



**ESTADO  
DE LA NACIÓN**

---

**Informe Estado de la Nación 2025**

---

## **Investigación**

---

# Potencial incidencia Asimétrica del cambio climático en los Sectores Económicos

**Investigadores:**

Daniela Córdoba-Solano

Felipe Carrera Cerdas

San José | 2025



**CONSEJO  
NACIONAL  
DE RECTORES**

362.58  
C796p

Córdoba-Solano, Daniela

Potencial incidencia asimétrica del cambio climático en los sectores económicos /  
Daniela Córdoba-Solano, Felipe Carrera Cerdas. -- San José, C.R. : PEN, 2025.  
1 recurso en línea (65 páginas): archivos de texto PDF, 1850 KB

ISBN 978-9930-654-68-2

Investigación para el Informe Estado de la Nación 2025 (no. 31)

1. CAMBIO CLIMÁTICO. 2. CLIMA. 3. METEOROLOGÍA. 4. ECONOMÍA. I. Carrera Cerdas, Felipe. II. Título.



### Información de las personas autoras:

**Daniela Córdoba-Solano.** <https://orcid.org/0009-0000-6503-7494>

**Felipe Carrera Cerdas.** <https://orcid.org/0009-0008-3654-3521>

Esta obra se comparte bajo la licencia

**Reconocimiento – No Comercial – Compartir Igual**

**(CC-BY-NC-SA)**

Permite usar una obra para crear otra obra o contenido,  
modificando o no la obra original, siempre que se cite al autor,  
la obra resultante se comparta bajo el mismo tipo de licencia y  
no tenga fines comerciales



## Contenido

Descargo de responsabilidad .....	4
Introducción.....	4
Marco conceptual específico: variabilidad climática, eventos meteorológicos y vulnerabilidad ..	6
Antecedentes .....	8
Vulnerabilidad de los sectores económicos a eventos climáticos .....	10
Relación entre los sectores económicos y los eventos climáticos .....	14
Sector agrícola.....	16
Sector industrial .....	22
Sector turismo y restaurantes.....	27
Sector servicios .....	32
Sector comercio .....	36
Relación entre el desempeño económico y los eventos climáticos .....	40
Aplicación al contexto costarricense.....	41
Mapa bivariado: Turismo y eventos hidrometeorológicos .....	43
Mapa bivariado: Agricultura y eventos hidrometeorológicos .....	45
Desafíos y medidas de adaptación ante los efectos eventos climáticos .....	47
Discusión final.....	51
Referencias .....	54
Anexos.....	64

## Descargo de responsabilidad

Esta investigación se realizó para el *Informe Estado de la Nación (2025)*. El contenido es responsabilidad exclusiva de su autor, y las cifras pueden no coincidir con las consignadas en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

## Introducción

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos estructurales para las economías. Sus impactos trascienden lo ambiental, afectando profundamente la productividad, la sostenibilidad fiscal, la infraestructura y el bienestar social (Mohaddes et al., 2023). Sin embargo, estos efectos varían significativamente según las condiciones geográficas, socioeconómicas e institucionales de cada territorio. En este contexto, Centroamérica presenta alta vulnerabilidad climática, pese a su baja contribución a las emisiones globales y su amplia cobertura boscosa (IPCC, 2001; MINAE, 2022).

Uno de los retos más apremiantes para el país consiste en identificar los cantones y distritos con mayor propensión a experimentar los efectos de la variabilidad climática producto del cambio climático. Los promedios nacionales pueden enmascarar disparidades territoriales importantes, lo que subraya la necesidad de políticas diferenciadas a escala sectorial y local. Esta situación adquiere particular relevancia para Costa Rica, cuya ubicación geográfica y dependencia de sectores sensibles al clima, como la agricultura y el turismo, la hacen especialmente expuesta. Según datos del MINAE (2022, p.24), el 65% de los eventos climáticos registrados en el país están relacionados con fenómenos atmosféricos, los cuales generan daños recurrentes a la infraestructura y afectan el funcionamiento económico general, imponiendo una carga significativa sobre las finanzas públicas.

En este escenario se enmarca el presente estudio, cuyo propósito es contribuir a una mejor comprensión de los efectos económicos del cambio climático en Costa Rica y ofrecer insumos para políticas públicas más focalizadas. La investigación busca responder cuatro preguntas fundamentales: (1) ¿Qué sectores productivos muestran mayor exposición y vulnerabilidad

ante eventos climáticos? (2) ¿Qué relaciones pueden observarse entre el desempeño económico sectorial y los eventos climáticos? (3) ¿Cuáles son los principales desafíos económicos que impone la variabilidad climática en el contexto costarricense? (4) ¿Qué medidas de política deberían priorizarse para reducir los potenciales impactos del clima sobre los sectores económicos identificados como más vulnerables?

En las últimas dos décadas, Costa Rica ha priorizado el cambio climático en su agenda pública, mediante acuerdos internacionales e instrumentos clave como la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Plan Nacional de Adaptación, el Plan Nacional de Descarbonización y los Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático. Sin embargo, la implementación enfrenta desafíos complejos, ya que la intensificación de eventos extremos impone presiones fiscales recurrentes, desviando recursos de prevención hacia la reparación inmediata. A esto se suman barreras estructurales como la desigual capacidad de adaptación entre sectores, la fragmentación institucional, la falta de datos específicos a nivel territorial y la incertidumbre en las proyecciones climáticas (Programa Estado de la Nación, 2017; Groves et al., 2020).

Este trabajo se enfoca en la relación entre los eventos climáticos recientes y la economía costarricense, desde una perspectiva cualitativa, territorial y sectorial. Parte de que los impactos no se distribuyen de forma homogénea, por lo que es esencial considerar las características espaciales y socioeconómicas de cada cantón, combinando diversas fuentes de datos del INEC, Banco Central, DesInventar, Naciones Unidas, entre otras. Esta aproximación permite identificar con mayor precisión los riesgos económicos derivados del clima a nivel subnacional.

Desde esta base, se busca avanzar hacia políticas públicas que atiendan tanto los compromisos globales como las realidades diferenciadas entre regiones y sectores económicos. La contribución del este estudio surge de la necesidad de integrar y sistematizar información climática y económica a nivel cantonal, como paso clave para orientar acciones de adaptación y gestión del riesgo de forma más eficaz y equitativa.

Asimismo, se requiere promover políticas diferenciadas y articuladas a escala regional, capaces de responder a las condiciones particulares de cada territorio y sector productivo. La efectividad de estas medidas dependerá del fortalecimiento de la gobernanza territorial, superando la fragmentación institucional que hoy limita una respuesta climática eficiente y justa.

El presente documento se desarrolla en siete secciones. Después de la introducción, se presenta el marco conceptual sobre el que se basa el resto del estudio, posteriormente se resumen algunos estudios previos que han tratado de explicar la relación entre la actividad económica y el cambio climático. En la cuarta sección se presenta la caracterización territorial de los sectores económicos y su vulnerabilidad climática. En la quinta sección se muestran los resultados de correlaciones entre los sectores económicos y los eventos climáticos. La sexta sección presenta una síntesis de los desafíos y principales medidas para mitigar los efectos de los eventos climáticos. Finalmente, la séptima sección compila los principales hallazgos del estudio.

### **Marco conceptual específico: variabilidad climática, eventos meteorológicos y vulnerabilidad**

En este trabajo se entiende por variabilidad climática a la ocurrencia de eventos meteorológicos, tanto aquellos que alcanzan la categoría de extremos como otros de menor intensidad, que generan afectaciones concretas en comunidades y territorios. Nos centramos en sucesos registrados en la base DesInventar, donde se documentan inundaciones, sequías, vientos fuertes, lluvias, entre otros. El análisis se centra en los eventos hidrometeorológicos, es decir, sucesos de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico, tales como aluviones, avenidas torrenciales, deslizamientos, inundaciones, marejadas, lluvias intensas, tempestades, tormentas eléctricas, vendavales, tornados y sedimentaciones, siempre que generen algún tipo de afectación. Esta elección metodológica atiende, además, a la carencia de series históricas de temperatura y precipitación cantonales lo suficientemente prolongadas para abordar el cambio climático según su definición de proceso de largo plazo.

La noción de vulnerabilidad se adopta a partir del IPCC (2001), que la define como la susceptibilidad de un sistema a experimentar efectos adversos ante una amenaza meteorológica. Desde esta perspectiva, la vulnerabilidad emerge de la interrelación de tres dimensiones: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, o para efectos de este estudio la capacidad de respuesta.

La exposición de cada cantón se caracteriza mediante la ubicación geográfica y frecuencia de los eventos climáticos documentados en la base de datos DesInventar. La sensibilidad intrínseca del sistema al estímulo climático se aproxima mediante indicadores del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022; INEC, s.f.). Específicamente:

- La tasa de desempleo, que mide el porcentaje de personas desempleadas respecto a la fuerza laboral del cantón.
- La proporción de población activa en los sectores primario, secundario y terciario; es decir, la proporción de personas ocupadas en los sectores primario (agricultura), secundario (manufactura, construcción, minas, suministro de agua y electricidad) y terciario (servicios, comercio y turismo). Esas variables reflejan la dependencia de actividades más o menos sensibles al clima.
- El estado de las viviendas, medido como el porcentaje de viviendas clasificadas en buen, regular o mal estado, lo que permite identificar condiciones de infraestructura habitacional que pueden agravar los impactos de los eventos extremos.

Por su parte, la capacidad de respuesta, que se refiere a los recursos disponibles para responder, ajustarse y recuperarse, se aproxima utilizando:

- El Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) puesto a disposición por el PNUD (2024) y que combina privaciones en salud, educación y condiciones de vida, reflejando vulnerabilidades estructurales.
- El Índice de Desarrollo Humano del PNUD (2024) que combina ingreso per cápita, esperanza de vida y nivel educativo.

- El Índice de Competitividad Cantonal elaborado por la Escuela de Economía, Universidad de Costa Rica (s.f.) e incorpora dimensiones como infraestructura, capital humano, entorno empresarial y dinamismo económico.
- El valor agregado sectorial per cápita, calculado a partir de datos del Banco Central de Costa Rica (s.f.) y del INEC (s.f.), y viene a aproximar el nivel de productividad y de generación de ingresos del sector económico a nivel cantonal.

Cabe señalar que estos indicadores funcionan como proxies de sensibilidad y adaptación, seleccionados con base en dos criterios fundamentales: la disponibilidad de datos a nivel cantonal y la pertinencia de cada métrica frente a las definiciones teóricas de las dimensiones evaluadas. No obstante, reconocemos que otras variables podrían incorporarse en futuras investigaciones si se dispusiera de información adecuada para enriquecer el análisis de la vulnerabilidad cantonal frente a eventos climáticos.

## **Antecedentes**

La literatura reciente evidencia que las perturbaciones climáticas ya distorsionan la dinámica sectorial de las economías, con impactos documentados incluso en Costa Rica. Estudios como el de León (2017) demuestran que fenómenos de variabilidad climática, como El Niño, provocan alteraciones importantes en sectores clave como la agricultura, la pesca, la energía, el turismo y otras industrias que dependen del recurso hídrico. Por ejemplo, los cambios en las corrientes marinas y temperaturas oceánicas pueden desplazar especies marinas, afectando la pesca y otros sectores vinculados al mercado marítimo. A nivel energético, la reducción de precipitaciones disminuye la capacidad de las plantas hidroeléctricas, lo que obliga a un mayor uso de combustibles fósiles y encarece la electricidad, elevando así los costos de producción en toda la economía (IPCC, 2022).

Aunque en el caso de Costa Rica existe poca literatura macroeconómica sobre El Niño, León (2017) destaca que algunos estudios del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) sí han documentado efectos relevantes en cultivos básicos como arroz, frijol y carne, así como en inundaciones e incendios forestales en regiones vulnerables como Guanacaste. El autor señala

que, si bien la diversificación económica del país ha mitigado algunos impactos, un evento de El Niño fuerte y prolongado podría tener consecuencias negativas relevantes sobre el crecimiento económico, la balanza externa y la inflación.

Complementariamente, con datos nacionales de temperatura y precipitación, Chaverri Morales (2020) estima con un modelo econométrico que un aumento de un grado Celsius en la anomalía térmica<sup>1</sup> reduce significativamente el valor agregado de la industria y de la manufactura. En contraste, encuentra efectos estadísticamente no significativos sobre la agricultura y los servicios. A partir de estos resultados, es posible plantear la hipótesis de que, en el caso de agricultura y servicios, los impactos regionales heterogéneos podrían estar anulándose en la estimación nacional agregada; sin embargo, estos podrían causar impactos redistributivos en otras áreas. Esta posible compensación regional representa una motivación adicional para profundizar el análisis a escala subnacional, por ejemplo, a nivel cantonal, donde se podrían observar patrones específicos de vulnerabilidad o resiliencia frente al cambio climático.

La literatura internacional refuerza ese diagnóstico de heterogeneidad sectorial. Empleando un panel dinámico para los 48 estados de Estados Unidos entre 1963 y 2016, Mohaddes et al. (2023) encuentran que la agricultura se contrae tanto con temperaturas extremas como con precipitaciones anómalas, aun cuando existan medidas de adaptación. La manufactura también se ve afectada por calor, lluvias o nevadas inusuales, lo que aumenta la volatilidad y merma la productividad laboral. Sectores como minería, construcción, transporte y servicios presentan caídas adicionales ante días inusualmente fríos por interrupciones logísticas y menor consumo. Estos resultados revelan que los daños climáticos son amplios y persistentes, incluso en economías desarrolladas.

Diversos estudios advierten que las regiones tropicales, como Centroamérica, podrían ser de las más afectadas por el cambio climático. Según estimaciones de Kalkuhl y Wenz (2020), si la temperatura promedio mundial aumentara 3,5 °C para el año 2100, la economía global podría perder entre 7 % y 14 % de su producción. Estos datos refuerzan la preocupación de que

---

<sup>1</sup> Anomalía térmica: desviaciones de la temperatura media anual de un año con respecto a un período de referencia. En este caso se tomó como referencia el promedio observado entre 1903 y 1959.

países como Costa Rica podrían enfrentar consecuencias especialmente fuertes, sobre todo en cantones rurales, zonas costeras y regiones fronterizas (Kalkuhl & Wenz, 2020; Nawrotzki et al., 2023).

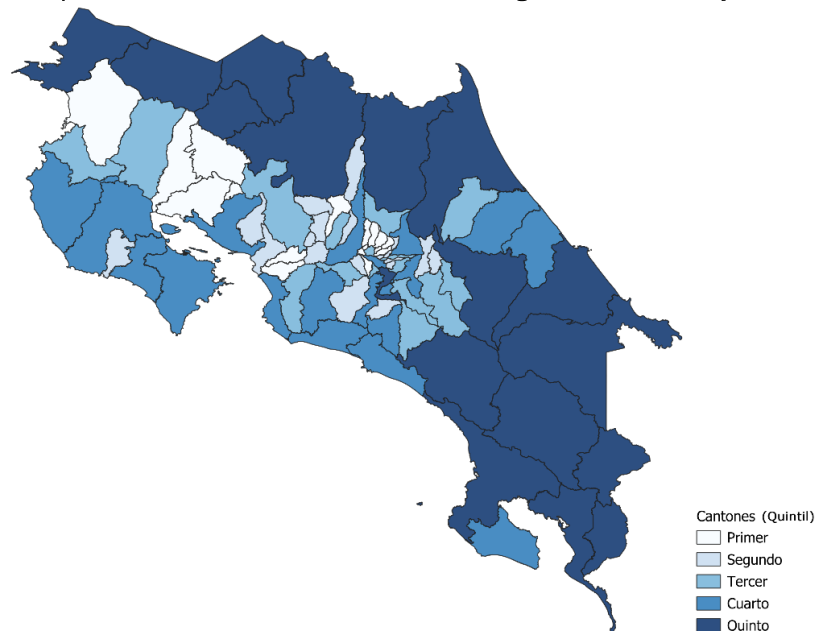
### **Vulnerabilidad de los sectores económicos a eventos climáticos**

En las últimas décadas, la variabilidad climática en Centroamérica se ha intensificado, provocando cambios más frecuentes e intensos en temperatura y lluvias (Castellanos et al., 2022). En Costa Rica, las proyecciones señalan escenarios cada vez más complejos, con aumentos sostenidos de temperatura y cambios en los patrones de precipitación. Según el Instituto Meteorológico Nacional (IMN, 2021), para el período 2021-2039 se prevén temperaturas promedio anuales superiores a 30°C en las regiones costeras y la zona norte del país. Sin embargo, las mayores variaciones en temperatura se proyectan específicamente para la zona norte y las áreas no costeras del Caribe. A mediano (2040–2069) y largo (2070–2099) plazo todo el territorio nacional experimentaría incrementos significativos en la temperatura promedio anual. Respecto a precipitación, el IMN (2021) indica que a corto plazo (2021-2039) aumentarían los volúmenes en el Pacífico Norte, Zona Norte, península de Osa, Cahuita y Sixaola, mientras que disminuirían en el Valle Central, cordillera Central y Talamanca. En el largo plazo, se anticipa un incremento de lluvias en la península de Nicoya, Zona Norte y zonas bajas del Caribe (Limón, Talamanca, Siquirres, Matina), Pacífico Central y Pacífico Sur.

Los patrones de precipitación proyectados adquieren especial relevancia al analizar el riesgo de inundaciones. Según el estudio de Quesada-Román (2022) el mayor riesgo de inundaciones por altas precipitaciones o exposición se ubica en cantones centrales como Belén, Curridabat, San José, Tibás, Montes de Oca y Grecia; mientras que, en las regiones periféricas, se menciona a Bagaces, Carillo, Cañas, Parrita, Quepos, Corredores, Los Chiles, Río Cuarto, Sarapiquí, Pococí, San Carlos, Guatuso, Siquirres, Parrita y Upala.

### Mapa 1

Frecuencia en quintiles de los eventos hidrometeorológicos entre 2012 y 2022

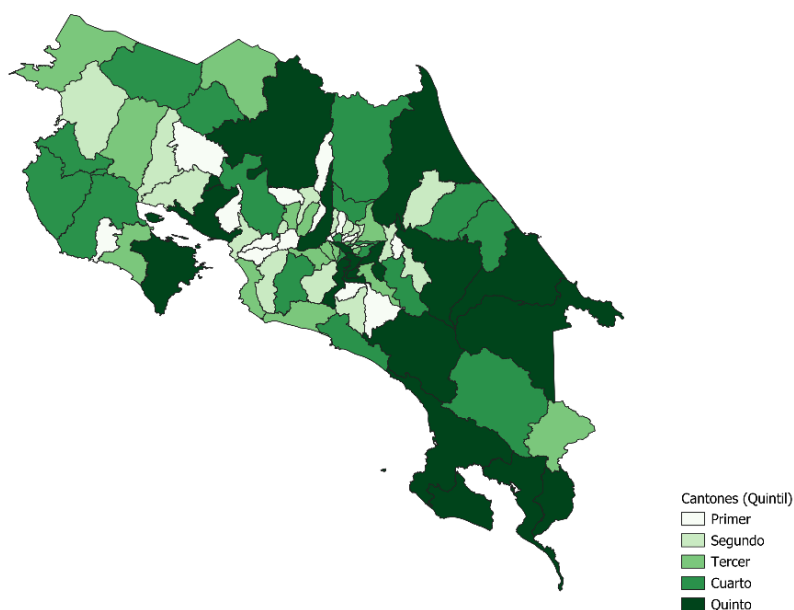


Nota: En el mapa los cantones están divididos por quintiles (grupos de 20% cada uno), ordenados según la frecuencia de eventos hidrometeorológicos. En el primer quintil se encuentran los cantones con menor frecuencia de eventos hidrometeorológicos, y en el quintil 5 los cantones con mayor frecuencia de estos eventos.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de DesInventar.

### Mapa 2

Frecuencia en quintiles de los eventos hidrometeorológicos entre 1970 y 2022



Fuente: Fuente: Elaboración propia con base en datos de DesInventar.

La vulnerabilidad social amplifica esta exposición. Las zonas rurales, costeras y fronterizas, precisamente donde se concentran las mayores proyecciones de cambio pluviométrico, presentan la mayor fragilidad socioeconómica. Esto se refleja en pocas oportunidades educativas y laborales, acceso limitado a servicios y dependencia de actividades sensibles al clima. Por el contrario, los cantones centrales, pese a tener mejores indicadores macroeconómicos, enfrentan mayor concentración poblacional y vial, riesgo hídrico y el mayor porcentaje de asentamientos informales (Nawrotzki et al., 2023; Quesada-Román, 2022). Esta combinación explica por qué estudios recientes identifican como "puntos críticos" climáticos a cantones rurales como Los Chiles, Matina, Talamanca y Buenos Aires, donde convergen exposición física elevada, sensibilidad socioeconómica y capacidades adaptativas limitadas (Nawrotzki et al., 2023).

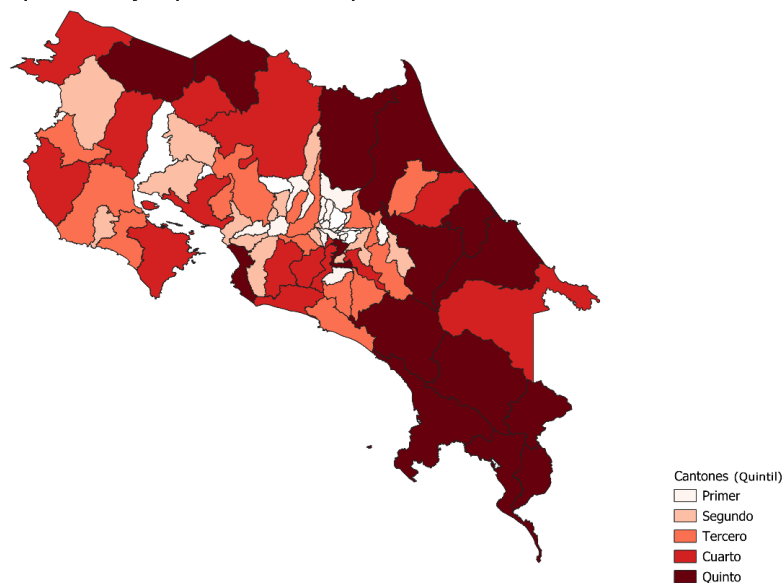
A partir de los insumos sobre eventos climáticos en Costa Rica se construyó la mapa 1, en la que se analiza la cantidad de eventos hidrometeorológicos<sup>2</sup> ocurridos entre 2012 y 2022. Se observa que los cantones de la zona norte, Caribe y el Sur del país son los lugares donde más eventos de este tipo han ocurrido en los últimos años. Además, para complementar la información, la mapa 2 presenta los daños monetarios, tanto por pérdidas como por reposición de insumos debido a eventos hidrometeorológicos, según cantón, a partir de los datos del MIDEPLAN. En ambos mapas, se observa que las regiones Huetar Norte y Brunca son las más afectadas.

---

<sup>2</sup> Los eventos hidrometeorológicos incluyen: aluviones, avenidas torrenciales, deslizamientos, inundaciones, lluvias, marejadas, sedimentaciones, tempestades, tormentas eléctricas, tornados y vendavales.

### Mapa 3

Nivel de pérdidas y reposiciones en quintiles de los eventos hidrometeorológicos entre 2012 y 2022



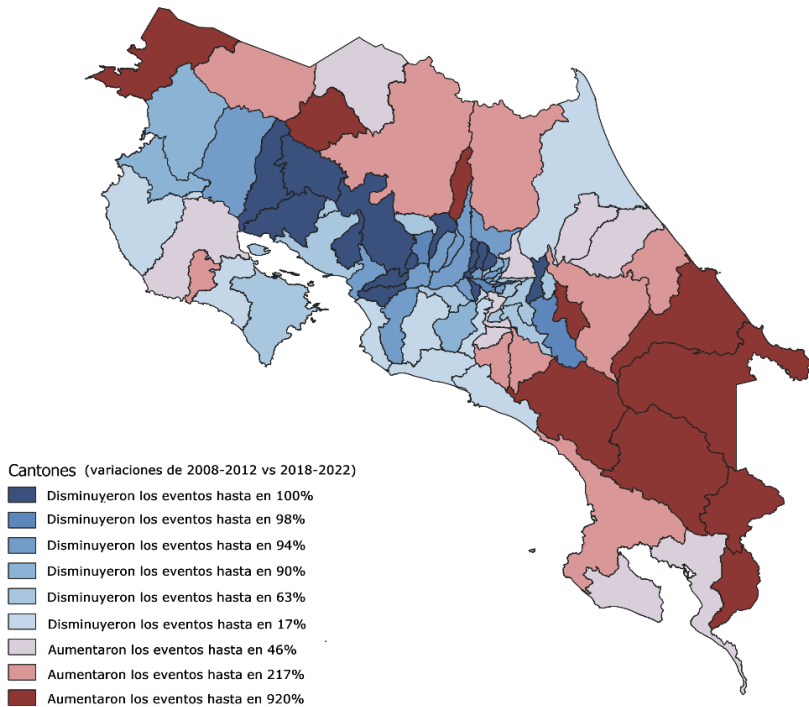
Nota: En el mapa los cantones están divididos por quintiles (grupos de 20% cada uno), ordenados según el monto económico al cual ascienden las pérdidas y reposiciones. En el primer quintil se encuentran los cantones con menor monto por pérdidas y reposiciones, y en el quintil 5 los cantones con mayor monto económico.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de MIDEPLAN.

Al comparar qué ha pasado en los últimos 10 años con la frecuencia de eventos climáticos, se compara el total de eventos ocurridos en el período 2008-2012 y el total de eventos ocurridos entre 2018 y 2022. En la Mapa 5 se observa que alrededor del 25% del territorio nacional, concentrado en los cantones de Guatuso, La Cruz, Grecia, Jiménez, Pérez Zeledón, Buenos Aires, Coto Brus, Corredores, Talamanca y Limón, incrementaron su exposición a eventos climáticos en hasta 920% en el período analizado. Asimismo, otros cantones como Upala, San Carlos, Sarapiquí, Matina, Turrialba, Tarrazú, Dota y Osa también presentan un crecimiento en la cantidad de eventos, aunque en menor magnitud.

#### Mapa 4

#### Evolución de los eventos hidrometeorológicos entre el 2008-2012 y 2018-2022



Fuente: Elaboración propia con base en datos de DesInventar.

Los estudios citados anteriormente en conjunto con los mapas presentados dejan en evidencia que la vulnerabilidad ante eventos climáticos en Costa Rica es, ante todo, un desafío de equidad territorial y social. Como advierte Groves et al. (2020), la inacción climática generaría costos significativos en crecimiento económico, afectando salud, productividad laboral e infraestructura física, con efectos que trascienden los sectores directamente expuestos.

### **Relación entre los sectores económicos y los eventos climáticos**

En esta sección se busca caracterizar la vulnerabilidad de los sectores económicos cantonales frente a eventos climáticos. Para ello, se retoma el concepto de *vulnerabilidad* expuesto en el marco conceptual. No obstante, previo a su abordaje, es necesario definir los sectores económicos considerados en este estudio ya que esta clasificación constituye la base del análisis posterior.

Así, las actividades económicas en las que se desagrega el Valor Agregado (VA) se agruparon en cinco sectores económicos<sup>3</sup>: agrícola, industrial, turismo, servicios y comercio. El cuadro 1 muestra el promedio de los últimos seis años para el peso en el valor agregado y el porcentaje de ocupación por sector. Como es bien conocido, la economía costarricense está fuertemente orientada al sector servicios, el cual genera el 61,1% del valor agregado con el 38,5% del empleo. La industrial, en cambio, presenta un equilibrio casi exacto entre su aporte al PIB (22,0%) y al empleo (21,6%). Por el contrario, los sectores agrícola y turismo son intensivos en mano de obra, conjuntamente emplean cerca del 19,5% de la población ocupada, pero generan solo 7,6% del valor agregado. Finalmente, el comercio, aunque representa una quinta parte del empleo (20,5%), aporta solo 9,3% al valor agregado.

#### Cuadro 1

Aportes de los sectores económicos en el valor agregado y los niveles de ocupación a nivel nacional

Sector	Proporción del Valor Agregado (%)	Porcentaje de ocupación (%)
Agrícola	4,7	12,4
Industrial	22,0	21,6
Turismo	2,9	7,1
Servicios	61,1	38,5
Comercio	9,3	20,5

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Central de Costa Rica y de las Encuestas Continuas de Empleo 2019-2024 del INEC.

En lo que resta del documento se añadirá el factor territorial o geográfico para poder comprender la relación entre los sectores y su desempeño económicos, exposición y vulnerabilidad ante las manifestaciones del cambio climático. Además, se utilizará el PIB

<sup>3</sup> El sector agropecuario incluye la actividad de agricultura, silvicultura y pesca. El sector industrial (también llamado sector secundario) incluye las actividades de manufactura, minas y canteras, suministro de electricidad, gas y vapor, y construcción, y las actividades de suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y contaminación. El sector turismo incluye la actividad de alojamiento y servicios. El sector servicios incluye las actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas, actividades de la salud humana y de asistencia social, actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas, actividades de servicios administrativos y de apoyo, actividades inmobiliarias, actividades profesionales, científicas y técnicas, administración pública, planes de seguridad social de afiliación obligatoria, transporte y almacenamiento, enseñanza, información y comunicaciones, y otras actividades de servicios. El sector comercio incluye la actividad de comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas. Cabe destacar que los sectores turismo, comercio y servicios en conjunto conforman el sector terciario.

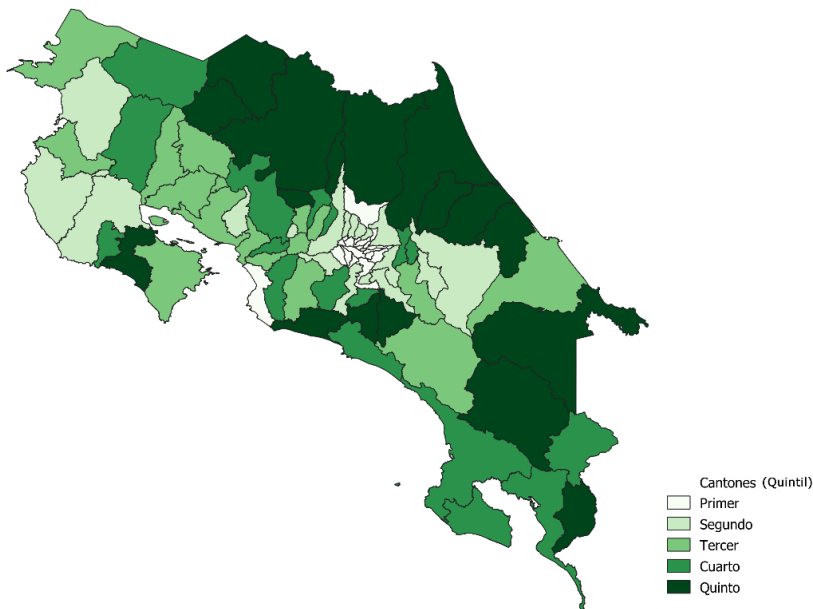
cantonal, el cual únicamente se encuentra disponible entre 2019 y 2021, pero se decidió no mostrar datos del 2020 por las afectaciones más directas de la pandemia.

### **Sector agrícola**

A pesar de la creciente diversificación de la economía costarricense, la agricultura continúa desempeñando un papel fundamental. La actividad agrícola representa el principal sustento económico de muchos hogares en una importante fracción del territorio nacional (Mapa 5). Especialmente en cantones con una marcada orientación hacia cultivos de exportación como el banano, la piña, la palma africana y el café. Estos productos generaron el mayor aporte al valor agregado del sector agrícola entre 2020 y 2023 (MAG, 2024), lo que explica su concentración territorial en las zonas donde dicho sector incide con más peso en la economía.

#### Mapa 5

Intensidad en quintiles del sector agrícola en el valor agregado cantonal



Nota: En el mapa los cantones están divididos por quintiles (grupos de 20% cada uno), ordenados según la concentración económica del sector agrícola a lo largo del territorio costarricense.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Central de Costa Rica.

No obstante, el sector agropecuario y pesquero ha sido identificado como uno de los más vulnerables al cambio climático (MINAE, 2022). En esa misma línea, SUGESE (2025) indica que los cambios proyectados en temperatura y precipitación podrían alterar significativamente los patrones de lluvia y las condiciones de sequía, afectando los rendimientos y la localización óptima de cultivos clave como café, banano, papa y frijol.

La distribución territorial y climática de los cultivos condiciona su exposición a fenómenos extremos. Por ejemplo, la palma africana, presente principalmente en Osa y otras zonas del Pacífico Central y Sur, enfrenta frecuentes lluvias intensas, inundaciones, sequías prolongadas y los efectos de los fenómenos de El Niño y La Niña. Estas condiciones afectan la productividad del cultivo mediante anegamiento de los suelos, estrés hídrico, desarrollo de enfermedades y pérdida de calidad en los frutos (Vignola et al., 2017).

Por su parte, la piña, cultivada en cantones como Buenos Aires, Osa, Pococí, Guácimo, Matina, Siquirres, Upala, San Carlos, Los Chiles, Río Cuarto, Sarapiquí y Guatuso, muestra distintos patrones de afectación climática según la región. En la Brunca, este cultivo enfrenta lluvias irregulares, sequías prolongadas y los efectos de El Niño y La Niña. En la Huetar Caribe, las amenazas son principalmente inundaciones y lluvias extremas; mientras que en la Huetar Norte predominan lluvias intensas, tormentas tropicales y temperaturas extremas. Todos estos eventos provocan pérdida de nutrientes, estrés hídrico, floraciones irregulares, pudrición de raíces y afectación de la calidad de los frutos (Vargas Céspedes et al., 2018).

El café, presente en varias regiones del país como el cantón de Dota, es particularmente vulnerable a lluvias extremas y sequías prolongadas. Las primeras ocasionan erosión de suelos, pérdida de nutrientes y aumento de enfermedades como la roya y el ojo de gallo; las segundas dificultan el llenado de frutos y elevan el riesgo de ataques de broca (Vignola et al., 2018). La intensidad y los efectos de la variabilidad climática afectarían la aptitud agroclimática para el café, especialmente en zonas bajas, y favorecerían la proliferación de plagas como la broca (Viguera et al., 2017; Villalobos & Retana, s.f.-b).

El banano concentrado en Matina, Pococí, Siquirres, Guácimo y Talamanca enfrenta amenazas similares. Las inundaciones y lluvias extremas provocan saturación de suelos, disminuyen la oxigenación y elevan la incidencia de pudrición radicular, mientras que las sequías prolongadas generan estrés hídrico y mayor presión de plagas (Vargas Céspedes et al., 2017).

La caracterización territorial de los principales cultivos deja en evidencia la marcada especialización territorial que acentúa la dependencia a condiciones climáticas específicas y de microclimas locales. Esto incrementa la vulnerabilidad del sector agrícola frente a la variabilidad climática. De acuerdo con Viguera et al. (2017), los cambios en temperatura y precipitación podrían reducir los rendimientos de cultivos como café y granos básicos y desplazar sus fronteras agrícolas tradicionales, requiriendo procesos de rezonificación.

A las exposiciones climáticas se suman limitaciones estructurales que agravan la vulnerabilidad del sector agrícola. Según el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MINAE, 2022), entre los principales factores de vulnerabilidad destacan bajos niveles de escolaridad en la población rural, alta informalidad laboral, pobreza persistente, dependencia de monocultivos, limitada integración a cadenas de valor y acceso restringido a servicios climáticos y financiamiento. Estas condiciones, sumadas a impactos como la alteración en la disponibilidad de agua, cambios en la distribución de plagas y daños a activos productivos, han reducido la productividad agropecuaria, generando pérdida de competitividad, inseguridad alimentaria y mayor pobreza en zonas rurales (MINAE, 2022).

Para describir cualitativamente la vulnerabilidad de cada sector económico, se utilizaron indicadores socioeconómicos junto con la cantidad de eventos climáticos registrados en los diez cantones con mayor concentración de valor agregado en el sector económico particular en 2019 y 2021.

Así, en el cuadro 2 y en los siguientes cuatro cuadros se presentan los indicadores disponibles para caracterizar la vulnerabilidad territorial de los sectores económicos. La columna llamada “Eventos hidrometeorológicos” muestra la cantidad de eventos registrados en 2019 o 2021, mientras que la columna “Eventos 10 años” indica la cantidad acumulada de eventos

meteorológicos<sup>4</sup> entre 2010 y 2019, o entre 2012 y 2021. Se incluyen ambos indicadores porque los registros anuales deben interpretarse con cautela: 2019 estuvo influenciado por un evento moderado de El Niño (Rodríguez, 2019), mientras que en 2021 se registró el fenómeno de La Niña acompañado de fuertes lluvias en la vertiente del Caribe (Orozco-Montoya & Brenes-Maykall, 2022). Por tanto, no es posible determinar si el aumento de eventos entre dos años responde a una intensificación real, a mejoras en los sistemas de reporte y monitoreo, o a una combinación de ambos factores. Finalmente, la columna “Coef. Agrícola” presenta el coeficiente de localización del sector agrícola, el cual mide el grado de concentración de esta actividad en cada cantón respecto al total nacional; a mayor valor, mayor es la concentración relativa del sector en el territorio.

En el cuadro 1 y cuadro 2 se observa que Matina, Río Cuarto y Los Chiles tienen un coeficiente de localización entre 9,33 y 12,42 indicando que el sector agrícola en esos cantones está entre 9,33 y 12,42 veces más concentrado que en el conjunto del país. Es decir, el peso del sector agrícola en la economía cantonal es mucho mayor que el peso de este sector en la economía nacional. Además, estos mismos cantones en conjunto con Zarcero presentan los mayores valores agregados per cápita del sector agrícola.

En cuanto a la exposición directa a sucesos climáticos, entre 2019 y 2021 hubo un aumento considerable en el número de eventos hidrometeorológicos reportados en casi todos los cantones. Al comparar esta variable con la cantidad acumulada de eventos históricos resaltan los cantones de Sarapiquí, Siquirres, Guatuso, Buenos Aires, Los Chiles y Matina como aquellos que más han experimentado algún tipo de afectación por eventos meteorológicos.

La sensibilidad territorial se manifiesta en las condiciones de vivienda y los indicadores del mercado laboral cantonal. Así, cantones como Matina, Río Cuarto, Los Chiles, Buenos Aires, Sarapiquí y Siquirres presentan el 50% o más de las viviendas en regular o mal estado. Además, se evidencian altos niveles de desempleo, especialmente en Los Chiles, Nandayure,

---

<sup>4</sup> Hidrometeorológicos y sequías.

Guácimo y Buenos Aires. Simultáneamente, en algunos cantones como Matina, Río Cuarto y Los Chiles, la mitad o más de la población ocupada labora en el sector primario.

La capacidad adaptativa también muestra una fragilidad importante a nivel territorial pues Zarceró es el único cantón con condiciones favorables: el mayor Índice de Desarrollo Humano (IDH), alto Índice de Competitividad Cantonal (ICC), bajo Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) y alto valor agregado per cápita del sector agrícola. En cambio, el resto de los cantones indicadores menos favorables. En particular, Matina, Los Chiles y Buenos Aires enfrentan la situación más crítica en estos indicadores.

Al analizar en conjunto todos los indicadores, resaltan como más vulnerables los cantones agrícolas de Los Chiles, Matina, Buenos Aires y Sarapiquí. Mientras que Zarceró se posiciona como el menos vulnerable, pese a ser un territorio donde se concentra la actividad agrícola.

Cuadro 2

Características de los diez principales cantones donde el sector agrícola mayor peso relativo en las economías local y nacional

Año	Cantón	Eventos hidro-meteorológicos	Eventos 10 años	Estado vivienda		Porcentaje desempleo	Porcentaje ocupación			IPM	ICC	IDH	VA agrícola per cápita 1/	Coef. Agrícola
				Bueno	Regular o Malo		Sector primario	Sector secundario	Sector terciario					
2019	Matina	1	57	41,10	58,90	10,30	55,90	5,90	38,20		0,32	0,60	2,29	12,42
	Río Cuarto	0	20	48,40	51,60	7,50	51,70	9,90	38,40			0,74	1,67	11,53
	Los Chiles	0	75	36,70	63,30	13,00	49,80	5,50	44,70		0,34	0,65	1,48	9,33
	Zarcero	1	28	69,70	30,30	5,60	31,50	18,70	49,80		0,43	0,78	2,16	8,17
	Guácimo	0	38	50,30	49,70	11,30	41,80	13,40	44,80		0,41	0,67	1,00	7,67
	Buenos Aires	0	44	43,20	56,80	11,20	42,00	7,60	50,40		0,34	0,64	0,69	7,21
	Sarapiquí	1	124	43,30	56,70	10,80	46,50	9,40	44,10		0,35	0,70	1,11	6,98
	Nandayure	0	87	45,90	54,10	12,80	24,60	12,10	63,30		0,40	0,69	0,90	6,35
	Dota	0	29	72,10	27,90	6,90	36,50	14,30	49,20		0,43	0,66	0,97	6,22
	Siquirres	1	86	46,50	53,50	10,00	41,10	12,20	46,70		0,40	0,72	1,40	6,03
2021	Matina	79	116	41,10	58,90	10,30	55,90	5,90	38,20	10,73%	0,30	0,60	2,49	12,17
	Río Cuarto	12	29	48,40	51,60	7,50	51,70	9,90	38,40	5,86%		0,73	1,84	11,75
	Los Chiles	26	102	36,70	63,30	13,00	49,80	5,50	44,70	24,45%	0,33	0,57	1,62	10,38
	Guácimo	24	55	50,30	49,70	11,30	41,80	13,40	44,80	8,14%	0,41	0,65	1,14	7,78
	Guatuso	70	142	36,40	63,60	11,00	38,30	8,50	53,20	11,79%	0,32	0,66	1,00	7,66
	Sarapiquí	81	181	43,30	56,70	10,80	46,50	9,40	44,10	12,25%	0,35	0,67	1,24	7,65
	Buenos Aires	0	118	43,20	56,80	11,20	42,00	7,60	50,40	12,40%	0,31	0,61	0,85	7,60
	Zarcero	0	19	69,70	30,30	5,60	31,50	18,70	49,80	6,18%	0,41	0,77	1,92	6,31
	Siquirres	62	108	46,50	53,50	10,00	41,10	12,20	46,70	10,04%	0,41	0,69	1,61	6,11
	Parrita	0	65	47,80	52,20	10,20	21,50	14,30	64,20	8,26%	0,38	0,69	1,13	5,45

1/ Valor agregado en millones de colones.

Nota: Los colores indican el nivel de criticidad del valor de cada variable en cada cantón. El rojo representa las situaciones más críticas y el verde las menos críticas, con una gradación intermedia que refleja niveles progresivos de menor criticidad.

Fuente: Elaboración propia.

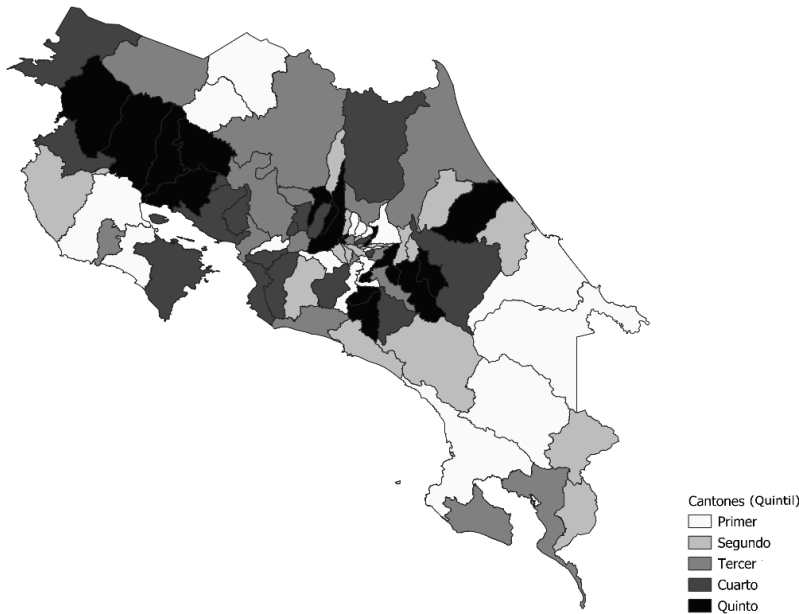
### **Sector industrial**

El sector industrial comprende las actividades de manufactura, construcción, minería y el suministro de servicios básicos como agua y electricidad. En la última década, la producción del sector industrial creció más de 40%, impulsada sobre todo por la manufactura, cuya participación pasó del 62 % en 2014 al 69 % en 2024. Este dinamismo se asocia al auge de dispositivos médicos, electrónica avanzada y agroindustria, actividades que han posicionado al país como nodo regional en cadenas globales de valor (BBC News, 2024).

Entre los cantones con mayor desarrollo en concentración del sector industrial se encuentran Belén, Flores, Grecia, Alajuela y Santo Domingo (Mapa 6), con actividades seguramente muy relacionadas a la manufactura, debido a que estos cantones concentran parques industriales y zonas francas que albergan empresas del sector eléctrico y electrónico, dispositivos médicos, plásticos, metalmecánica y otros productos manufacturados (PROCOMER, s.f.).

#### **Mapa 6**

Intensidad en quintiles del sector industrial en el valor agregado cantonal



Nota: En el mapa los cantones están divididos por quintiles (grupos de 20% cada uno), ordenados según la concentración económica del sector industrial a lo largo del territorio costarricense.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Central de Costa Rica.

La construcción ha experimentado una disminución relativa dentro del sector industrial, de 25% en 2014 a 19% en 2024. A pesar de esta reducción, sigue siendo un motor relevante para la generación de empleo. Según datos de la Encuesta Nacional de Hogares, en 2024 este sector empleaba al 32% de las personas ocupadas en la industria, lo que representa 6,3% de la ocupación nacional. Sin embargo, la actividad constructiva se puede ver afectada positiva o negativamente por eventos climáticos, como las inundaciones recurrentes en varias zonas del país, las cuales interrumpen proyectos de infraestructura y elevan los costos de construcción y reconstrucción (Banco Mundial, 2024; Oruc et al., 2024).

Las actividades de suministro de electricidad, agua y saneamiento han representado entre el 11% y 12% de la producción del sector industrial de los últimos 10 años. En Costa Rica, la generación eléctrica depende en gran medida de la hidroelectricidad, que representa más del 70% de la generación nacional. Esta concentración expone al sistema a una alta vulnerabilidad frente a la variabilidad climática, especialmente ante las alteraciones en los patrones de precipitación y los aumentos de temperatura (SUGESE, 2025; MINAE, 2015). Durante los períodos secos, la reducción en los caudales de los ríos y en los niveles de los embalses afecta la capacidad de generación, mientras que el aumento de la temperatura intensifica la evaporación en estas fuentes, agravando las tensiones sobre el sistema hidroeléctrico. Esta situación incide directamente sobre el sector industrial, dada su alta dependencia del suministro energético, y genera un riesgo operativo indirecto para otros sectores económicos. Las sequías prolongadas, cada vez más frecuentes, no solo limitan la producción eléctrica, sino que elevan la demanda energética, comprometiendo así la estabilidad del sistema (Esquivel et al., 2016; World Economic Forum & Boston Consulting Group, 2025).

En este contexto, varios cantones presentan instalaciones clave para el sistema energético nacional, las cuales también enfrentan riesgos derivados de la variabilidad climática actual. En Paraíso se ubica la planta hidroeléctrica de Cachí, que depende de los ríos Reventazón y Pejibaye; Cañas, en Guanacaste, alberga la planta Sandillal; y en Tilarán, las subestaciones vinculadas al embalse Arenal se complementan con parques eólicos. Bagaces es sede de las plantas geotérmicas Miravalles, mientras que en Liberia opera la planta Las Pailas (Trejos, 2021). Aunque estas infraestructuras diversifican la matriz eléctrica y fortalecen la seguridad

energética, su funcionamiento también se ve condicionado por cambios en los patrones de lluvia y por temperaturas extremas que pueden afectar, por ejemplo, la presión en los sistemas geotérmicos.

El Plan Nacional de Adaptación (MINAE, 2022) advierte que los impactos del cambio climático sobre el recurso hídrico tendrán consecuencias multisectoriales, entre ellas: aumento de los costos de producción hidroeléctrica, mayor frecuencia de sequías, en particular en la Región Chorotega, incremento de incendios forestales, daños a la infraestructura de captación y conducción, conflictos por el acceso al agua y pérdida de competitividad en sectores productivos. Estos efectos, acumulativamente, ponen en riesgo la seguridad hídrica y energética del país, ya afectada por la contaminación y la creciente presión sobre la demanda. Esta vulnerabilidad hídrica y energética afecta directamente la competitividad del sector industrial y representa, además, un riesgo operativo para el resto de la economía.

Para describir la vulnerabilidad general del sector industrial ante eventos climáticos, se analiza el cuadro 3. En este cuadro el coeficiente de localización indica que, en los cantones de Jiménez, Bagaces, Alajuela y Tilarán, el sector industrial representa entre 2,44 y 3,52 el peso de este sector en la economía costarricense. De estos cantones, Alajuela destaca por ser el que tiene el mayor valor agregado per cápita del sector.

En cuanto a la exposición climática, en 2019 únicamente Alajuela, Cartago, Paraíso y Poás reportaron eventos, mientras que en 2021 solamente Jiménez, Alajuela y Cartago registraron algún tipo de evento meteorológico. Al considerar el conteo histórico de eventos meteorológicos, destacan Alajuela, Cartago y Bagaces por tener la mayor cantidad.

Los cantones con mayor concentración del sector industrial presentan mejores indicadores en materia de sensibilidad y capacidad adaptativa, en comparación con los cantones agrícolas (Cuadro 3). En general, hay mayor porcentaje de viviendas en buen estado, pero todavía en Bagaces y Abangares más de la mitad de las viviendas se encuentra en condiciones regulares o malas. Flores, Cartago y Alajuela son los cantones con el mayor porcentaje de viviendas en buen estado (por encima de 67%). Por otro lado, Bagaces, Liberia y Abangares registran los mayores porcentajes de población desempleada. Adicionalmente, resalta que, pese a que los

cantones mostrados en el cuadro son los que tienen más concentración del sector industrial, el porcentaje de personas ocupadas en este sector, correspondiente al sector secundario, no sobrepasa el 30%, y en el caso de Jiménez y León Cortés Castro el sector primario contribuye considerablemente al empleo cantonal.

En cuanto a los indicadores proxy de la capacidad adaptativa, la pobreza multidimensional tiende a ser alta, especialmente en Bagaces, Jiménez y León Cortés Castro. El ICC es más bajo en León Cortés Castro, Jiménez, Abangares y Tilarán. Por otra parte, los cantones con IDH más bajo son León Cortés Castro, Bagaces y Abangares. No obstante, cabe resaltar que los IDH registrados por los cantones industriales tienden a ser altos. Finalmente, Poás, Abangares, León Cortés Castro y Paraíso presentan el menor valor agregado industrial per cápita.

De esta manera, se observa que León Cortés Castro, Bagaces, Jiménez y Abangares son los cantones con mayor concentración económica del sector industrial que presentan una combinación de indicadores que los convierte en los más vulnerables del sector. Además, esta descripción sugiere que la vulnerabilidad climática en el sector industrial opera a través de mecanismos distintos a los del sector agrícola; mientras que en este último los impactos están más relacionados con el daño directo a los recursos naturales, como la pérdida de cultivos por sequías o inundaciones, la degradación del suelo o la alteración de los ciclos de siembra y cosecha, en el sector industrial los efectos se manifiestan con mayor intensidad en la interrupción de la infraestructura crítica (energética, vial, hídrica). Esto significa que, aunque ambos sectores son sensibles a los eventos climáticos extremos, el tipo de exposición y la forma en que se materializa el riesgo son estructuralmente diferentes.

Cuadro 3

Características de los diez principales cantones donde el sector industrial tiene mayor peso relativo en las economías local y nacional

Año	Cantón	Eventos hidro-meteorológicos	Eventos 10 años	Estado vivienda		Porcentaje desempleo	Porcentaje ocupación			IPM	ICC	IDH	VA industrial per cápita 1/	Coef. Industrial
				Buena	Regular o Mala		Sector primario	Sector secundario	Sector terciario					
2019	Jiménez	0	22	60,00	40,00	9,40	26,00	16,00	58,00		0,37	0,72	3,60	3,52
	Bagaces	0	87	47,30	52,70	14,30	18,70	16,20	65,10		0,41	0,73	4,05	3,11
	Alajuela	3	191	67,30	32,70	8,00	3,60	29,20	67,20		0,61	0,80	5,66	2,68
	Tilarán	0	32	60,80	39,20	8,20	16,00	14,00	70,00		0,44	0,77	5,11	2,67
	Poás	1	29	61,70	38,30	7,60	8,80	28,60	62,60		0,47	0,77	1,95	2,27
	Liberia	0	40	57,50	42,50	11,70	4,70	13,40	81,90		0,48	0,76	3,92	2,20
	Abangares	0	38	48,40	51,60	10,40	14,70	19,30	66,00		0,41	0,74	1,80	2,00
	León Cortés Castro	0	17	55,80	44,20	9,10	42,10	10,90	47,00		0,34	0,68	1,94	1,99
	Cartago	3	123	69,40	30,60	8,00	6,80	23,10	70,10		0,58	0,81	2,73	1,90
	Paraíso	2	67	65,30	34,70	8,80	9,70	23,40	66,90		0,45	0,77	1,37	1,78
2021	Jiménez	42	58	60,00	40,00	9,40	26,00	16,00	58,00	7,14%	0,37	0,76	3,65	3,05
	Alajuela	1	115	67,30	32,70	8,00	3,60	29,20	67,20	4,64%	0,64	0,78	6,71	2,73
	Bagaces	0	73	47,30	52,70	14,30	18,70	16,20	65,10	8,02%	0,40	0,69	3,15	2,64
	Tilarán	0	23	60,80	39,20	8,20	16,00	14,00	70,00	5,36%	0,42	0,75	3,65	2,44
	León Cortés Castro	0	19	55,80	44,20	9,10	42,10	10,90	47,00	7,57%	0,35	0,72	2,21	2,17
	Liberia	0	23	57,50	42,50	11,70	4,70	13,40	81,90	6,33%	0,46	0,73	4,50	2,17
	Cartago	1	89	69,40	30,60	8,00	6,80	23,10	70,10	6,12%	0,60	0,80	3,89	2,13
	Flores	0	6	81,50	18,50	5,00	1,70	24,10	74,20	1,86%	0,55	0,80	5,31	2,09
	Poás	0	18	61,70	38,30	7,60	8,80	28,60	62,60	6,10%	0,47	0,75	1,56	1,83
	Abangares	0	28	48,40	51,60	10,40	14,70	19,30	66,00	6,42%	0,42	0,71	1,71	1,78

1/ Valor agregado en millones de colones.

Nota: En el cuadro, el color rojo representa las situaciones más críticas y el verde las menos críticas, con una gradación intermedia que refleja niveles progresivos de menor criticidad.

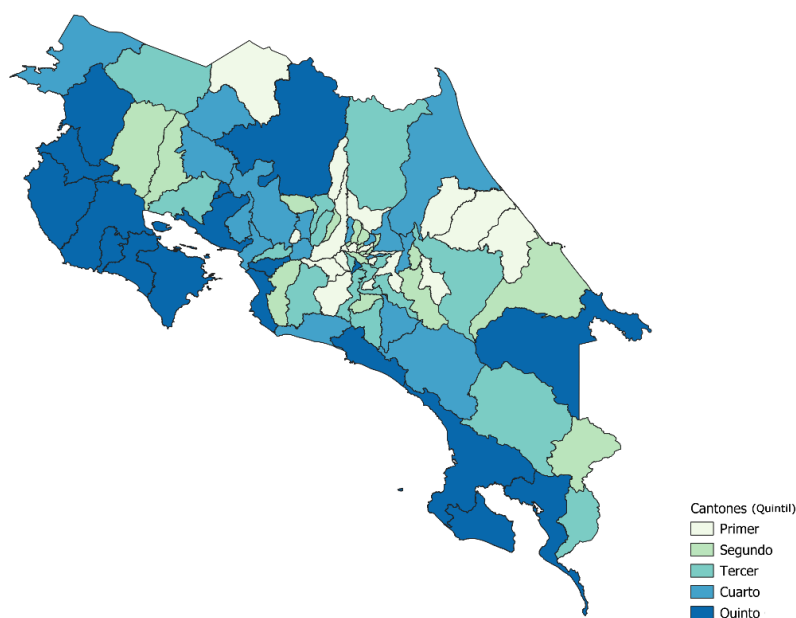
Fuente: Elaboración propia.

### **Sector turismo y restaurantes**

El turismo es una de las principales fuentes de divisas de Costa Rica y un generador clave de empleo en zonas costeras y rurales, a pesar de su modesta contribución al valor agregado nacional (Hartley-Ballesteros & Suárez-Espinoza, 2020). Su actividad concentra una parte significativa de la economía local en Carrillo, con las playas del Coco, Ocotal, Matapalo y Hermosa; en Quepos con el Parque Nacional Manuel Antonio, en Garabito con playas como Jacó y Hermosa, en Santa Cruz, con playas como Tamarindo y Flamingo, en Talamanca con playas como Cahuita y Puerto Viejo, en Osa con playas como Uvita y Ventanas y en el caso de San Carlos con el volcán Arenal (mapa 7).

#### **Mapa 7**

Intensidad del sector turismo y restaurantes en el valor agregado cantonal



Nota: En el mapa los cantones están divididos por quintiles (grupos de 20% cada uno), ordenados según la concentración económica del sector turismo y restaurantes a lo largo del territorio costarricense.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Central de Costa Rica.

El éxito de la actividad turística descansa en la riqueza natural del país. Productos como el ecoturismo, el turismo de aventura, de sol y playa dependen del clima, de la biodiversidad y de la conservación de áreas protegidas. De ahí, la alta vulnerabilidad del sector ante la variabilidad climática y los eventos extremos. Sequías, inundaciones y el ascenso del nivel del mar

modifican la línea costera y afectan infraestructuras y atractivos naturales (ICT, 2022). En Guanacaste, por ejemplo, la extracción hídrica creció de 4,86 a 18,4 millones de m<sup>3</sup> anuales entre 2010 y 2015, generando tensiones entre demanda turística y comunidades locales (Hartley-Ballesteros & Suárez-Espinoza, 2020, p. 61). Huracanes y tormentas tropicales han provocado pérdidas millonarias en infraestructura, mientras la degradación de manglares y arrecifes reduce el atractivo de destinos clave.

El turismo en Costa Rica depende en gran medida de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos que sostienen su imagen como un destino verde, con playas limpias y bosques escasamente intervenidos. Por ello, los factores que afectan negativamente a la biodiversidad también comprometen la sostenibilidad de esta actividad económica. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MINAE, 2022) identifica diversos factores de vulnerabilidad asociados a la biodiversidad, entre ellos la fuerte dependencia del capital natural y de los servicios ecosistémicos, la extracción y contaminación no sostenibles, la escasez de encadenamientos que valoricen la biodiversidad de forma responsable, los conflictos entre usuarios por el uso de recursos y la limitada aplicación del conocimiento técnico en conservación. Estas condiciones también afectan directamente al turismo, un sector altamente expuesto a los impactos de la variabilidad climática y ambiental.

Los efectos del cambio climático, como lluvias intensas, calor extremo o la degradación de los destinos turísticos generan cancelaciones, dificultades en el transporte y pérdida de competitividad, afectando así los medios de vida de las comunidades locales (MINAE, 2022). La Superintendencia General de Seguros (SUGESE, 2025) reporta que la Región Chorotega ha sufrido daños recurrentes provocados por sequías, inundaciones, huracanes y tormentas tropicales. En particular, el litoral Pacífico Norte y Central, donde se concentra una proporción significativa de la actividad turística del país, se proyecta como una de las zonas más afectadas por los cambios en temperatura y precipitación.

La intensificación de eventos extremos conlleva pérdidas materiales, interrupciones en las operaciones, reducción de ingresos y deterioro ambiental. A ello se suman amenazas más persistentes, como la erosión costera, el aumento del nivel del mar y los deslizamientos, que

comprometen la infraestructura turística. Las sequías prolongadas, además, favorecen la propagación de incendios que degradan áreas protegidas y parques nacionales esenciales para el ecoturismo. Estas condiciones ponen en riesgo los flujos turísticos y, con ello, la contribución del turismo a la reducción de la pobreza y al desarrollo económico en territorios particularmente vulnerables (ICT, 2022).

En este contexto, la cuadro 5 presenta los cantones con mayor concentración económica del sector turístico, permitiendo identificar aquellos territorios donde los impactos climáticos podrían tener mayores repercusiones económicas y sociales. Los coeficientes de localización para los 10 cantones con mayor concentración económica del sector en 2019 y 2021, se ubican entre 2,32 y 7,26 veces por encima del peso que tiene este sector en la economía nacional. Destacan Quepos, Garabito, Carrillo, Santa Cruz y Talamanca.

En cuanto a la exposición a eventos climáticos, la cantidad de eventos registrados en un período de 10 años deja en evidencia lo que la literatura previamente ya mencionaba. Es decir, que cantones como Carrillo, Santa Cruz, La Cruz, Nandayure, Nicoya, Garabito, Quepos, Osa, Talamanca y San Carlos se encuentran en regiones que sufrirían con mayor intensidad las variaciones en temperatura y precipitación, experimentando en ciertos años una mayor incidencia de sequías y, en otros, un incremento en las precipitaciones. Esto se refleja en los más de 200 eventos registrados en Osa y Talamanca.

Por otro lado, la sensibilidad socioeconómica es alta en varios territorios. Especialmente en La Cruz, Talamanca y Nandayure, cantones con alto porcentaje de desempleo, entre un 25% y 30% de población laborando en el sector primario, y mayoría de viviendas en mal o regular estado. Por su parte, Carrillo, Nicoya y Garabito muestran los mejores indicadores en conjunto de esta dimensión.

Respecto a la capacidad de respuesta, asociada a los recursos para responder a amenazas, los datos señalan que Talamanca y Nandayure son los cantones del sector turismo y restaurantes que tendrían la menor capacidad de respuesta. A nivel más desagregado, se tiene que Talamanca, San Carlos, La Cruz y Osa son los que presentan la mayor pobreza multidimensional, mientras que la menor pobreza multidimensional la presenta el cantón de

Santa Cruz. El índice de competitividad cantonal más alto lo tiene Montes de Oca, Nicoya y San Carlos. Los IDH más bajos están en Talamanca, La Cruz, Nandayure, Garabito y Quepos. Por su parte, Nandayure y Nicoya registran los más bajos valores agregados per cápita por turismo y restaurantes.

El análisis anterior señala a La Cruz, Talamanca, Nandayure, Osa y Quepos como los cantones del sector turismo y restaurantes que sería más vulnerable a la variabilidad climática. Estos cantones combinan una baja sensibilidad y capacidad para responder a eventos climáticos, además de una exposición moderada o alta a eventos meteorológicos.

Cuadro 4

Características de los diez principales cantones donde el sector turismo y restaurantes tiene mayor peso relativo en las economías local y nacional

Año	Cantón	Eventos hidro-meteorológicos	Eventos 10 años	Estado vivienda			Porcentaje ocupación			IPM	ICC	IDH	VA turismo per cápita 1/	Coef. Turismo
				Bueno	Regular o Malo	Porcentaje desempleo	Sector primario	Sector secundario	Sector terciario					
2019	Carrillo	0	77	57,10	42,90	9,10	7,50	15,60	76,90		0,49	0,72	1,25	7,04
	Quepos	0	114	43,80	56,20	9,30	19,40	12,50	68,10		0,49	0,70	1,38	6,80
	Talamanca	0	39	40,10	59,90	11,80	30,40	11,10	58,50		0,32	0,63	0,60	5,15
	Garabito	0	64	49,90	50,10	8,20	6,60	18,00	75,40		0,46	0,69	1,18	5,05
	Santa Cruz	5	88	53,10	46,90	10,40	5,70	14,60	79,70		0,48	0,72	0,85	5,01
	Osa	0	215	46,50	53,50	10,60	25,20	13,10	61,70		0,44	0,72	0,68	4,52
	La Cruz	0	85	36,80	63,20	21,00	30,60	9,00	60,40		0,40	0,64	0,50	4,33
	Nandayure	0	87	45,90	54,10	12,80	24,60	12,10	63,30		0,40	0,69	0,31	2,74
	Nicoya	1	69	46,90	53,10	10,50	7,60	16,50	75,90		0,44	0,74	0,34	2,41
	Montes de Oca	0	23	77,50	22,50	6,80	1,70	11,40	86,90		0,63	0,87	1,41	2,32
2021	Quepos	1	81	43,80	56,20	9,30	19,40	12,50	68,10	7,79%	0,41	0,68	1,00	7,26
	Garabito	1	51	49,90	50,10	8,20	6,60	18,00	75,40	7,92%	0,46	0,68	1,18	7,13
	Santa Cruz	0	108	53,10	46,90	10,40	5,70	14,60	79,70	6,47%	0,46	0,70	0,83	6,95
	Carrillo	0	59	57,10	42,90	9,10	7,50	15,60	76,90	7,55%	0,45	0,69	0,81	6,41
	Talamanca	166	203	40,10	59,90	11,80	30,40	11,10	58,50	19,80%	0,27	0,62	0,49	5,86
	Nandayure	0	82	45,90	54,10	12,80	24,60	12,10	63,30	9,26%	0,43	0,69	0,37	4,72
	Osa	0	220	46,50	53,50	10,60	25,20	13,10	61,70	11,45%	0,42	0,70	0,55	4,72
	Nicoya	1	84	46,90	53,10	10,50	7,60	16,50	75,90	8,10%	0,48	0,71	0,29	2,87
	San Carlos	46	157	56,50	43,50	9,10	22,40	14,30	63,30	10,13%	0,47	0,72	0,37	2,67
	Alajuelita	1	22	54,10	45,90	12,40	1,60	21,40	77,00	7,17%	0,42	0,72	0,12	2,48

1/ Valor agregado en millones de colones.

Nota 1: Los colores indican el nivel de criticidad del valor de cada variable en cada cantón. El rojo representa las situaciones más críticas y el verde las menos críticas, con una gradación intermedia que refleja niveles progresivos de menor criticidad.

Nota 2: La incorporación de Montes de Oca y Alajuelita entre los diez principales cantones podría explicarse por la definición del sector turismo como alojamiento y servicios de comida, lo que podría haber aumentado su peso sectorial por la concentración de este último tipo de actividades.

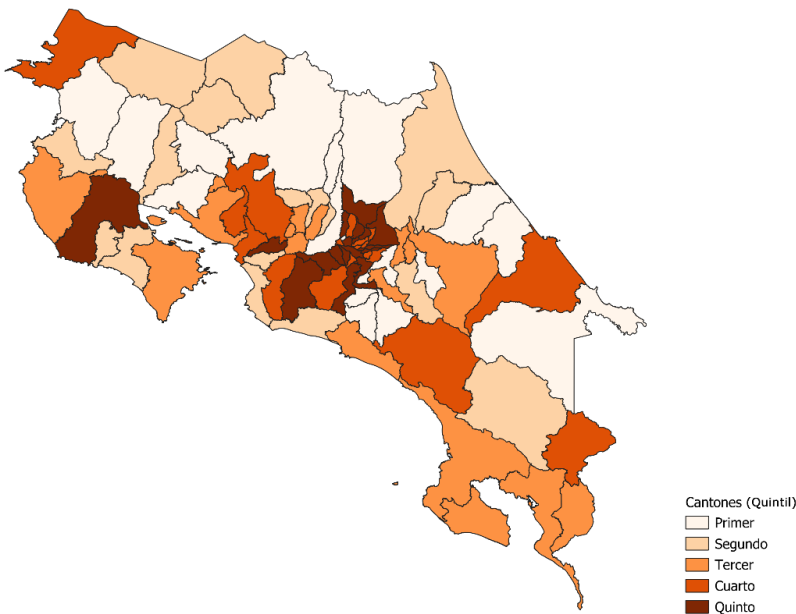
Fuente: Elaboración propia.

### **Sector servicios**

El sector servicios de Costa Rica engloba actividades esenciales como salud, educación, tecnología, ciencia, ingeniería, transporte, gestión administrativa y proyectos inmobiliarios ubicados principalmente en la Gran Área Metropolitana, como los cantones de San José, Curridabat, Moravia, Escazú y Santa Ana (mapa 8). En esos lugares, hospitales y clínicas de referencia coexisten con desarrollos de vivienda de alto valor y una creciente presencia de empresas consultoras. Servicios públicos y de emergencia alcanzan a zonas más alejadas como Pérez Zeledón, donde la atención se articula en comunidades rurales o aisladas del centro del país.

#### **Mapa 8**

Intensidad en quintiles del sector servicios en el valor agregado cantonal



Nota: En el mapa los cantones están divididos por quintiles (grupos de 20% cada uno), ordenados según la concentración económica del sector servicios a lo largo del territorio costarricense.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Central de Costa Rica.

La concentración de infraestructura crítica en espacios expuestos a fenómenos

hidrometeorológicos convierte a los servicios en un sector vulnerable. Por ejemplo, las

inundaciones obstaculizan el acceso a centros de salud y educación, dañan su infraestructura y además repercuten sobre la vida cotidiana de las personas (Pant et al., 2018).

El rezago en infraestructura agrava estos riesgos: las reparaciones anuales por desastres escala entre el 1% y 2% del PIB (Pomareda García, 2023). El Plan Nacional de Adaptación del MINAE (2022), identifica una red vial de baja calidad, débil conectividad entre zonas productivas y los principales centros económicos, cobertura limitada de telecomunicaciones en áreas rurales y equipamientos obsoletos en centros poblados. El mismo MINAE indica que, a los problemas anteriores se suman un desarrollo urbano con escasos espacios recreativos, la ausencia de ordenamiento territorial y costero de largo plazo y la falta de financiamiento para que comunidades y empresas adopten tecnología de adaptación. Estas debilidades amplifican los impactos climáticos: las temperaturas extremas y las islas de calor elevan la demanda de agua y energía; lluvias intensas, oleajes y migración de la línea costera dañan carreteras, puentes, puertos y sistemas de abastecimiento; las inundaciones interrumpen servicios vitales y encarecen la operación de todas las actividades productivas. Se genera así un círculo de pérdidas y daños que desincentiva inversiones, erosiona la competitividad y reduce empleo, configurando un riesgo sistémico para el desarrollo del país.

La vulnerabilidad territorial del sector servicios se configura a partir de los efectos directos e indirectos de los eventos climáticos. Este sector presenta una mayor concentración en cantones como San Rafael y Montes de Oca. Sin embargo, los coeficientes de localización de los diez principales cantones se ubican en un rango que oscila entre 1,23 y 1,42 veces la participación promedio del sector servicios a nivel nacional (cuadro 5). Estos cantones no están exentos de la ocurrencia de eventos climáticos; en particular, San José, Desamparados y Puriscal han registrado más de 125 eventos meteorológicos en una década.

En cuanto a la sensibilidad socioeconómica, la mayoría de estos cantones presenta condiciones habitacionales relativamente favorables: en todos, excepto San Mateo, Puriscal, Montes de Oro y Aserrí, más del 60% de las viviendas se encuentra en buen estado, lo que contrasta con los sectores analizados previamente. Las tasas de desempleo tienden a ser bajas, aunque San José, San Mateo, Montes de Oro y Aserrí muestran niveles ligeramente superiores al 10%. Además, más del 65% de la población ocupada trabaja en el sector terciario, mientras que la participación en el sector primario es bastante pequeña, con excepción de San Mateo.

Por su parte, la capacidad adaptativa muestra diferencias más pronunciadas. Aunque los niveles del índice de pobreza multidimensional no son elevados en general, cantones como Montes de Oro, San José, Aserrí y Mora presentan los valores más altos dentro del grupo. En cuanto al Índice de Desarrollo Humano (IDH), la mayoría de los cantones vinculados al sector servicios exhibe niveles elevados, aunque San Mateo, Puriscal, Montes de Oro, Desamparados y Aserrí registran los valores más bajos en este indicador. A esto se suma que la competitividad cantonal resulta especialmente baja en San Mateo, Puriscal, Montes de Oro y Aserrí. Finalmente, Santa Bárbara y Aserrí presentan el menor valor agregado per cápita del sector servicios.

La especialización en servicios, por sí sola, no garantiza capacidad de respuesta y menor sensibilidad a la exposición a eventos climáticos. Aunque en el caso de Montes de Oro, que ha sido identificado en la literatura como un cantón con alto peligro de inundaciones, sí lo es pues presenta bajo porcentaje de desempleo, el menor IPM, de los ingresos promedio más altos del grupo, alta escolaridad y también un alto IDH. Por otro lado, San Mateo, Puriscal, Aserrí, Montes de Oro y San José, serían los cantones del sector servicios más vulnerables a la variabilidad climática.

Cuadro 5

Características de los diez principales cantones donde el sector servicios tiene mayor peso relativo en las economías local y nacional

Año	Cantón	Eventos hidro-meteorológicos	Eventos 10 años	Estado vivienda		Porcentaje desempleo	Porcentaje ocupación			IPM	ICC	IDH	VA servicios per cápita 1/	Coef. Servicios
				Bueno	Regular o Malo		Sector primario	Sector secundario	Sector terciario					
2019	San Rafael	0	28	71,00	29,00	7,00	2,10	19,80	78,10		0,47	0,84	3,41	1,40
	Montes de Oca	0	23	77,50	22,50	6,80	1,70	11,40	86,90		0,63	0,87	13,85	1,34
	San Isidro	0	22	71,40	28,60	7,70	4,10	16,40	79,50		0,49	0,85	4,24	1,33
	Santa Ana	2	47	74,90	25,10	7,80	2,50	16,80	80,70		0,61	0,89	21,35	1,29
	San Mateo	0	21	56,80	43,20	10,70	21,40	12,10	66,50		0,41	0,68	3,22	1,28
	Puriscal	0	129	58,90	41,10	7,40	11,20	13,80	75,00		0,42	0,76	2,36	1,27
	Escazú	1	40	70,80	29,20	7,40	2,50	15,70	81,80		0,72	0,87	16,02	1,25
	Santa Bárbara	0	29	68,20	31,80	8,40	3,90	23,50	72,60		0,47	0,80	1,90	1,25
	Mora	0	74	64,60	35,40	6,60	6,00	16,20	77,80		0,47	0,82	3,50	1,25
	San José	4	230	62,90	37,10	10,40	0,90	18,20	80,90		0,67	0,80	13,81	1,24
2021	Montes de Oca	0	18	77,50	22,50	6,80	1,70	11,40	86,90	1,68%	0,64	0,86	14,44	1,42
	Santa Ana	0	31	74,90	25,10	7,80	2,50	16,80	80,70	4,20%	0,61	0,86	25,88	1,36
	Mora	0	57	64,60	35,40	6,60	6,00	16,20	77,80	5,24%	0,45	0,81	5,22	1,36
	San Rafael	1	18	71,00	29,00	7,00	2,10	19,80	78,10	3,21%	0,48	0,81	4,26	1,34
	Montes de Oro	0	23	57,60	42,40	11,60	8,90	22,40	68,70	6,80%	0,41	0,70	3,52	1,28
	Desamparados	1	190	63,00	37,00	9,60	2,10	17,10	80,80	4,53%	0,50	0,75	2,50	1,27
	San José	0	160	62,90	37,10	10,40	0,90	18,20	80,90	6,31%	0,67	0,77	13,99	1,26
	Santa Bárbara	0	13	68,20	31,80	8,40	3,90	23,50	72,60	4,56%	0,48	0,81	2,02	1,25
	San Pablo	0	12	80,80	19,20	6,70	1,10	17,00	81,90	2,76%	0,54	0,84	4,57	1,25
	Aserri	0	81	59,80	40,20	10,40	6,30	16,10	77,60	5,67%	0,41	0,74	1,56	1,23

1/ Valor agregado en millones de colones.

Nota: Los colores indican el nivel de criticidad del valor de cada variable en cada cantón. El rojo representa las situaciones más críticas y el verde las menos críticas, con una gradación intermedia que refleja niveles progresivos de menor criticidad.

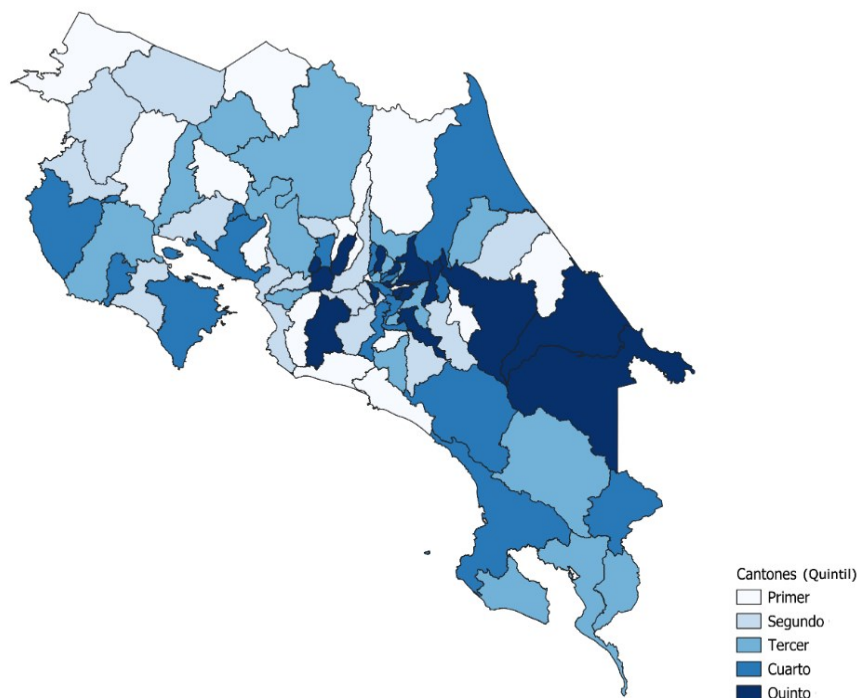
Fuente: Elaboración propia.

### Sector comercio

La actividad comercial es el principal motor económico en cantones como Barva y Turrialba, pero opera en un entorno cada vez más afectado por condiciones climáticas extremas (mapa 9 y mapa 1). Su dinamismo depende de infraestructura crítica como carreteras, puentes, redes de agua y telecomunicaciones, que muestran deterioro y carecen de resiliencia frente a lluvias intensas. Además, el drenaje insuficiente y el mal estado vial provocan inundaciones que anegan avenidas comerciales, dañan inventarios y obligan al cierre temporal de supermercados, ferreterías y tiendas, con pérdidas recurrentes cada estación lluviosa (Pomareda García, 2022; Solano, 2021). La falta de planificación urbana agrava la exposición del sector, encarece la logística y pueden paralizar operaciones ante eventos climáticos que generen algún nivel de afectación.

#### Mapa 9

Intensidad del sector comercio en el valor agregado cantonal 2021



Nota: En el mapa los cantones están divididos por quintiles (grupos de 20% cada uno), ordenados según la concentración económica del sector comercio a lo largo del territorio costarricense.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Central de Costa Rica.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MINAE, 2022) advierte que la infraestructura deficiente, la falta de ordenamiento territorial y las escasas opciones financieras para modernizar locales dejan al comercio expuesto a mayores costos de operación, pérdida de competitividad y reducción de empleos. A medida que aumenten las temperaturas y las islas de calor eleven la demanda de agua y energía, será fundamental reforzar los sistemas de drenaje, diversificar rutas de abastecimiento, elevar los estándares constructivos y facilitar créditos para adaptar bodegas, mercados y centros de distribución. Estas acciones resultan clave para garantizar la continuidad del sector comercial.

Al igual que el sector servicios, el sector comercial se ve afectado tanto de forma directa como indirecta por los eventos climáticos. En particular, los efectos indirectos se pueden transmitir a través de los encadenamientos productos, el transporte de mercancías y otros componentes logísticos, generando disrupciones operativas en los comercios. Si bien el sector comercial tiende a variar territorialmente su concentración económica, Turrialba y Barva son los cantones que se mantienen en la lista de los cantones donde está más concentrado el sector (cuadro 7). En Turrialba, dicha concentración ha oscilado entre 1,64 y 1,70 veces el promedio nacional, mientras que en Barva ha fluctuado entre 1,53 y 1,97 veces.

Respecto a la exposición climática, los cantones de Desamparados, Turrialba, Talamanca y Limón destacan por registrar la mayor cantidad de eventos hidrometeorológicos tanto anuales como acumulados durante la última década. Esta alta exposición se combina, en varios casos, con una marcada sensibilidad socioeconómica. Guatuso, Los Chiles, Talamanca, Limón y Turrialba presentan los mayores niveles de vulnerabilidad social: tienen bajos porcentajes de viviendas en buen estado, elevadas tasas de desempleo y una fuerza laboral altamente concentrada en el sector primario y terciario, lo que limita sus opciones de adaptación.

En términos de capacidad de respuesta, los cantones más rezagados son Guatuso, Los Chiles, Talamanca, Limón y Turrialba. Estos territorios combinan altos índices de pobreza multidimensional, bajos valores del índice de desarrollo humano, limitada competitividad cantonal y un escaso valor agregado per cápita en el sector comercio.

El análisis conjunto identifica a Talamanca, Guatuso, Los Chiles, Limón y Turrialba como los cantones del sector comercial más vulnerables frente a la variabilidad climática. Si bien la actividad comercial puede contribuir a la diversificación económica local, su alto peso en territorios con fuerte exposición climática, elevada sensibilidad socioeconómica y limitada capacidad de adaptación puede amplificar significativamente los riesgos. El caso de Turrialba ilustra esta situación: en 2021, el comercio representó el 17,4% de su economía, mientras enfrentaba un total de 116 eventos hidrometeorológicos. Además, más de un tercio de las viviendas se encontraba en estado regular o malo, el 15,4% de la población ocupada dependía del sector primario y se registraba un alto nivel de pobreza multidimensional. En contextos como este, las interrupciones en las redes de suministro y los daños a la infraestructura comercial pueden tener efectos especialmente severos sobre economías locales con mayor vulnerabilidad.

Cuadro 6

Características de los diez principales cantones donde el sector comercial tiene mayor peso relativo en las economías local y nacional

Año	Cantón	Eventos hidro-meteorológicos	Eventos 10 años	Estado vivienda		Porcentaje desempleo	Porcentaje ocupación			IPM	ICC	IDH	VA comercio per cápita 1/	Coef. Servicios
				Bueno	Regular o Malo		Sector primario	Sector secundario	Sector terciario					
2019	Flores	0	14	81,5	18,5	5,00	1,70	24,10	74,20		0,57	0,83	4,43	4,13
	Palmares	0	35	64,1	35,9	8,50	5,60	24,00	70,40		0,55	0,77	0,70	1,83
	Desamparados	5	218	63	37	9,60	2,10	17,10	80,80		0,54	0,77	0,67	1,80
	Guatuso	2	79	36,4	63,6	11,00	38,30	8,50	53,20		0,28	0,69	0,44	1,66
	<b>Turrialba</b>	1	173	61	39	9,20	15,40	17,20	67,40		0,42	0,76	0,65	1,64
	Los Chiles	0	75	36,7	63,3	13,00	49,80	5,50	44,70		0,34	0,65	0,54	1,59
	La Unión	1	80	68,6	31,4	8,40	1,30	18,30	80,40		0,50	0,84	0,79	1,58
	Santa Cruz	5	88	53,1	46,9	10,40	5,70	14,60	79,70		0,48	0,72	0,71	1,57
	<b>Barva</b>	0	26	74,3	25,7	6,70	2,70	20,10	77,20		0,50	0,81	0,60	1,53
	Naranjo	0	69	62,2	37,8	7,40	12,40	26,80	60,80		0,47	0,77	0,46	1,41
2021	<b>Barva</b>	1	16	74,3	25,7	6,70	2,70	20,10	77,20	2,92%	0,49	0,81	0,88	1,97
	Talamanca	166	203	40,1	59,9	11,80	30,40	11,10	58,50	19,80%	0,27	0,62	0,61	1,83
	El Guarco	1	43	66,8	33,2	7,80	7,30	27,00	65,70	5,45%	0,51	0,80	0,67	1,72
	<b>Turrialba</b>	116	263	61	39	9,20	15,40	17,20	67,40	11,21%	0,40	0,76	0,72	1,70
	Vázquez de Coronado	1	56	71,8	28,2	7,90	2,10	15,70	82,20	2,77%	0,44	0,79	0,68	1,63
	San Isidro	0	14	71,4	28,6	7,70	4,10	16,40	79,50	2,79%	0,49	0,85	0,90	1,62
	Limón	170	249	53,1	46,9	14,90	10,90	12,70	76,40	10,11%	0,38	0,67	0,67	1,56
	Tibás	0	24	70,2	29,8	9,00	1,10	15,50	83,40	4,23%	0,58	0,77	0,87	1,55
	Escazú	1	15	70,8	29,2	7,40	2,50	15,70	81,80	4,56%	0,74	0,87	3,25	1,53
	Atenas	0	25	69	31	6,50	6,70	19,70	73,60	4,59%	0,47	0,82	0,58	1,50

1/ Valor agregado en millones de colones.

Nota: Los colores indican el nivel de criticidad del valor de cada variable en cada cantón. El rojo representa las situaciones más críticas y el verde las menos críticas, con una gradación intermedia (naranja, amarillo, verde claro) que refleja niveles progresivos de menor criticidad.

Fuente: Elaboración propia.

## Relación entre el desempeño económico y los eventos climáticos

Una forma de examinar la posible relación espacial entre las dinámicas económicas territoriales y las manifestaciones del cambio climático es a través de técnicas de estadística espacial. En este estudio se implementó el Índice de Moran Bivariado, una herramienta que permite evaluar la existencia de autocorrelación espacial entre dos variables, una dependiente y una independiente, a través del espacio geográfico (Anselin, 1995; Anselin et al., 2006).

El Índice de Moran Local Bivariado se deriva del enfoque de autocorrelación espacial local (LISA), el cual permite identificar patrones de asociación espacial entre dos variables distintas en cada unidad geográfica (cantón, municipio o polígono) (Anselin, 1995). Este índice se puede dividir entre: el Índice de Moran local (univariado) que mide el grado de dependencia espacial de una misma variable entre unidades vecinas; y la versión bivariada que permite observar si los valores altos o bajos de una variable (por ejemplo, porcentaje de PIB del turismo en un cantón) tienden a ubicarse cerca de valores altos o bajos de otra variable distinta (por ejemplo, frecuencia de eventos hidrometeorológicos en cantones vecinos).

Formalmente, el Índice de Moran bivariado se expresa como:

$$I_{xy} = \frac{n}{S_0} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

donde:

$x_i$  es el valor de la variable independiente en la unidad espacial  $i$ ,

$y_j$  es el valor de la variable dependiente en la unidad espacial  $j$ ,

$w_{ij}$  es el peso espacial entre las unidades  $i$  y  $j$ ,

$n$  es el número total de unidades espaciales, en este caso cantones,

$S_0$  es la suma de todos los pesos espaciales.

Un valor positivo de  $I_{xy}$  indica que hay una asociación espacial directa entre las dos variables: por ejemplo, altos niveles de participación del turismo en el PIB tienden a ubicarse cerca de cantones con alta recurrencia de eventos climáticos extremos. Por el contrario, un valor negativo sugiere una asociación espacial inversa.

Este enfoque es ideal para análisis como el presente, donde se busca delimitar zonas con alta tensión entre dependencia económica sectorial y exposición climática con un enfoque de correlación espacial. Aun así, esta metodología, va más allá de patrones globales y revela variaciones y focos críticos, lo cual es esencial para la estrategia territorial y el diseño de políticas adaptativas sectoriales precisas (Anselin, 1995).

### **Aplicación al contexto costarricense**

Para esta investigación se llevaron a cabo dos análisis del Índice de Moran Bivariado, utilizando como variable dependiente la frecuencia acumulada de eventos hidrometeorológicos incluyendo inundaciones, deslizamientos, tormentas, lluvias, marejadas, sedimentación, tormenta eléctrica y tempestades en cada cantón, durante un período de diez años (2012–2022), basándose en la base de datos DesInventar. Este conjunto de datos, respaldado por la CNE y las instancias de gestión de riesgos locales, ofrece una de las series más completas en Costa Rica a nivel cantonal y temporal, aunque presenta limitaciones en cantidad de eventos de sequía registrados por cantón, motivo por el cual estos quedaron excluidos del análisis por falta de georreferenciación suficiente. Mientras que la variable independiente sería el valor agregado cantonal de los diferentes sectores analizados en el documento.

Como variables independientes, se emplearon exclusivamente dos indicadores de participación económica sectorial. Estas variables se calculan a partir de las estimaciones del PIB sectorial de cada cantón para el año 2021, provistas por el Banco Central de Costa Rica. Sin embargo, en este caso solo se encontraron evidencias estadísticas significativas para estos dos sectores, mientras que en el resto no se identificó una correlación espacial relevante entre ambas variables:

- El porcentaje per cápita del valor agregado cantonal del sector turismo
- El porcentaje per cápita del valor agregado cantonal del sector agricultura

Respecto a los pesos espaciales  $w_{ij}$ , se utilizó una matriz de contigüidad del tipo queen (primer orden), que considera como vecinos únicamente aquellos cantones que comparten al menos uno de sus bordes. Esta estructura de vecindad es la más recomendada para asegurar rigor estadístico en estudios espaciales locales (Anselin, 1995; Anselin et al., 2006).

El paso a paso de la metodología consistió en:

- Curación de datos: se revisaron y georreferenciaron los 5 987 eventos hidrometeorológicos reportados en el periodo 2012–2022 en DesInventar (Quesada-Román et al., 2020).
- Cálculo del Indicador Sectorial (porcentual): se estimó la participación económica en turismo y agricultura por cantón.
- Construcción de la matriz de pesos espaciales: basada en contigüidad primer orden (queen).
- Computo del Índice de Moran Bivariado: se estimaron tanto los valores globales como locales (LISA).
- Validación estadística: mediante 999 permutaciones, se evaluó la significancia de los patrones observados.
- Clasificación espacial local: se definieron categorías como Alto–Alto, Bajo–Bajo, Alto–Bajo, Bajo–Alto y No Significativo (NS), según el resultado de  $I_{xy}$ .

Este enfoque permitió observar no solo los niveles generales de autocorrelación espacial entre actividad sectorial y exposición climática, sino también detectores geográficamente focalizados de clústeres alto–alto, lo que es especialmente útil para la orientación de políticas locales de adaptación y para la priorización de inversión pública.

En el mapa 10 y mapa 11 se presentan los mapas de clúster bivariados correspondientes a ambos análisis. En ellos se observan claramente agrupaciones espaciales tipo Alto-Alto (AA), es decir, cantones con alta concentración sectorial (turismo o agricultura) rodeados de cantones con alta incidencia de eventos climáticos. Ambos mapas clasifican los cantones en cinco categorías, con base en la relación entre su valor observado y el promedio de sus vecinos:

- Alto–Alto (rojo): Cantones con alta participación sectorial y vecinos con alta exposición a eventos climáticos hidrometeorológicos, considerando el propio cantón.
- Bajo–Bajo (verde claro): Cantones con baja participación sectorial y vecinos con baja exposición a eventos climáticos hidrometeorológicos, considerando el propio cantón.
- Alto–Bajo (naranja): Alta participación sectorial en un entorno de baja exposición vecina a eventos climáticos hidrometeorológicos, considerando el propio cantón.
- Bajo–Alto (amarillo): Baja participación sectorial, pero rodeado de cantones altamente expuestos a eventos climáticos hidrometeorológicos, considerando el propio cantón.
- No significativo (azul): Sin asociación espacial significativa al 95 % de confianza.

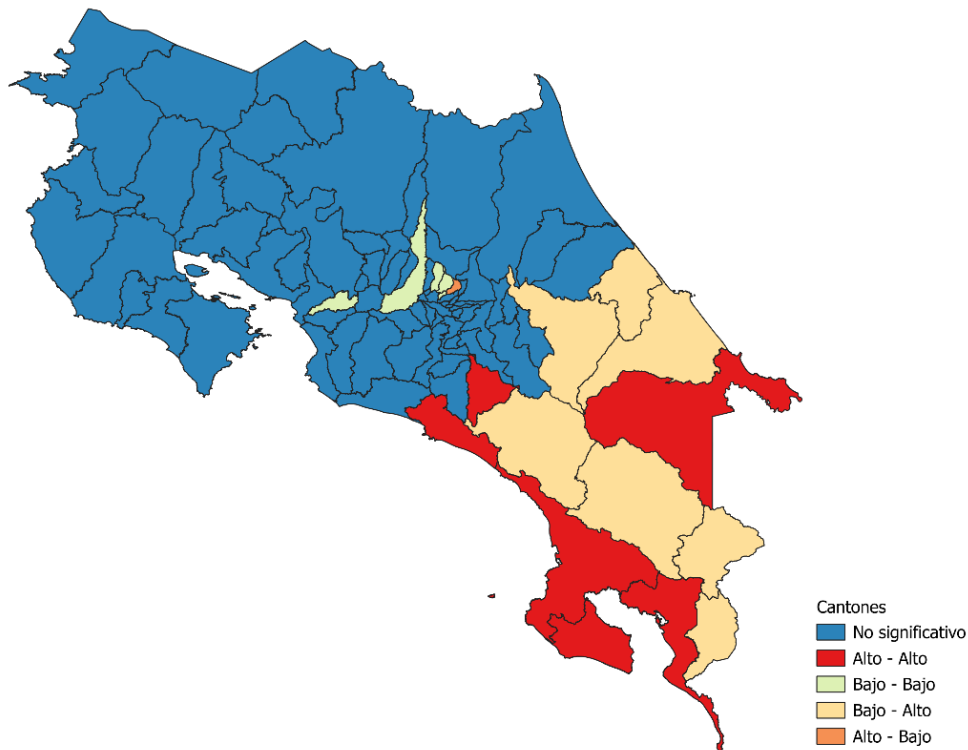
#### **Mapa bivariado: Turismo y eventos hidrometeorológicos**

Es importante resaltar que el patrón que mayor atención merece es el de los cantones clasificados como **Alto-Alto**, es decir, aquellos con una alta participación del sector turismo en su valor agregado y, simultáneamente, con alta frecuencia de eventos hidrometeorológicos. Este patrón es relevante porque estos cantones concentran tanto una fuerte dependencia económica de un sector muy sensible a las condiciones climáticas como una elevada exposición a riesgos derivados de eventos extremos como lluvias intensas, inundaciones, tormentas o sequías (ICT, 2022; MINAE, 2022). En consecuencia, los impactos potenciales sobre la economía local y los medios de vida de la población son mayores en estos territorios, ya que combinan alta vulnerabilidad sectorial con alta exposición climática (SUGESE, 2025).

El mapa 9 evidencia una concentración clara de clústeres Alto–Alto en cantones del litoral Pacífico Central y Sur, como Dota, Osa y Golfito, además agregando zonas del Atlántico como Talamanca, zonas tradicionalmente turísticas con alta exposición a tormentas, lluvias extremas e inundaciones. Esto confirma que el turismo, como sector económico clave en esas regiones, coexiste espacialmente con altos niveles de amenaza climática, lo que constituye una vulnerabilidad estructural (Rendón et al., 2023). Una lectura crítica de este patrón refuerza la idea de que la infraestructura turística en zonas costeras, muchas veces precaria o informal, enfrenta riesgos sistemáticos, los cuales pueden tener impactos multiplicadores en empleo, divisas y encadenamientos productivos (Brown, 2025).

#### Mapa 10

Índice de Moran. Intensidad del sector turismo en el valor agregado cantonal versus cantidad de eventos hidrometeorológicos



Fuente: Elaboración propia.

Este hallazgo se vincula directamente con la información detallada en el cuadro 5, donde se presentan los principales cantones turísticos del país y sus características socioeconómicas y de vulnerabilidad climática. Por ejemplo, cantones como Talamanca y Osa aparecen como altamente vulnerables, ya que no solo presentan un peso significativo del turismo en su

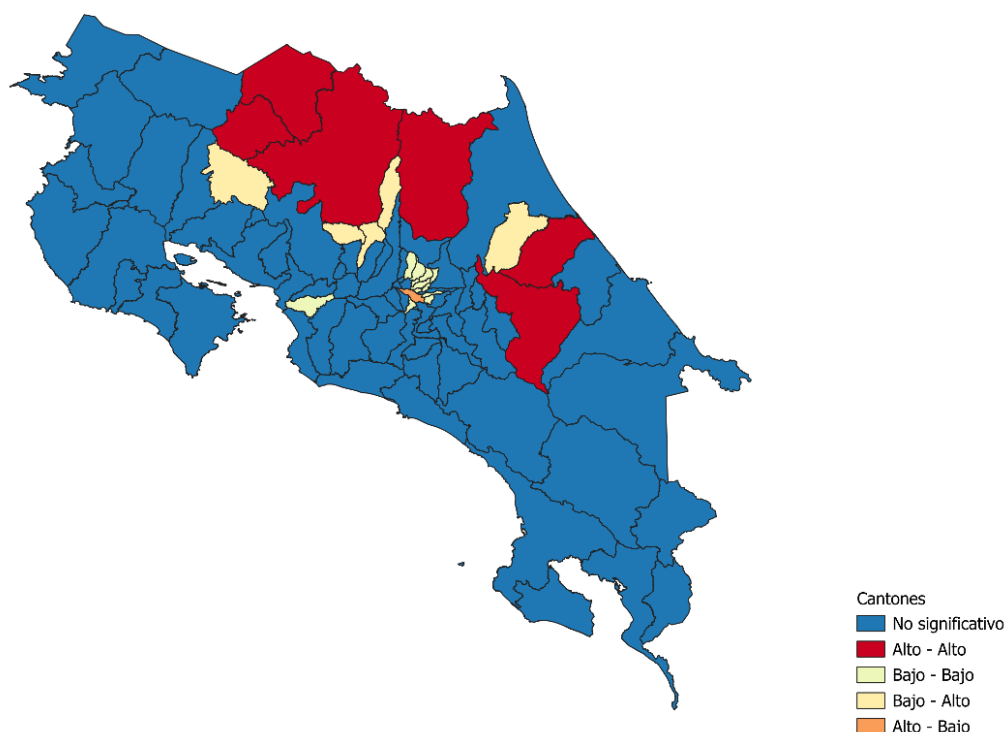
estructura económica, sino que también reportaron un elevado número de eventos hidrometeorológicos en 2021. Además, estos cantones exhiben condiciones habitacionales precarias, alta pobreza multidimensional y baja capacidad adaptativa, medida por ingresos, escolaridad e IDH, lo que amplifica los riesgos asociados (cuadro 5).

***Mapa bivariado: Agricultura y eventos hidrometeorológicos***

El segundo mapa (Mapa 11) muestra una distribución similar, aunque más dispersa, de clústeres Alto–Alto, especialmente en cantones como San Carlos, Guatuso, Los Chiles, Turrialba, Sarapiquí y Siquirres. Estos territorios presentan una fuerte participación agrícola y están sometidos a una elevada recurrencia de eventos hidrometeorológicos. Este patrón coincide con lo documentado en el Corredor Seco Centroamericano, donde fenómenos relacionados con El Niño–Southern Oscillation (ENSO) han reducido hasta en un 100 % los rendimientos de cultivos básicos, comprometiendo la seguridad alimentaria y los medios de vida rurales (Adams et al., 2003; FAO, 2021-a; Rodríguez Rubí, 2023). Asimismo, estudios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) confirman que el sector agrícola latinoamericano es especialmente vulnerable al ENSO, con pérdidas significativas debido a sequías e inundaciones (Alameida, 2020).

Mapa 11

Índice de Moran. Intensidad del sector agricultura en el valor agregado cantonal versus cantidad de eventos hidrometeorológicos



Fuente: Elaboración propia.

Estas condiciones indican que los sistemas agroproductivos en llanuras húmedas presentan una doble vulnerabilidad: una exposición climática estructural y una economía altamente especializada, lo que potencia el impacto de eventos extremos. Además, se observan cantones Bajo–Alto, como Guácimo y Río Cuarto, donde, a pesar de su baja actividad agrícola, la alta exposición de sus vecinos genera interrupciones a infraestructura logística, rutas de transporte y conectividad comercial. Este hallazgo confirma lo ya documentado en la caracterización socioeconómica de los cantones agrícolas presentada previamente (cuadro 2), donde se observa que cantones como Los Chiles, Siquirres, Sarapiquí y Guatuso, todos con más del 25 % de su valor agregado proveniente de la agricultura, reportaron aumentos sustanciales en la cantidad de eventos hidrometeorológicos entre 2019 y 2021 (DesInventar, 2022; MINAE, 2022).

Este diagnóstico aporta evidencia empírica que respalda la necesidad de políticas adaptativas focalizadas. En regiones Alto–Alto, conviene priorizar acciones como seguros paramétricos agrícolas, sistemas de alerta temprana para ENSO, inversiones en drenaje e infraestructura rural resiliente. Los cantones Bajo–Alto, aunque menos agrícolas, requieren intervenciones puntuales en transporte y logística para prevenir efectos transfronterizos. Esta estrategia se alinea con recomendaciones de organismos internacionales como CEPAL, FAO y BID para el fortalecimiento de sistemas productivos ante el cambio climático (Rodríguez Rubí, 2023; FAO, 2021-a; Alameida et al., 2020)

### **Desafíos y medidas de adaptación ante los efectos eventos climáticos**

Uno de los principales desafíos que enfrenta Costa Rica ante la variabilidad climática es identificar con precisión las regiones y sectores más expuestos, dada la fuerte heterogeneidad territorial. Los promedios nacionales suelen ocultar disparidades significativas que afectan la eficacia de las políticas públicas. Un enfoque adaptado al contexto local, que tome en cuenta las particularidades sectoriales y geográficas, permitiría fortalecer la capacidad de respuesta frente a fenómenos cada vez más intensos y frecuentes, con impactos sociales, económicos y ambientales (IPCC, 2022).

Este reto adquiere mayor relevancia a la luz de los compromisos internacionales asumidos por el país, como la carbono neutralidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Mientras el ODS 13 llama a actuar contra el cambio climático, otros como los ODS 1, 2, 8 y 15 abordan pobreza, seguridad alimentaria, empleo y ecosistemas, todos vinculados con el concepto de vulnerabilidad utilizado en este estudio. En este contexto, políticas como la electrificación del transporte, aunque fundamentales para reducir emisiones, ejercen presión sobre los recursos hídricos y el sistema eléctrico, dado que gran parte de la electricidad en el país proviene de represas hidroeléctricas. La mayor demanda energética, junto con la creciente variabilidad climática que afecta la disponibilidad de agua, puede comprometer la generación renovable y dificultar el cumplimiento de los ODS 6 y 7, relacionados con el agua y la energía. Por ello, para conciliar estos compromisos es necesario integrar el cambio climático y sus manifestaciones en la planificación económica.

En este marco, la variabilidad climática representa un reto económico creciente para sectores clave como la agricultura y el turismo. En el sector agrícola, fenómenos como sequías prolongadas, lluvias intensas o alteraciones en los ciclos de cultivo impactan directamente la productividad, aumentan los costos de producción y reducen la rentabilidad, especialmente entre pequeños y medianos productores. Aunque estos impactos son ampliamente reconocidos, la respuesta institucional enfrenta serias limitaciones. Una de las principales es la débil articulación entre el sector público, la empresa privada y la academia, lo cual dificulta el desarrollo de soluciones técnicas contextualizadas. Esta falta de coordinación impide diferenciar estrategias según las condiciones climáticas regionales —por ejemplo, sequías en el Pacífico Norte o inundaciones en el Caribe—, lo que incide en la aparición de plagas y enfermedades (Vargas Céspedes et al., 2017; Vignola et al., 2018).

Frente a esta situación, se propone como medida prioritaria de política el fortalecimiento de plataformas intersectoriales y regionales de investigación aplicada, que promuevan la co-creación de soluciones técnicas adaptadas al contexto local. Estas plataformas deben fomentar el diálogo entre actores, impulsar la innovación y facilitar la adopción de tecnologías resilientes (FAO, 2021-b).

Otro desafío importante es la limitada adopción de tecnologías y prácticas de adaptación climática. La infraestructura hídrica actual no responde adecuadamente a los cambios en los patrones de precipitación, mientras que la reducción de caudales obliga a replantear los modelos de gestión del recurso. En el sector agrícola, la transición hacia prácticas más resilientes se ve obstaculizada por barreras económicas y culturales. El uso de métodos tradicionales persiste, tanto por desconocimiento de alternativas sostenibles como por percepciones de riesgo y bajo retorno de inversión (Altieri & Nicholls, 2017). Aunque algunas de estas prácticas ancestrales tienen valor, su eficacia mejora si se integran con programas de extensión agrícola que incluyan acompañamiento técnico, validación local de tecnologías e incentivos a su implementación (Altieri & Nicholls, 2017).

El acceso al financiamiento representa una de las principales limitaciones para la reconversión productiva. Muchos productores carecen de crédito para invertir en tecnologías de adaptación, lo cual incrementa su exposición a eventos extremos. La oferta financiera actual no responde de manera específica a las necesidades del sector agropecuario en este contexto. Las opciones disponibles suelen ser generalistas, con escasos productos diseñados para manejar el riesgo climático (SUGESE, 2025). La inexistencia de seguros agrícolas accesibles, efectivos y escalables agrava esta vulnerabilidad. En este escenario, el establecimiento de un sistema financiero de apoyo, con mecanismos adecuados de crédito y aseguramiento, puede desempeñar un papel determinante para sostener la actividad agropecuaria (Vargas Céspedes et al., 2017; Vignola et al., 2018). Este sistema debe incluir seguros indexados al clima, líneas de crédito blandas y fondos de emergencia para la recuperación productiva (World Bank, 2011; FAO, 2016).

A lo anterior se suma la expansión de la frontera agrícola hacia zonas ecológicamente frágiles, como terrenos con alta pendiente, suelos degradados o baja cobertura vegetal. Esta expansión incrementa los riesgos de erosión, pérdida de fertilidad y deterioro de servicios ecosistémicos. Aunque existen prácticas agroecológicas eficaces para reducir estos riesgos, su adopción es limitada. En cultivos como el café, se han documentado beneficios del uso de árboles de sombra, terrazas y sistemas de riego eficientes. En otros cultivos como la palma aceitera, se requiere mayor inversión en monitoreo climático, manejo conservacionista y desarrollo de variedades resistentes (Vignola et al., 2017). En ambos casos, se necesita una acción coordinada entre los sectores público, privado y académico. La promoción de esquemas de manejo sostenible del paisaje productivo, apoyados con incentivos e inversión en capacidades técnicas locales, representa una medida estratégica (Locatelli et al., 2015).

Por su parte, sectores como industria, comercio, servicios y turismo y restaurantes enfrentan riesgos importantes ante la variabilidad climática, en especial por su dependencia de recursos como el agua y la energía. Las alteraciones en la disponibilidad hídrica, así como la concentración geográfica de las actividades económicas, generan vulnerabilidades ante fenómenos climáticos. Una de las estrategias planteadas es la incorporación de tecnologías de pronóstico hidrológico, apoyadas en inteligencia artificial, que permitan una gestión preventiva

de los recursos (World Economic Forum & Boston Consulting Group, 2025). Asimismo, la incorporación de criterios de eficiencia energética en las construcciones y la diversificación de la matriz energética, a través de inversiones en geotermia y energía solar, se identifican como una vía para reducir los riesgos económicos asociados a la escasez o encarecimiento de la energía por generación hidroeléctrica (IRENA, 2022).

En el caso del turismo, el sector se ve afectado por fenómenos como la erosión costera, la escasez de agua y la degradación ambiental, que inciden directamente en su atractivo y funcionamiento. Si bien existen esfuerzos institucionales orientados a la sostenibilidad, como el Programa Bandera Azul Ecológica y la Certificación de Sostenibilidad Turística, estos esfuerzos tienen un alcance limitado y no abordan explícitamente la capacidad de adaptación y respuesta ante eventos climáticos. Usualmente los beneficios que el sector turismo obtiene provienen de políticas de conservación ambiental más amplias (Hartley-Ballester y Suárez-Espinoza, 2020). En consecuencia, es urgente incorporar la variable climática como eje transversal de la planificación turística, mediante herramientas de evaluación de riesgo y monitoreo ambiental (OCDE, 2022).

En general, las disparidades territoriales en materia de adaptación y mitigación son notorias. En algunos cantones disponen de capacidades técnicas, financieras e institucionales que les permiten anticiparse y recuperarse con mayor eficacia frente a eventos extremos. Mientras que otros cantones como Talamanca enfrentan restricciones significativas en recursos humanos, financiamiento y planificación local. Esta desigualdad estructural genera impactos económicos asimétricos ante un mismo fenómeno climático. La capacidad de respuesta, por tanto, no solo depende de la intensidad del evento, sino también del nivel de desarrollo institucional, social y de inversión previa.

Ante esto, la planificación territorial se vuelve un instrumento central. Los planes reguladores pueden orientar el uso del suelo, reducir riesgos, proteger recursos naturales y promover una inversión pública y privada coherente para prepararse y enfrentar los efectos de la variabilidad climática. No obstante, su cobertura y vigencia son limitadas: solo 41 cantones tienen Planes Reguladores de Ordenamiento Territorial y muchos de ellos son parciales o desactualizados

(Méndez, 2020). Incluir criterios de riesgo climático en estos instrumentos, restringir y monitorear adecuadamente el desarrollo de infraestructura según el uso de suelo en zonas altamente expuestas y garantizar su aplicación efectiva son acciones prioritarias para fortalecer la resiliencia territorial.

Por ello, resulta indispensable avanzar hacia políticas públicas diferenciadas y articuladas a escala regional, capaces de responder a las condiciones específicas de cada territorio y sector productivo. La efectividad de estas medidas dependerá del fortalecimiento de la gobernanza territorial, superando la fragmentación institucional que actualmente obstaculiza una respuesta climática eficiente y equitativa.

## **Discusión final**

Este estudio ofrece un análisis integral sobre la relación entre eventos climáticos y la estructura económica territorial en Costa Rica, con énfasis en cinco sectores clave: agricultura, industria, turismo, comercio y servicios. La convergencia de proyecciones climáticas, patrones de exposición territorial y condiciones de vulnerabilidad socioeconómica evidencia la necesidad urgente de políticas diferenciadas que consideren estas interacciones complejas. Mediante la combinación de indicadores climáticos, económicos y demográficos, y a través de herramientas de análisis espacial como el índice de Moran local bivariado, se identificaron patrones territoriales que permiten caracterizar con mayor precisión los desafíos que enfrentan los cantones ante una mayor variabilidad climática. Los resultados no solo visibilizan los territorios más vulnerables, sino que también revelan tensiones estructurales en la articulación entre desarrollo económico local y sostenibilidad climática.

Los hallazgos muestran que la relación entre el desempeño económico sectorial y las manifestaciones climáticas no es aleatoria ni homogénea, sino que sigue una lógica territorial definida. En particular, cantones como Talamanca, Matina, Los Chiles y La Cruz presentan los mayores niveles de vulnerabilidad en los sectores de turismo y agricultura. El análisis espacial confirma la existencia de agrupamientos donde coinciden alta exposición climática y fuerte dependencia económica, lo cual incrementa los impactos y reduce los márgenes de respuesta.

Estos territorios se consolidan como zonas prioritarias para intervenciones que fortalezcan su preparación y capacidad de respuesta.

A esto se suma una profunda desigualdad en las condiciones sociales de los territorios más expuestos. Por ejemplo, en Talamanca, casi más de la mitad de las viviendas se encuentran en mal estado, la pobreza multidimensional es bastante alta y alrededor de un tercio de la población ocupada depende del sector primario. Situaciones similares se registran en cantones como La Cruz, Osa, Nandayure y Guatuso, donde la precariedad habitacional, la pobreza y el desempleo agravan el impacto de cada evento extremo, dificultando la recuperación y profundizando las brechas territoriales.

Las capacidades adaptativas también varían significativamente entre cantones. Mientras municipios del Gran Área Metropolitana, como Montes de Oca, cuentan con mayores recursos humanos, financieros e institucionales para anticiparse y recuperarse ante los impactos del clima, otros como Talamanca enfrentan serias limitaciones estructurales. Esta disparidad explica, en parte, por qué fenómenos climáticos similares generan consecuencias muy distintas según el territorio. De ahí la importancia de que la planificación para la adaptación climática incorpore enfoques territorialmente diferenciados y se apoye en diagnósticos espaciales más precisos.

El estudio también evidencia la presencia de un círculo vicioso. Los cantones más vulnerables suelen ser los mismos que han enfrentado con mayor frecuencia eventos climáticos severos en el pasado, según el registro histórico analizado. Esta recurrencia reduce las posibilidades de recuperación y deja a los territorios atrapados en una dinámica en la que las medidas de respuesta apenas mitigan el daño anterior. Además, se identificaron riesgos sistémicos que atraviesan sectores, como los asociados al suministro de agua, electricidad y a la infraestructura crítica, lo que acentúa la necesidad de una planificación integral y multisectorial.

A partir de estos hallazgos, se recomienda enriquecer los futuros análisis sectoriales-territoriales con capas de información sectorial más detalladas, como la distribución de cultivos de alto impacto ambiental (piña, palma aceitera), e incorporar índices institucionales como el de gestión municipal, que permitan estimar con mayor precisión la capacidad de respuesta local. Además, se sugiere avanzar en la incorporación del enfoque de infraestructura resiliente dentro de las políticas públicas, dado su carácter multisectorial y su rol estratégico frente a los impactos tanto inmediatos como de largo plazo del cambio climático.

Asimismo, las limitaciones enfrentadas en este estudio se convierten en posibilidades de mejora y de contribución a la literatura nacional futura. En específico, uno de los principales retos es la falta de información histórica estandarizada a nivel cantonal, lo cual impidió incorporar variables geofísicas relevantes, como erosión de suelos, contaminación o riesgos sísmicos, que también inciden en la vulnerabilidad. Asimismo, el análisis no logró desagregarse a escala distrital, unidad que podría capturar mejor la heterogeneidad interna de los cantones en futuras investigaciones.

En resumen, los desafíos que impone la variabilidad climática producto del cambio climático no afectan al país de forma homogénea, sino que se concentran en territorios específicos que combinan alta exposición, dependencia económica y debilidad institucional. Esta realidad exige una respuesta pública mejor coordinada, con una gobernanza territorial fortalecida que evite reproducir los patrones de vulnerabilidad y rezago. De lo contrario, se corre el riesgo de perpetuar un círculo vicioso que frena el desarrollo y amplía las desigualdades existentes.

## Referencias

- Adams, R., Houston, L. McCarl, B., Tiscareño, M., Matus, J., & Weiher, R. 2003. The benefits to Mexican agriculture of an El Niño–Southern Oscillation (ENSO) early warning system. *Agricultural and Forest Meteorology*, 115(3-4), 183–194.  
[https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(02\)00201-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(02)00201-0)
- Anselin, L., 1995. Local indicators of spatial association—LISA. *Geogr. Anal.* 27, 93–115.  
<https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Anselin, L., Syabri, I., Kho, Y., 2006. GeoDa: an introduction to spatial data analysis. *Geogr. Anal.* 27(2). <https://doi.org/10.1111/j.0016-7363.2005.00671.x>.
- Almeida, J., Rios, A., Prager, S., Schiek, B., & Gonzalez, C. 2020. *Vulnerability to Climate Change and Economic Impacts in the Agriculture Sector in Latin America and the Caribbean*.  
<https://doi.org/10.18235/0002580>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. 2017. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, 140, 33–45.  
<https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y>
- Banco Central de Costa Rica. s.f. Indicadores Económicos: PIB Cantonal.  
<https://sdd.bccr.fi.cr/es/IndicadoresEconomicos/Inicio/Reporte/1193>
- Banco Mundial. 2021. *Promoting Climate Change Action in Latin America and the Caribbean*. Banco Mundial: Results briefs.  
<https://www.worldbank.org/en/results/2021/04/14/promoting-climate-change-action-in-latin-america-and-the-caribbean>
- Banco Mundial. 2024. *El Banco Mundial mejorará infraestructuras y servicios resilientes en Costa Rica*. Comunicado de Prensa. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2024/03/08/banco-mundial-mejorara-infraestructuras-y-servicios-resilientes-costa-rica>

Barandiarán, M., Esquivel, M., Lacambra Ayuso, S., Suarez, G., & Zuloaga, D. 2019. *Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático para proyectos del BID: Documento técnico de referencia para equipos a cargo de proyectos del BID*.  
<https://doi.org/10.18235/0002041>

BBC News. 2024. *Why Costa Rica is becoming a prime destination for multinational companies*. BBC StoryWorks. 8 de septiembre. <https://www.bbc.com/storyworks/procomer-essential-costa-rica/why-costa-rica-is-becoming-a-prime-destination-for-multinational-companies>

Brown, T. 2025. The Momentum for climate action in tourism builds across Latin America. The Travel Foundation. 13 de junio. <https://www.thetravelfoundation.org.uk/momentum-for-climate-action-in-tourism-builds-across-latin-america/>

Campos, Ortiz, M. s.f. El Cambio Climático en Centroamérica. CRRH-SICA.  
<https://img1.wsimg.com/blobby/go/7df7d502-f608-4f42-96e5-594268ea23ec/EL%20CAMBIO%20CLIMATICO%20EN%20CENTROAMERICA-1.pdf>

Castellanos, E., Lemos, F., Astigarraga, L., Chacón, N., Cuvi, N., Huggel, C., Miranda, L., Moncassim Vale, M., Ometto, J., Peri, P., Postigo, J., Ramajo, L., Roco, L., & Rusticucci, M. 2022. Central and South America. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löscke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689–1816, doi:10.1017/9781009325844.014

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. 2022. *Latin American Economic Outlook 2022: Towards a Green and Just Transition*.

Chaverri Morales, C. 2020. Efectos medibles y esperables del cambio climático sobre el crecimiento económico y el medio ambiente. CONARE-PEN

- CNE. s.f. Mapa de amenazas. [https://cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenazas/index.aspx](https://cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenazas/index.aspx)
- DesInventar. (s.f). Base de datos DesInventar 1970-2024.
- Escuela de Economía, Universidad de Costa Rica. (s.f.). Índice de Competitividad Cantonal.  
<https://economia.ucr.ac.cr/accion-social/ICC>
- Esquivel, M., Grunwaldt, A., Paredes, J. R., & Rodríguez-Flores, E. 2016. *Vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas de producción hidroeléctrica en Centroamérica y sus opciones de adaptación*. <https://doi.org/10.18235/0012757>
- FAO. 2016. The State of Food and Agriculture: Climate Change, Agriculture and Food Security. Rome. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/07bc7c6e-72e5-488d-b2f7-3c1499d098fb/content>
- FAO. 2021-a. *Dry Corridor in El Salvador, Guatemala, and Honduras*.  
[https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/rlc/docs/DryCorridor.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/docs/DryCorridor.pdf)
- FAO. 2021-b. *Climate-smart agriculture case studies 2021 – Projects from around the world*.. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb5359en>
- Groves, D., Syme, J., Molina-Pérez, E., Calvo, C., Víctor-Gallardo, L., Godinez, G., Quirós-Tortos, J., De León, F., Meza Murillo, A., Saavedra Gómez, V., & Vogt-Schilb, A. 2020. *Costos y beneficios de la descarbonización de la economía de Costa Rica: Evaluación del Plan Nacional de Descarbonización bajo incertidumbre*. Washington D.C.: BID.  
<https://publications.iadb.org/es/costos-y-beneficios-de-la-descarbonizacion-de-la-economia-de-costa-rica-evaluacion-del-plan>
- Grupo Internacional de Trabajo sobre Asuntos Indígenas (IWGIA). 2022. *El Mundo Indígena 2022: Costa Rica*. El Mundo Indígena: Costa Rica – IWGIA. <https://iwgia.org/es/costa-rica/4785-mi-2022-costa-rica.html>
- Haraguchi, M., & Lall, U. 2015. Flood risks and impacts: A case study of Thailand's floods in 2011 and research questions for supply chain decision making. *International Journal of*

*Disaster Risk Reduction*, 14(Part 3), 256–272.

<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2014.09.005>

Hartley-Ballesteros, M. & Suárez-Espinoza, K. 2020. Exportación de servicios turísticos: ¿un sector estratégico para enfrentar el cambio climático en Costa Rica? *Revista Escuela de Administración de Negocios, (Edición Especial)*, 53 - 70.

<https://doi.org/10.21158/01208160.n0.2020.2738>

Instituto Costarricense de Turismo, ICT. 2022. *Plan Nacional de turismo de Costa Rica 2022-2027*. <https://www.ict.go.cr/pdf/Plan%20nacional%20de%20turismo%202022-2027.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC. 2022. Costa Rica. Estimaciones sociales y de vivienda.

Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC. (s.f.). Cuadro elaborado en el Centro de Información a partir de datos de Estadísticas demográficas e Indicadores demográficos recalculados y proyectados por años calendario, 1993 - 2022.

Instituto Meteorológico Nacional. 2021. *Proyecciones de Cambio Climático regionalizadas para Costa Rica, Ministerio de Ambiente y Energía. Dirección de Geología y Minas.*

<http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/ProyeccionesEscenariosClimaticos/offline/ProyeccionesEscenariosClimaticos.pdf>

IPCC -Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2001. Cambio Climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Informe del Grupo de Trabajo II; resumen para responsables de Política. Ginebra, Suiza, OMM-PNUMA.

<https://archive.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/spanish/pdf/wg2sum.pdf>

IPCC. (2022). *Summary for policymakers* (H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller & A. Okem, Eds.). En H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem & B. Rama

(Eds.), *Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 3–33). Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/9781009325844.001>

IRENA. 2022. World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

[https://cerc.sites.olt.ubc.ca/files/2022/04/IRENA\\_WETO\\_Summary\\_2022-003-003.pdf?\\_gl=1\\*1eteo0u\\*\\_gcl\\_au\\*MjIzMDI5MzUyLjE3NTMzMjg5NTU.\\*\\_ga\\*NjUwMjIwOTI2LjE3NDIxNzc0MTA.\\*\\_ga\\_4HEE092K89\\*czE3NTMzMjg5NTUkbzEkZzEkdDE3NTMzMjg5ODMkajMyJGwwJGgw](https://cerc.sites.olt.ubc.ca/files/2022/04/IRENA_WETO_Summary_2022-003-003.pdf?_gl=1*1eteo0u*_gcl_au*MjIzMDI5MzUyLjE3NTMzMjg5NTU.*_ga*NjUwMjIwOTI2LjE3NDIxNzc0MTA.*_ga_4HEE092K89*czE3NTMzMjg5NTUkbzEkZzEkdDE3NTMzMjg5ODMkajMyJGwwJGgw)

León, J. 2017. Efectos macroeconómicos de El Niño en Costa Rica. Banco Central de Costa Rica, Documento de Trabajo 002-2017.

Locatelli, B., Pavageau, C., Pramova, E., & Di Gregorio, M. 2015. Integrating climate change mitigation and adaptation in agriculture and forestry: opportunities and trade-offs. *WIREs Climate Change*, 6(6), 585–598. <https://doi.org/10.1002/wcc.357>

Méndez, J. 2020. Mitad de los cantones del país no tienen plan regulador. Delfino. 11 de marzo. <https://delfino.cr/2020/03/mitad-de-los-cantones-del-pais-no-tienen-plan-regulador>

Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG. 2024. *Boletín estadístico agropecuario N.º 34*. Dirección de Planificación, MAG. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/BEA34.pdf>

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, MINAET. 2009. *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. San José, Costa Rica: Editor Calderón y Alvarado S.A

Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, MINAE. 2015. *VII Plan Nacional de Energía 2015-2030*. Dirección Sectorial de Energía, con apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). San José, Costa Rica. [https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2018/08/VII\\_Plan\\_Nacional\\_de\\_Energia\\_2015-2030.pdf](https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2018/08/VII_Plan_Nacional_de_Energia_2015-2030.pdf)

- Ministerio de Ambiente y Energía, MINAE. 2022. *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica, 2022 - 2026*. Dirección de Cambio Climático. San José, Costa Rica. 204pp.
- Ministerio de Ambiente y Energía, MINAE. 2025. Plan A: Territorios resilientes ante el cambio climático: Planes Regionales. <https://cambioclimatico.minae.go.cr/plan-a-territorios-resilientes-ante-el-cambio-climatico/adaptacion-regional/#1651762447897-2a171c19-cb37>
- MIDEPLAN. (s.f). Pérdidas por eventos 1988-2023.
- Mohaddes, K., Ng, R. N. C., Pesaran, M. H., Raissi, M., & Yang, J.-C. 2023. Climate change and economic activity: evidence from US states. *Oxford Open Economics*, 2, 1–11. <https://doi.org/10.1093/ooec/odac010>
- Nawrotzki, R., Tebeck, M., Harten, S., & Blankenagel, V. 2023. Climate change vulnerability hotspots in Costa Rica: Constructing a sub-national index. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 13(3), 473–499. <https://doi.org/10.1007/s13412-023-00831-y>
- OECD & CAF. 2023. *Towards Climate Resilience and Neutrality in Latin America and the Caribbean*.
- OECD. 2022. *OECD Tourism Trends and Policies 2022*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a8dd3019-en>
- Orozco-Montoya, R. & Brenes-Maykall, A. 2022. Gestión del riesgo en Costa Rica: desafíos e impactos del desarrollo humano sostenible. Investigación de base, Estado de la Nación. <https://repositorio.conare.ac.cr/server/api/core/bitstreams/75d6a3e4-7217-4bb6-b8c2-448b9af2c7c8/content>
- Oruc, S., Dikbas, H. A., Gumus, B., & Yucel, I. 2024. The impact of climate change on construction activity performance. *Buildings*, 14(2), 372. <https://doi.org/10.3390/buildings14020372>

Pant, R., Thacker, S., Hall, J., Alderson, D. & Barcc, S. 2018. Critical infrastructure impact assessment due to flood exposure. *Journal of Flood Risk Management*, 11(1), 22-33

Pomareda García, F. 2022. *Un año extremadamente lluvioso y el abandono de las carreteras detonaron caos en infraestructura vial*. Semanario Universidad. 7 de diciembre. <https://semanariouniversidad.com/pais/un-ano-extremadamente-lluvioso-y-el-abandono-de-las-carreteras-detonaron-caos-en-infraestructura-vial/>

Pomareda García, F. 2023. *País podría reducir a la mitad monto que invierte en reconstruir infraestructura por desastres, si realizara gestión de riesgo*. Semanario Universidad. 23 de junio. <https://semanariouniversidad.com/pais/pais-podria-reducir-a-la-mitad-monto-que-invierte-en-reconstruir-infraestructura-por-desastres-si-realizara-gestion-de-riesgo/>

PROCOMER. s.f. Directorio de Zonas Francas de Costa Rica. <https://procomer.com/zonas-franca/>

Programa Estado de la Nación. 2017. *Cambio climático: impactos y desafíos para Costa Rica*. En: *Informe Estado de la Nación 2017. Capítulo Armonía con la Naturaleza* (pp. 342–368). San José, Costa Rica: PEN – Consejo Nacional de Rectores.

Programa Estado de la Región. 2010. *Impactos sociales y económicos del cambio climático con énfasis en los sectores agrícola y energético*. En: *IV Informe Estado de la Región en Desarrollo Humano Sostenible* (pp. 687–726). San José, Costa Rica: PER – Consejo Nacional de Rectores.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. 2024. Costa Rica. Atlas de Desarrollo Humano Cantonal 2024, <https://www.undp.org/es/costa-rica/publicaciones/atlas-de-desarrollo-humano-cantonal-2024>

Quesada-Román, A. 2022. Flood risk index development at the municipal level in Costa Rica: A methodological framework. *Environmental Science & Policy*, 133, 98-106. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.03.012>.

- Rendón, M.-L., Schlemer Alcántara, L., Abraham, Y., Conde, M. R., & De Simón, C. 2023. Climate change and tourism in South and Central America. *Journal of Sustainable Tourism*, 32(9), 1876-1892. <https://doi.org/10.1080/09669582.2023.2210783>
- Rodríguez, S. 2019. Lluvias se redujeron 20% en 2019 con El Niño moderado. Ojo al Clima. 9 diciembre. [https://ojoalclima.com/articulos/lluvias-se-redujeron-20-en-2019-con-el-nino-moderado?utm\\_source=chatgpt.com](https://ojoalclima.com/articulos/lluvias-se-redujeron-20-en-2019-con-el-nino-moderado?utm_source=chatgpt.com)
- Rodríguez Rubí, J. 2023. *Análisis de vulnerabilidad agrícola al cambio climático para la región del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)*, (LC/MEX/TS.2023/38), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- Schuldt, S., Nicholson, M., Adams, Y. & Delorit, J. 2021. Weather-Related Construction Delays in a Changing Climate: A Systematic State-of-the-Art Review. *Sustainability*, 13(5), 2861. <https://doi.org/10.3390/su13052861>
- SNIT. s.f. Costa Rica. Área por cantón.
- Solano, H. 2021. Temporal deja carreteras cerradas, puentes colapsados y negocios anegados en Turrialba. La Nación. 22 de julio. <https://www.nacion.com/sucesos/desastres/temporal-deja-rios-desbordados-carreteras-cerradas/E6FQXWSYVZHZFAPKULXUCALO7U/story>
- Superintendencia General de Seguros Costa Rica. 2025. Global Shield Proceso Interno País Financiamiento y seguros para enfrentar el riesgo climático y de desastres en Costa Rica. Informe Inventario y Análisis de Brechas.
- Trejos, S. 2021. Principales embalses de Costa Rica. <https://storymaps.arcgis.com/stories/71881b7b19f64b82a44fa75941480243>
- Vargas Céspedes, A., Morales, M., Watler, W., & Vignola, R. 2018. *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos: Cultivo de piña en Costa Rica*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8166.pdf>

- Vargas Céspedes, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. 2017. *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).  
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8205.pdf>
- Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M., Donatti, C., Harvey, C. & Alpízar, F. 2017. Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica. Conservación Internacional, CATIE. Proyecto CASCADA
- Vignola, R., Watler, W., Poveda Coto, K., Berrocal, Á., & Vargas, A. 2017. *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos: Cultivo de palma aceitera en Costa Rica*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).  
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8163.pdf>
- Vignola, R., Watler, W., Poveda Coto, K., & Vargas Céspedes, A. 2018. *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de café en Costa Rica*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).  
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8206.pdf>
- Villalobos, R., & Retana, J. s.f. -a. Efecto del Cambio Climático en la Agricultura. Experiencias en Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional
- Villalobos, R., & Retana, J. s.f. -b. Proyecto de Evaluación del Impacto del Cambio Climático sobre la Producción Agrícola de Costa Rica. Programa de Asistencia Holandés para Estudios de Cambio Climático. Instituto Meteorológico Nacional
- World Bank. 2011. Weather Index Insurance for Agriculture: Guidance for Development Practitioners. Agriculture and Rural Development Discussion Paper;No. 50.  
<http://hdl.handle.net/10986/26889>
- World Economic Forum. 2024. *Global Risks Report 2024, The World Economic Forum*.  
[https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Glo-bal\\_Risks\\_Report\\_2024.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Glo-bal_Risks_Report_2024.pdf)

World Economic Forum & Boston Consulting Group. 2025. *Climate Adaptation: Unlocking Value Chains with the Power of Technology*. White paper. World Economic Forum.

[https://reports.weforum.org/docs/WEF\\_Climate\\_Adaptation\\_Unlocking\\_Value\\_Chains\\_with\\_the\\_Power\\_of\\_Technology\\_2025.pdf](https://reports.weforum.org/docs/WEF_Climate_Adaptation_Unlocking_Value_Chains_with_the_Power_of_Technology_2025.pdf)

## Anexos

Cuadro 1

Sobre la frontera de información

Tema/variable	Institución/Departamento	Tipo de dificultad enfrentado	Observación/sugerencia
Series históricas de 30 años o más con datos de clima por cantón.	Instituto Meteorológico Nacional	<p>a. No disponible</p> <p>b. No sistematizada</p> <p>c. No comparable con otros años.</p> <p>d. Cobertura</p> <p>e. Otra, indicar: _____</p>	Solicitar con suficiente antelación los datos, por si el IMN puede brindarlos.
Capas de temperatura y precipitación por cantón actualizadas	Instituto Meteorológico Nacional	<p>a. No disponible</p> <p>b. No sistematizada</p> <p>c. No comparable con otros años.</p> <p>d. Cobertura</p> <p>Otra, indicar: _____</p>	Solicitar con suficiente antelación los datos, por si el IMN puede brindarlos. El PEN nos entregó una base de precipitación por cantón, no obstante, la base llegaba hasta 2019, i.e. 5 años desactualiza.
Datos de MIDEPLAN de pérdidas por eventos	MIDEPLAN	<p>a. No disponible</p> <p>b. No sistematizada</p> <p>c. No comparable con otros años.</p> <p>d. Cobertura</p> <p>Otra, indicar: _____</p>	El PEN nos entregó esta base de datos, no obstante, faltan datos para 2013, 2018 y 2019. La base llegaba hasta 2023.
Declaratorias de Emergencia de la CNE	CNE	<p>a. No disponible</p> <p>b. No sistematizada</p> <p>c. No comparable con otros años.</p> <p>d. Cobertura</p> <p>Otra, indicar: _____</p>	Obtuvimos datos de declaratorias de emergencia solamente para el sector agrícola y el sector pecuario.

Tema/variable	Institución/Departamento	Tipo de dificultad enfrentado	Observación/sugerencia
Capas de temperatura y precipitación satelitales	Instituto Meteorológico Nacional / NASA	a. No disponible b. No sistematizada c. No comparable con otros años. d. Cobertura Otra, indicar: _____	Solicitar con suficiente antelación los datos, por si el IMN puede brindarlos.

---