 msnm. Este patrón se presenta principalmente en las inundaciones y sequías, mientras que los deslizamientos,

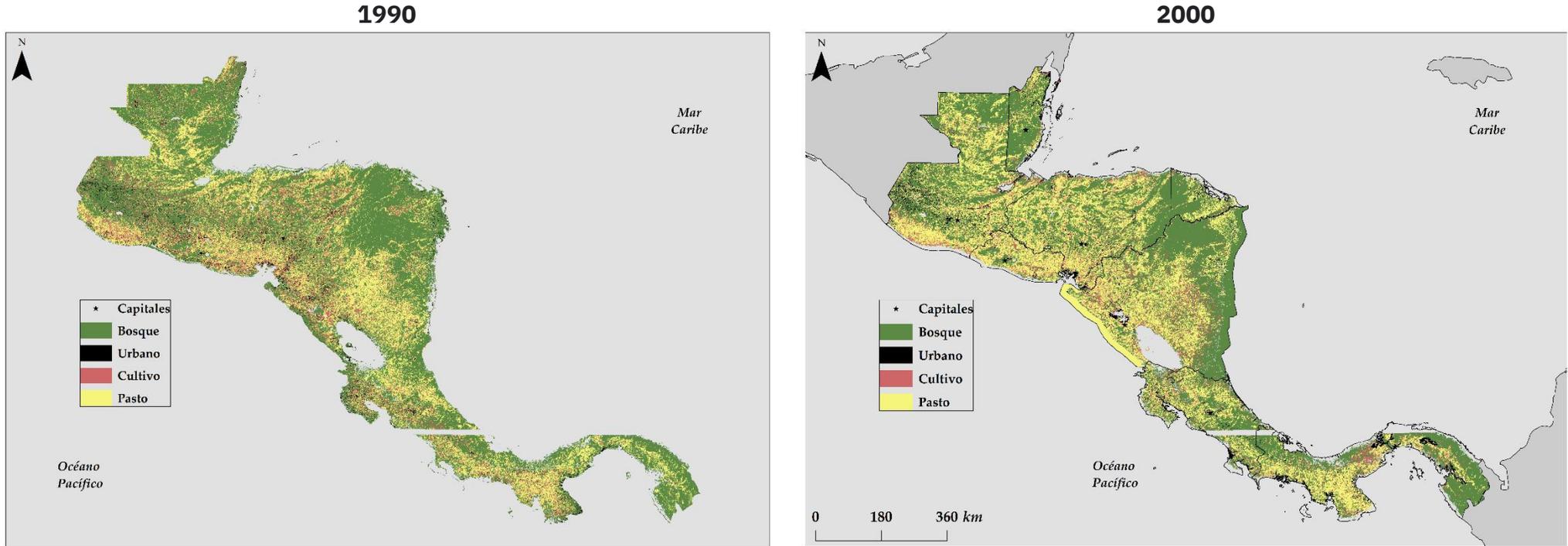
asociados a pendientes de terreno medias o altas, son comunes en altitudes mayores.

Esta distribución altitudinal también puede ser explicada por la ubicación de la población en la Región, por lo que a continuación se profundizan algunas características poblacionales.

### ***Uso de Suelo***

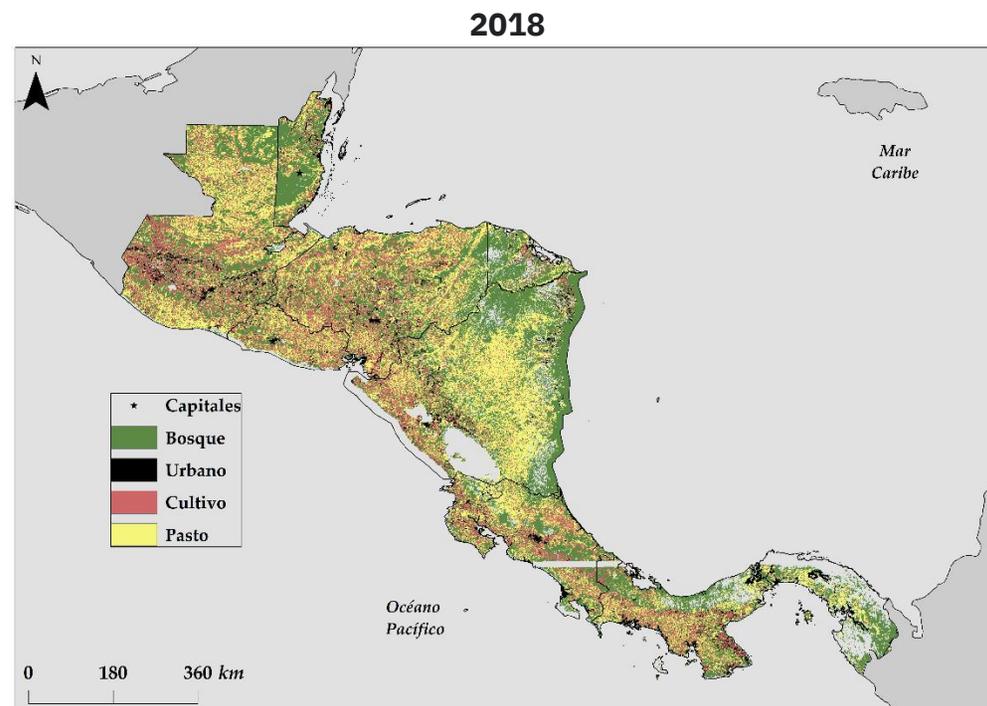
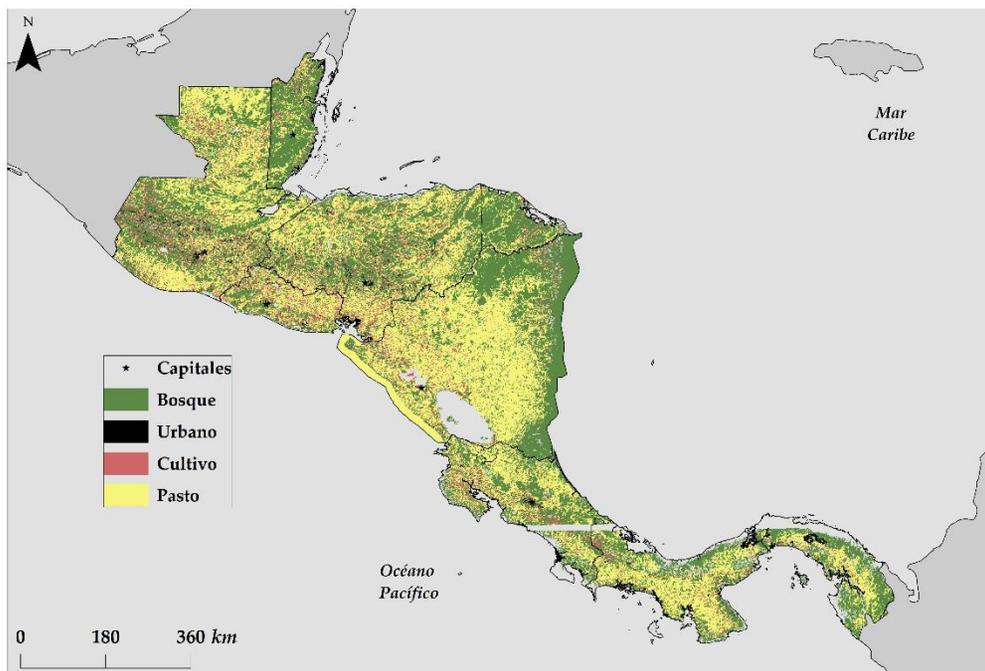
Con el objetivo de evaluar el cambio del uso de suelo en América Central y de identificar tendencias regionales, a continuación, se muestran los resultados de una clasificación supervisada aplicada al área de estudio en los años 1990, 2000, 2010 y 2018.

Figura 41. Uso de suelo para los años 1990 y 2000, América Central



Fuente: Elaboración propia con base en USGS, 2021.

Figura 42. Uso de suelo para los años 2010 y 2018, América Central



Fuente: Elaboración propia con base en USGS, 2021.

**Cuadro 5. Porcentaje de uso de suelo, América Central**

Categoría	Año			
	1990	2000	2010	2018
Bosque	55,7%	49,7%	44,5%	32,4%
Urbano	3%	3,2%	3,8%	4%
Cultivo	11,1%	1%	4,5%	9,3%
Pasto	30,2%	46,1%	47,2%	50,1%
Datos faltantes	4,8%	5,6%	6,1%	4,2%

Fuente: Elaboración propia con base en USGS, 2021.

Según las figuras 41 y 42 y la Cuadro 5, se puede observar que las categorías Bosque y Cultivo han mostrado una disminución en el área cubierta, siendo la disminución de Bosque mucho más intensa (23,3% en 28 años). Esta tendencia decreciente concuerda con lo mostrado por algunos investigadores, por ejemplo, Romano (2003) quien ha asociado la pérdida de cobertura boscosa con el aumento en la cantidad de desastres.

Los años en los que se dio la disminución porcentual más intensa fueron entre el 2010 y el 2018. Según la figura 6 (“Distribución temporal de la base de datos DesInventar”) este período de estudio coincide con un aumento significativo en el registro de desastres. Esta situación puede estar relacionada a diversos mecanismos sociales, por ejemplo, la ocupación de territorios inadecuados para la ubicación de asentamientos humanos, lo cual aumenta la exposición a diversos tipos de desastres.

Caso contrario muestran las categorías Urbano y, sobre todo, Pasto. Esta última ha experimentado un crecimiento porcentual durante el período 1990 – 2018, aumentando 19,9% su área cubierta, presentando el mayor incremento (15,9%) en la década de 1990. En este período de tiempo se da un aumento de los desastres registrados, pero sin superar aún los 400 registros anuales.

Resulta importante acotar que el porcentaje de Cultivo de los años 2000 y 2010 pertenece a años donde hay un mayor porcentaje de datos faltantes, situación que puede estar explicando los valores tan bajos que presenta.

Tomando en cuenta la totalidad de registros de la base de datos DesInventar que cuentan con información sobre uso de suelo (2.739), se obtiene que el 31% de estos registros ocurrieron en la categoría Pasto, el 29,97% en Cultivo, el 29,50% en Bosque y el 9,53% en Urbano. Estos resultados ratifican el importante componente rural que poseen.

## **Conclusiones**

### **Sobre aspectos metodológicos**

Con relación a la principal fuente de esta investigación, la base de datos DesInventar, resulta importante aclarar, que si bien presenta un subregistro en algunos países de la región (por ejemplo, en Nicaragua o Panamá), se considera la mejor opción para analizar y caracterizar desastres a nivel regional. Posee el valor agregado de permitir realizar comparaciones entre países socioeconómicamente similares, lo cual puede ser de ayuda para identificar posibles territorios afectados que la base de datos no toma en cuenta.

### **Sobre hallazgos encontrados**

A continuación, se definen los principales hallazgos en cada una de las variables analizadas.

- **Altitud:** Un 70,68% de todos los registros de desastres se encuentran por debajo de los 1.000 msnm. En cierto grado este alto porcentaje puede ser explicado por las altas concentraciones de población que existen en dicho rango de altitud, aunque dos de las principales áreas metropolitanas de la Región se ubican por encima de los 1.000 msnm (Ciudad de Guatemala y San José).

El cuadro 4 muestra que este porcentaje es menor para los deslizamientos, dado que estos eventos dependen más de variables como la precipitación o la pendiente.

- **Precipitación:** En cuanto a esta variable, se determinó que existe una concordancia espacial muy alta (valor promedio de  $r$  de Spearman de 8,82) entre valores de SPI menores a -0,5 y registros de sequía en la base de datos DesInventar. Debido a esto se pueden determinar con mayor certeza los territorios donde no hay registros de la base de datos DesInventar pero hay mayor probabilidad de presencia de sequía, a partir de los valores históricos del SPI. Respecto a las inundaciones, la relación con valores de SPI mayores a 0,5 es más clara en países como El Salvador (98,97% de coincidencia), Honduras (58,95% de coincidencia) y Nicaragua (77,5% de coincidencia). En este punto es importante recordar que el SPI fue concebido como un índice para identificar sequías, por lo que, aunque en estos países el porcentaje de coincidencia es alto, no se puede generalizar a toda la Región.

El alto porcentaje de sequías e inundaciones ubicados en zonas con valores de SPI neutros (-0,5 a 0,5), dan a entender una mayor construcción social del riesgo, debido a que en condiciones consideradas como no extremas se están presentando cada vez más registros de desastres. Esta situación es especialmente crítica en Costa Rica y Panamá.

Por otro lado, estos resultados refuerzan los múltiples trabajos (Brenes, 2005; Muñoz, 2019; Birkel, 2005; Birkel, 2006) que indican que el SPI debe ser calculado y utilizado en tiempo real para generar alertas tempranas sobre desastres, en este caso sequías.

- Población: Se demostró que la mayoría de los *hotspots* identificados en el capítulo 3 coinciden con zonas de densidad de población media o alta (76 o más habitantes por km<sup>2</sup>), situación que se intensifica en las capitales y las ciudades más importantes.

Esto nos indica que existe una relación entre densidades de población moderadas o altas y una mayor ocurrencia de desastres, lo cual puede estar ocurriendo debido a que la concentración masiva de personas suele generar procesos de segregación espacial, por ende, a un aumento de la vulnerabilidad general.

Si bien el crecimiento poblacional interdecadal tiende a la baja, los países de la Región siguen experimentando una marcada segregación espacial, situación que se ve expresada en la dificultad de acceso a la tierra por parte de los segmentos de la población más pobres (MIDEPLAN, 2021).

- Uso de suelo: Los usos de suelo predominante en los registros de desastres son Bosque, Cultivo y Pasto, cada uno con aproximadamente 30% de los registros, mientras que el uso Urbano presenta el 10%. Esta distribución se cumple en todos los tipos de desastres, presentandose algunas variantes.

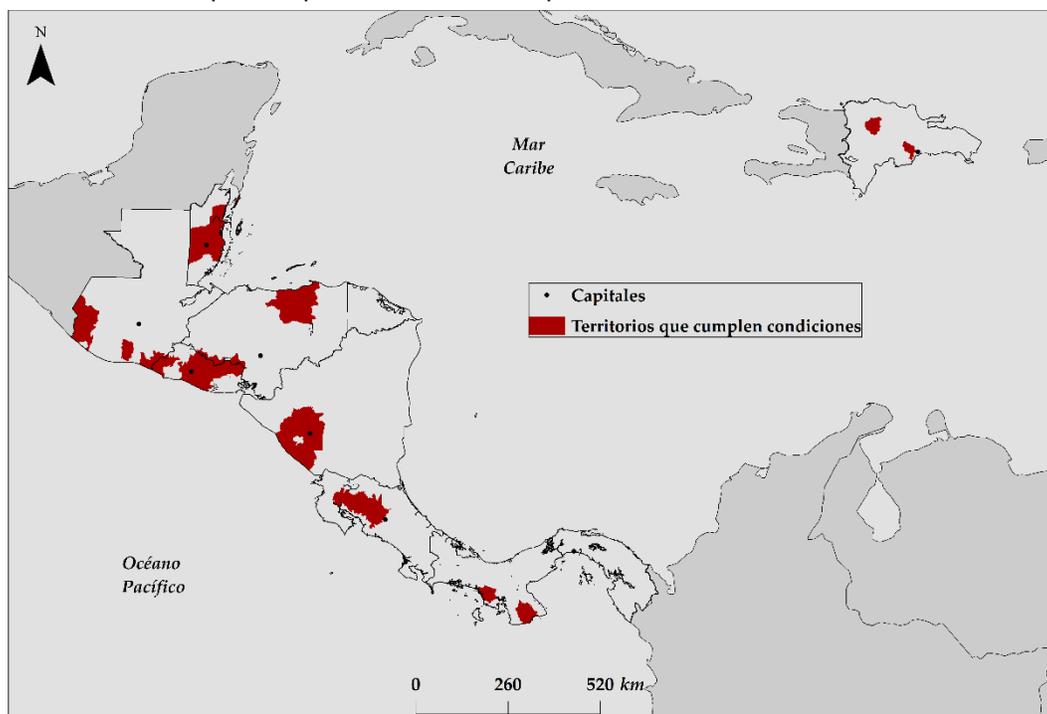
La distribución del uso de suelo en las sequías permite distinguir que las categorías más afectadas en todos los países (a excepción de Guatemala y Nicaragua) son Cultivo y Pasto, las severas consecuencias socioeconómicas de esta situación se encuentran ampliamente documentadas en Brenes 2005 y CEPAL 2015. De igual manera, en todos los países, especialmente en Guatemala y Nicaragua, el bosque está seriamente impactado por el fenómeno lo que podría poner en riesgo la biodiversidad que existe en esos territorios.

Por otro lado, el porcentaje de las sequías ubicadas en Guatemala cuyo uso de suelo corresponde a Cultivo es de 62,5%, reflejando una difícil situación en específico en este país.

## Sobre territorios susceptibles a desastres

A la luz de los resultados previamente analizados, la figura 25 determina todos los territorios que cumplen con las condiciones analizadas para una incidencia alta de desastres (altitud menor a 1.000 msnm, densidad de población mayor a 76 habitantes por km<sup>2</sup> y valor promedio de SPI menor a -0,5).

Figura 43. Territorios que cumplen las condiciones para la alta ocurrencia de desastres



Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020; IGN, 2021; CCP, 2020 y CIGEFI, 2004.

La figura 43 aproxima la ubicación de los territorios con alta incidencia de desastres a partir de la información existente. Sigue un patrón similar a mapas analizados anteriormente, concentrando las zonas alrededor de las capitales y en la vertiente Pacífica.

## **Bibliografía citada**

- ArcGis. (2020). Recuperado de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/spatial-statistics-toolbox>.
- Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association. *Geographical Analysis* 27, pp. 93–115.
- DesInventar. (2020). Base de datos de desastres recuperada de <https://www.desinventar.net/DesInventar/>.
- Birkel, C. (2005). *Temporal and spatial variability of drought indices in Costa Rica*. Alemania: Institut für Hydrologie.
- Birkel, C. (2006). Sequía hidrológica en Costa Rica ¿Se han vuelto más severas y frecuentes en los últimos años? *Rev. Reflexiones* 85, pp. 107 – 116.
- Bonilla, A. (2014). *Patrones de sequía en Centroamérica. Su impacto en la producción de maíz y frijol y uso del Índice Normalizado de Precipitación para los sistemas de alerta temprana*. Honduras: Global Water Partnership.
- Bosque, J.; Ortega, A.; Rodríguez, V. (2005). Cartografía de riesgos naturales en América Central con datos obtenidos desde Internet. *Doc. Anàl. Geogr.* 45, pp. 41-70.
- Brenes, A. (2005). *Vulnerabilidad de las comunidades rurales frente a la sequía en Centroamérica: Matagalpa, Nicaragua y Choluteca, Honduras* (Informe del Proyecto Final de Graduación de Maestría en Geografía). Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Brenes, A.; Girot, P. (2018). *Gestión del Riesgo y Cambio Climático*. Costa Rica: Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2018.
- CATHALAC. (2011). *Mapa Centroamericana de cobertura y uso de la tierra, cambios de cobertura y uso de la tierra 1980-1990-2000-2010*. Panamá: PREVDA.
- CCP. (2020). Catálogo de censos de América Central recuperado de <https://censos.ccp.ucr.ac.cr/>.

Celemín, J. (2009). Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial. Importancia, estructura y aplicación. *Revista Universitaria de Geografía* 18, pp. 11-31.

CIGEFI. (2004). Base de datos Numerosa.

Granados, C. (1986). Geopolítica en Centroamérica. *Cuadernos Políticos* 46, pp. 74 – 89.

Gispert, C. (2009). Atlas Geográfico Universal. Argentina: Editorial Océano.

Hernández, O. (2009). *Estadística elemental para Ciencias Sociales*. Costa Rica: Editorial UCR.

IDEAM. (2008). *Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena - Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia*. Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.

IGN. (2021). Capa vectorial de América Central recuperada de <https://www.snitcr.go.cr/>.

Lavell, A. (1993). Prevención y Mitigación de desastres en Centroamérica y Panamá: una tarea pendiente. *Desastres y Sociedad* 1, pp. 1-23.

Lavell, C.; Lavell, A. (2011). *Informe Técnico sobre Desastres en la Región: 1999-2009*. Costa Rica: Cuarto Informe Estado de la Región.

MIDEPLAN. (2021). Recuperado de <https://www.mideplan.go.cr/indice-desarrollo-social>.

Muñoz, R. (2019). *La sequía meteorológica provocada por El Niño y algunos de sus efectos en el sector turismo. América Central, 1950 – 2014* (Informe del Proyecto Final de Graduación de Licenciatura en Geografía). Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Muñoz, R; Giraldo, J.; Birkel, C. (2018). Spatial and temporal patterns, trends and teleconnection of cumulative rainfall deficits across Central America. *Int J Climatol* 2018, pp. 1-14.

NOAA. (2016). *Impactos climáticos y perspectivas: Primavera 2016*. Estados Unidos: NOAA.

OMM. (2016). Recuperado de [http://www.wmo.int/pages/index\\_es.html](http://www.wmo.int/pages/index_es.html).

PEN. (2010). *Cuarto Informe Estado de la Región*. Costa Rica: PEN CONARE.

PEN. (2016). *Quinto Informe Estado de la Región*. Costa Rica: PEN CONARE.

PNUD. (2009). *Abrir espacios para la seguridad ciudadana y el desarrollo humano de América Central*. Costa Rica: PNUD.

Quesada, L; Hidalgo, H; Alfaro, E. (2020). Asociación entre algunos índices de sequía e impactos socio-productivos en el Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales 54*.

Romano, L. (2003). *Estudio sobre riesgos y desastres en Centroamérica: Evolución reciente de políticas y acciones*. Costa Rica: Segundo Informe sobre Desarrollo Humano en Centroamérica y Panamá.

Sanahuja, H. (1999). *El daño y la evaluación ambiental en América Central: Una propuesta metodológica tomando como caso de estudio a Costa Rica*. Costa Rica: La Red.

Tallaksen, L.; Van Lanen, H. (2004). *Hydrological drought. processes and estimation methods for streamflow and groundwater*. Oslo, Noruega: ELSEVIER.

UNDRR. (2014). Informe sobre la gestión integral del riesgo de desastres en Centroamérica 2013. El Salvador: PNUD.

Zuñiga, Y.; Granados, R.; Coto, W. (2019). Fuentes estadísticas para el estudio de la gestión del riesgo de desastres en Centroamérica. La base de datos DesInventar y sus aportes para la investigación histórica. *Revista de Historia 80*, pp. 153-170.

## Anexos

### Anexo 1. Territorios multi – amenaza según la identificación de hotspots.

País	Cantón/Departamento/Provincia <sup>4</sup>	Distrito/Municipio <sup>5</sup>	Tipo de desastre		
			Inundación	Deslizamiento	Sequia
COSTA RICA	POCOCI	RITA	X	X	
COSTA RICA	TILARAN	TILARAN	X	X	
COSTA RICA	SAN CARLOS	LA FORTUNA	X	X	
COSTA RICA	SAN CARLOS	FLORENCIA	X	X	
COSTA RICA	POCOCI	ROXANA	X	X	
COSTA RICA	SARAPIQUI	LAS HORQUETAS	X	X	
COSTA RICA	SAN CARLOS	QUESADA	X	X	
COSTA RICA	ABANGARES	LAS JUNTAS	X	X	
COSTA RICA	POCOCI	GUAPILES	X	X	
COSTA RICA	GUACIMO	GUACIMO	X	X	
COSTA RICA	ZARCERO	ZARCERO	X	X	
COSTA RICA	MONTES DE ORO	MIRAMAR	X	X	
COSTA RICA	ALAJUELA	SABANILLA	X	X	
COSTA RICA	VALVERDE VEGA	SARCHI NORTE	X	X	
COSTA RICA	GRECIA	SAN ROQUE	X	X	
COSTA RICA	ALAJUELA	SAN ISIDRO	X	X	
COSTA RICA	NARANJO	NARANJO	X	X	
COSTA RICA	VALVERDE VEGA	SARCHI SUR	X	X	
COSTA RICA	SAN RAMON	SAN RAMON	X	X	
COSTA RICA	GRECIA	GRECIA	X	X	
COSTA RICA	ALAJUELA	DESAMPARADOS	X	X	
COSTA RICA	ALAJUELA	ALAJUELA	X	X	
COSTA RICA	SANTA BARBARA	SANTA BARBARA	X	X	
COSTA RICA	ALAJUELA	SAN JOSE	X	X	
COSTA RICA	SAN RAFAEL	SAN RAFAEL	X	X	
COSTA RICA	HEREDIA	HEREDIA	X	X	
COSTA RICA	HEREDIA	SAN FRANCISCO	X	X	
COSTA RICA	ATENAS	ATENAS	X	X	
COSTA RICA	MORAVIA	LA TRINIDAD	X	X	
COSTA RICA	VAZQUEZ DE CORONADO	SAN ISIDRO	X	X	
COSTA RICA	MORAVIA	SAN VICENTE	X	X	
COSTA RICA	ESCAZU	SAN RAFAEL	X	X	
COSTA RICA	TIBAS	SAN JUAN	X	X	
COSTA RICA	SAN JOSE	URUCA	X	X	
COSTA RICA	GOICOECHEA	IPIS	X	X	
COSTA RICA	GOICOECHEA	PURRAL	X	X	

<sup>4</sup> Cantón para el caso de Costa Rica, Departamento para los casos de El Salvador, Guatemala y Honduras y provincia para el caso de República Dominicana.

<sup>5</sup> Distrito para el caso de Costa Rica y Municipio para los casos de El Salvador, Guatemala, Honduras y República Dominicana.

País	Cantón/Departamento/Provincia <sup>4</sup>	Distrito/Municipio <sup>5</sup>	Tipo de desastre		
			Inundación	Deslizamiento	Sequia
COSTA RICA	SAN JOSE	PAVAS	X	X	
COSTA RICA	GOICOECHEA	GUADALUPE	X	X	
COSTA RICA	MONTES DE OCA	SABANILLA	X	X	
COSTA RICA	JIMENEZ	JUAN VIÑAS	X	X	
COSTA RICA	SAN JOSE	MATA REDONDA	X	X	
COSTA RICA	SAN JOSE	MERCED	X	X	
COSTA RICA	SANTA ANA	SANTA ANA	X	X	
COSTA RICA	CURRIDABAT	GRANADILLA	X	X	
COSTA RICA	SAN JOSE	HOSPITAL	X	X	
COSTA RICA	MORA	COLON	X	X	
COSTA RICA	SAN JOSE	CATEDRAL	X	X	
COSTA RICA	SAN JOSE	HATILLO	X	X	
COSTA RICA	ALAJUELITA	SAN FELIPE	X	X	
COSTA RICA	CURRIDABAT	CURRIDABAT	X	X	
COSTA RICA	CARTAGO	SAN NICOLAS	X	X	
COSTA RICA	ESCAZU	ESCAZU	X	X	
COSTA RICA	SAN JOSE	ZAPOTE	X	X	
COSTA RICA	SANTA ANA	SALITRAL	X	X	
COSTA RICA	LA UNION	SAN RAFAEL	X	X	
COSTA RICA	ALVARADO	CERVANTES	X	X	
COSTA RICA	SAN JOSE	SAN SEBASTIAN	X	X	
COSTA RICA	ESCAZU	SAN ANTONIO	X	X	
COSTA RICA	LA UNION	TRES RIOS	X	X	
COSTA RICA	ALAJUELITA	ALAJUELITA	X	X	
COSTA RICA	CURRIDABAT	TIRRASES	X	X	
COSTA RICA	DESAMPARADOS	DESAMPARADOS	X	X	
COSTA RICA	LA UNION	SAN DIEGO	X	X	
COSTA RICA	DESAMPARADOS	SAN ANTONIO	X	X	
COSTA RICA	DESAMPARADOS	SAN RAFAEL ABAJO	X	X	
COSTA RICA	ALAJUELITA	CONCEPCION	X	X	
COSTA RICA	ALAJUELITA	SAN JOSECITO	X	X	
COSTA RICA	LA UNION	RIO AZUL	X	X	
COSTA RICA	TURRIALBA	TUIS	X	X	
COSTA RICA	DESAMPARADOS	SAN JUAN DE DIOS	X	X	
COSTA RICA	DESAMPARADOS	SAN MIGUEL	X	X	
COSTA RICA	PURISCAL	SANTIAGO	X	X	
COSTA RICA	PARAISO	CACHI	X	X	
COSTA RICA	CARTAGO	ORIENTAL	X	X	
COSTA RICA	CARTAGO	AGUACALIENTE o SAN FRCO.	X	X	
COSTA RICA	EL GUARCO	EL TEJAR	X	X	

País	Cantón/Departamento/Provincia <sup>4</sup>	Distrito/Municipio <sup>5</sup>	Tipo de desastre		
			Inundación	Deslizamiento	Sequia
COSTA RICA	PURISCAL	MERCEDES SUR	X	X	
COSTA RICA	EL GUARCO	TOBOSI	X	X	
COSTA RICA	EL GUARCO	SAN ISIDRO	X	X	
COSTA RICA	PARAISO	OROSI	X	X	
COSTA RICA	ASERRI	SAN GABRIEL	X	X	
COSTA RICA	PURISCAL	CHIRES	X	X	
COSTA RICA	TARRAZU	SAN MARCOS	X	X	
COSTA RICA	PEREZ ZELEDON	PARAMO	X	X	
COSTA RICA	PEREZ ZELEDON	RIVAS	X	X	
COSTA RICA	PEREZ ZELEDON	SAN ISIDRO DE EL GENERAL	X	X	
COSTA RICA	TIBAS	CINCO ESQUINAS	X	X	
COSTA RICA	DESAMPARADOS	SAN RAFAEL ARRIBA	X	X	
COSTA RICA	ASERRI	ASERRI	X	X	
COSTA RICA	ASERRI	SALITRILLOS	X	X	
COSTA RICA	BUENOS AIRES	BUENOS AIRES	X	X	
COSTA RICA	DESAMPARADOS	PATARRA	X	X	
COSTA RICA	DESAMPARADOS	LOS GUIDO	X	X	
COSTA RICA	TURRIALBA	TURRIALBA	X	X	
COSTA RICA	TURRIALBA	TAYUTIC	X	X	
COSTA RICA	TURRIALBA	LA SUIZA	X	X	
COSTA RICA	SIQUIRRES	SIQUIRRES	X	X	
COSTA RICA	LIMON	VALLE LA ESTRELLA	X	X	
COSTA RICA	PARRITA	PARRITA	X	X	
COSTA RICA	QUEPOS	QUEPOS	X	X	
COSTA RICA	OSA	PUERTO CORTES	X	X	
COSTA RICA	SAN CARLOS	PITAL	X	X	
COSTA RICA	SARAPIQUI	PUERTO VIEJO	X	X	
COSTA RICA	LIMON	MATAMA	X	X	
COSTA RICA	TALAMANCA	BRATSI	X	X	
COSTA RICA	PUNTARENAS	BARRANCA	X	X	
COSTA RICA	MATINA	MATINA	X	X	
COSTA RICA	LIMON	LIMON	X	X	
COSTA RICA	OSA	SIERPE	X	X	
COSTA RICA	QUEPOS	SAVEGRE	X	X	
COSTA RICA	GARABITO	JACO	X	X	
COSTA RICA	GARABITO	TARCOLES	X	X	
COSTA RICA	PUNTARENAS	PUNTARENAS	X	X	
COSTA RICA	PUNTARENAS	LEPANTO	X	X	
COSTA RICA	PUNTARENAS	PAQUERA	X	X	
COSTA RICA	OSA	BAHIA BALLENA	X	X	

País	Cantón/Departamento/Provincia <sup>4</sup>	Distrito/Municipio <sup>5</sup>	Tipo de desastre		
			Inundación	Deslizamiento	Sequia
COSTA RICA	PARAISO	PARAISO	X	X	
COSTA RICA	OREAMUNO	SAN RAFAEL	X	X	
COSTA RICA	LIMON	RIO BLANCO	X	X	
COSTA RICA	PUNTARENAS	COBANO	X	X	
COSTA RICA	OSA	PALMAR	X	X	X
EL SALVADOR	SAN SALVADOR	SAN MARCOS	X	X	
EL SALVADOR	SAN SALVADOR	SANTO TOMAS	X	X	
EL SALVADOR	SAN SALVADOR	ILOPANGO	X	X	
EL SALVADOR	SAN SALVADOR	SOYAPANGO	X	X	
EL SALVADOR	SAN SALVADOR	SAN SALVADOR	X	X	
EL SALVADOR	SAN SALVADOR	MEJICANOS	X	X	
EL SALVADOR	SAN SALVADOR	APOPA	X	X	
EL SALVADOR	AHUACHAPAN	AHUACHAPAN		X	X
EL SALVADOR	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	X	X	
EL SALVADOR	LA LIBERTAD	SANTA TECLA	X	X	
EL SALVADOR	SANTA ANA	METAPAN	X		X
EL SALVADOR	LA PAZ	ZACATECOLUCA	X		X
EL SALVADOR	LA PAZ	SAN LUIS LA HERRADURA	X		X
EL SALVADOR	USULUTAN	JIQUILISCO	X		X
EL SALVADOR	SAN MIGUEL	SAN MIGUEL	X		X
GUATEMALA	GUATEMALA	GUATEMALA	X	X	
GUATEMALA	ALTA VERAPAZ	PANZOS	X	X	
GUATEMALA	QUETZALTENANGO	QUETZALTENANGO	X	X	
HONDURAS	SANTA BARBARA	SANTA BARBARA		X	X
HONDURAS	ATLANTIDA	LA CEIBA	X		X
HONDURAS	ATLANTIDA	ESPARTA	X		X
HONDURAS	ATLANTIDA	LA MASICA	X		X
HONDURAS	ATLANTIDA	TELA	X		X
HONDURAS	ATLANTIDA	ARIZONA	X		X
HONDURAS	CORTES	CHOLOMA	X		X
HONDURAS	CORTES	OMOA	X		X
HONDURAS	CORTES	PUERTO CORTES	X		X
HONDURAS	CORTES	SAN MANUEL	X		X
HONDURAS	CORTES	VILLANUEVA	X		X
HONDURAS	CORTES	LA LIMA	X		X
HONDURAS	CHOLUTECA	MARCOVIA	X		X
HONDURAS	EL PARAISO	DANLI	X		X
HONDURAS	YORO	EL NEGRITO	X		X
HONDURAS	YORO	EL PROGRESO	X		X
HONDURAS	YORO	OLANCHITO	X		X

País	Cantón/Departamento/Provincia <sup>4</sup>	Distrito/Municipio <sup>5</sup>	Tipo de desastre		
			Inundación	Deslizamiento	Sequia
HONDURAS	CORTES	SAN PEDRO SULA	X	X	X
HONDURAS	FRANCISCO MORAZAN	DISTRITO CENTRAL	X	X	X
REPUBLICA DOMINICANA	DISTRITO NACIONAL	SANTO DOMINGO DE GUZMAN	X		X
REPUBLICA DOMINICANA	SANTIAGO	SANTIAGO	X		X

Fuente: Elaboración propia con base en DesInventar, 2020.