

PROYECTO  
ECUADOR ADAPTIVE SOCIAL  
PROTECTION:  
STRENGTHENING SOCIAL  
PROGRAMS FOR POST  
DISASTER RESPONSE.  
INGENIOS SIG. MAYO 2020

## ACRONIMOS

IPCC	PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (Acrónimo en inglés)
MAE	MINISTERIO DEL AMBIENTE
RCP	TRAYECTORIA DE CONCENTRACIÓN REPRESENTATIVAS (acrónimo en inglés)
GCM	MODELOS DE CIRCULACIÓN GENERAL (acrónimo en inglés)
MIES	MINISTERIO DE INCLUSIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL
IEE	INSTITUTO ESPACIAL ECUATORIANO
INAMHI	INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

## Contenido

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	OBJETIVO .....	6
3.	DIMENSIÓN INTERNA Y EXTERNA DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO Y EVENTOS EXTREMOS.....	6
3.1	Dimensión externa: identificación de las variables y fuentes de datos.....	6
	a) <i>Variación climática:</i> .....	7
	b) <i>Eventos extremos:</i> .....	7
	c) <i>Estrés Hídrico.</i> .....	9
3.2	Dimensión Interna: Sensibilidad y capacidad de adaptación.....	10
4.	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO Y EVENTOS EXTREMOS.....	13
4.1	Metodología, Variables y fuentes de Datos .....	13
5.	GENERANDO MAPAS PARA LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD .....	16
	a) Días secos consecutivos al año (CDD). .....	16
	b) Heladas .....	17
	c) Lluvias intensas.....	17
	d) Temperaturas extremas .....	17
6.	SENSIBILIDAD SOCIAL A EVENTOS EXTREMOS .....	19
7.	ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A EVENTOS EXTREMOS .....	35
8.	ADAPTACIÓN .....	41
A)	Incendios Forestales .....	52
B)	Zonas Susceptibles a Inundaciones.....	52
C)	Amenaza Ante Movimientos en Masa .....	54
D)	Mapa de Peligros Volcánicos .....	56

## Índice de tablas y gráficos

Gráfico 1 Factores de la vulnerabilidad al cambio climático y eventos extremos .....	6
Gráfico 2 Anomalías Climáticas y Amenazas Asociadas.....	9
Gráfico 3 Hogares con Hacinamiento y CDD al Año.....	21
Gráfico 4 Hogares con Materiales de Vivienda Deficitaria y CDD al Año.....	22
Gráfico 5 Hogares con Hacinamiento y Heladas .....	24
Gráfico 6 Hogares con Materiales de Vivienda Deficitaria y Heladas .....	25
Gráfico 7 Hogares con Hacinamiento y Lluvias Intensas.....	28
Gráfico 8 Hogares con Materiales de Vivienda Deficitario y Lluvias Intensas .....	29
Gráfico 9 Hogares con Hacinamiento y Temperaturas Máximas Extremas.....	32
Gráfico 10 Hogares con Materiales de Vivienda Deficitaria y Temperaturas Extremas .....	33
Gráfico 11 Índice de Vulnerabilidad por Incremento de Temperatura e Incendios .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Gráfico 12 Participación de la Sensibilidad Social en la Vulnerabilidad por Incremento de Temperatura .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Gráfico 13 Índice de Vulnerabilidad por Incremento de Precipitación.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Gráfico 14 Participación de la Sensibilidad Social en la Vulnerabilidad por Incremento de Precipitación.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Gráfico 15 Índice de Vulnerabilidad por Reducción de Temperatura.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Gráfico 16 Participación de la sensibilidad social en la Vulnerabilidad a Heladas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## Índice de Mapas

Mapa 1 Regiones Hidrográficas y Demarcación Política Administrativa .....	10
Mapa 2 Escenarios de Eventos Extremos en Ecuador .....	18
Mapa 3 Otros Eventos Extremos.....	19
Mapa 4 Número de Días Secos Consecutivos al Año (CDD).....	23
Mapa 5 Temperaturas Mínimas Inferior a 3°C - Heladas.....	26
Mapa 6 Lluvias Intensas .....	30
Mapa 7 Incremento Número de Días al Año con Temperaturas Máximas Extremas.....	34

<i>Ilustración 11. Susceptibilidad a incendios forestales 2015. Secretaría de Gestión de Riesgos..</i>	52
<i>Ilustración 12. Zonas susceptibles a inundaciones .....</i>	53
<i>Ilustración 13. Análisis de Amenazas Ate Movimientos en Masa, 1:25.000, nivel nacional .....</i>	54
<i>Ilustración 14. Mapa de Peligros Volcánicos .....</i>	56

## Índice de Anexo

ANEXO 1. Mapas de exposición – amenazas climáticas.....	46
ANEXO 2. Otros eventos extremos .....	52
ANEXO 3. Impactos resultantes de cambios previstos en eventos climáticos extremos .....	57

**Proyecto:**

**Ecuador Adaptive Social Protection: Strengthening Social Programs for Post Disaster Response.**

**EL INDICE DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO COMO INSTRUMENTO PARA UNA PROTECCIÓN SOCIAL EFICIENTE**

## 1. INTRODUCCIÓN

Hay una larga trayectoria de estudios relacionados con la vulnerabilidad cuyo objetivo es identificar aquellos grupos de población que tienen más probabilidades de experimentar los efectos negativos de sequías, inundaciones, olas de calor y otros fenómenos naturales.

Debido a las características físicas y ubicación geográfica, Ecuador está expuesto a desastres naturales, tanto asociados al cambio climático como aquellos relacionados a erupciones volcánicas, terremotos y temblores. Entre 1970 y 2016, se registraron 11.922 eventos como resultado de amenazas naturales. Deslizamientos de tierra (45%); inundaciones, lluvias y tormentas (9%); actividad volcánica (5%), terremotos (3.8%); y, sequías (% 1), el porcentaje restante corresponden a marejadas, aluviones, flujos de escombros y avalanchas. (World Bank, 2020)

El término 'vulnerabilidad' es utilizado de diferentes maneras en las comunidades de investigación, como aquellas relacionadas con “medios de vida segura”, “seguridad alimentaria”, “riesgos naturales”, “gestión del riesgo de desastres”, “salud pública”, “cambio ambiental global” y “cambio climático”.

Vulnerabilidad también se ha relacionado o equiparado con conceptos como resiliencia<sup>1</sup>, marginalidad, susceptibilidad, adaptabilidad, fragilidad y riesgo<sup>2</sup>. (Liverman, 1990). Se podría agregar fácilmente exposición, sensibilidad, capacidad de afrontamiento y criticidad.

A pesar de esta diversidad de acepciones, se pueden distinguir tres enfoques principales para conceptualizar y evaluar la vulnerabilidad:

i) El marco de **riesgo<sup>3</sup> - peligro** es característico de la literatura técnica sobre gestión de riesgos y desastres. Conceptualiza la vulnerabilidad como la relación **dosis-respuesta** entre una presencia de una amenaza

---

<sup>1</sup> Capacidad de sobreponerse a momentos críticos y adaptarse luego de experimentar alguna situación inusual e inesperada. También indica volver a la normalidad después de experimentar shock.

<sup>2</sup> El riesgo se define como la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza (presencia física de un fenómeno) y la vulnerabilidad (condición a priori).

<sup>3</sup> “El análisis de riesgos aborda la incertidumbre en términos de probabilidad de impacto. El riesgo se define como el producto de la probabilidad de un evento y su efecto sobre una exposición. Debido a que son los eventos extremos los que producen los impactos más significativos, es valioso enfocarse en la probabilidad cambiante de los extremos climáticos y de sus impactos. Otra forma de análisis de riesgos, el análisis de decisiones, se utiliza para evaluar las estrategias de respuesta al cambio climático. Se puede usar para firmar las probabilidades de diferentes escenarios climáticos, identificando aquellas estrategias de respuesta que proporcionarían la flexibilidad, al menos costo (minimizando los daños anuales esperados), que mejora el rango de impacto previsto”. (IPCC, 1994)

exógena para un sistema y sus efectos adversos (UNDHA, 1993; Dilley y Boudreau, 2001; Downing y Patwardhan, 2003). Esta noción de vulnerabilidad corresponde más estrechamente a la "sensibilidad" en la terminología del IPCC.

ii) Desde el enfoque de la economía política y la geografía humana, se considera a la vulnerabilidad (social) como una **condición a priori** de un hogar o una comunidad que está determinada por factores socioeconómicos y políticos (Dow, 1992; Blaikie et al., 1994; Adger y Kelly, 1999). Los estudios pertinentes sugieren una estructura causal que se concentra en las **capacidades diferenciales de las comunidades para hacer frente al estrés externo**. Vulnerabilidad de acuerdo con este punto de vista, las causas económicas de la sensibilidad y la exposición diferenciales corresponden estrechamente a los "factores no climáticos".

iii) En el Tercer Informe de Evaluación del IPCC se define a la vulnerabilidad como:

*“El grado en que un sistema es susceptible/sensible de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los eventos extremos. La vulnerabilidad es una función del carácter, la magnitud y la tasa de variación climática a la que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación” (IPCC 2001, p.995).*

La vulnerabilidad se define como una función de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación<sup>4</sup>:

Vulnerabilidad = f (exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación)

Siendo:

Exposición: *la naturaleza y el grado en que un sistema está comprometido a variaciones climáticas significativas.*

Sensibilidad: *el grado en que un sistema se ve afectado, de manera adversa o beneficiosa, por estímulos relacionados con el clima".*

Capacidad de adaptación: *la idoneidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluyendo la variabilidad climática y los extremos), moderar el daño potencial y aprovechar sus oportunidades o hacer frente a sus consecuencias.*

La vulnerabilidad al cambio climático y eventos extremos se resumen en la siguiente ilustración. (Turner, 2003)

---

<sup>4</sup> Dependiendo de la magnitud, periodicidad, persistencia / reversibilidad, potencial de adaptación, aspectos de la distribución, probabilidad e "relevancia" de los impactos, algunas de estas vulnerabilidades podrían identificarse como 'claves'.

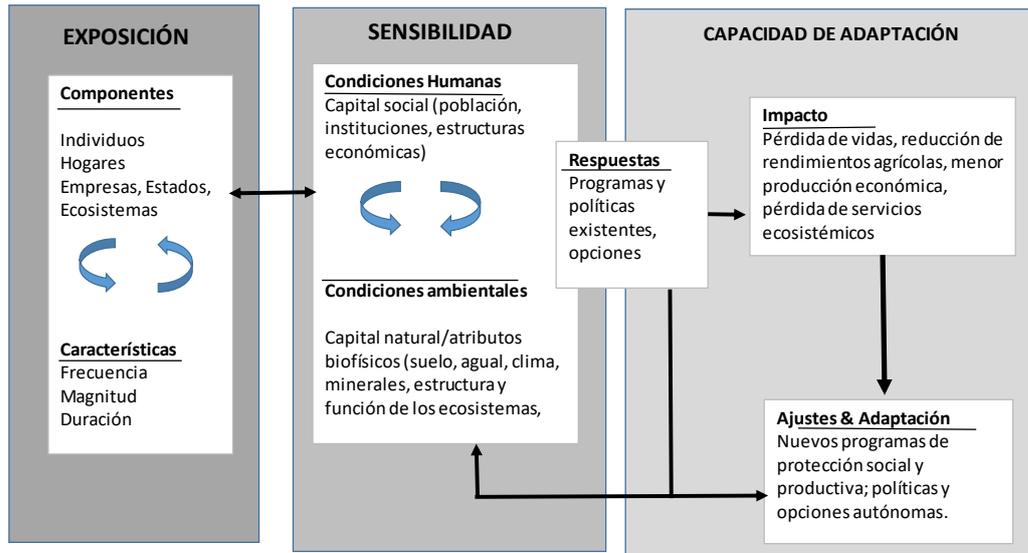


Gráfico 1 Factores de la vulnerabilidad al cambio climático y eventos extremos

Fuente: (Turner, 2003)

## 2. OBJETIVO

Esta nota técnica tiene un doble propósito. Primero, presentar la comprensión predominante de los conceptos claves relacionados a la vulnerabilidad al cambio climático y sus relaciones analíticas; y, segundo, presentar la metodología, información y fuentes de datos para la estimación del índice de vulnerabilidad a eventos extremos en Ecuador.

La estimación del índice de vulnerabilidad a eventos extremos en Ecuador permite evaluar la exposición al riesgo en poblaciones propensas o sensibles a eventos climáticos extremos como información relevante para programas y servicios de protección social en los actuales escenarios de cambio climático, que desarrolle resiliencia y fortalezca la capacidad de adaptación de los hogares en situación de pobreza, especialmente a eventos extremos.

## 3. DIMENSIÓN INTERNA Y EXTERNA DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO Y EVENTOS EXTREMOS.

El grado de exposición a variaciones climáticas “significativas” está determinado por una **dimensión externa** y **dimensión interna**.

### 3.1 Dimensión externa: identificación de las variables y fuentes de datos.

La dimensión externa incluye, entre otras, las siguientes variables físicas: tasa de variación climática, frecuencia u ocurrencia de eventos extremos asociados al cambio climático, eventos extremos asociados a otros fenómenos naturales, estrés hídrico, y otros.

#### *a) Variación climática:*

Para la identificación de la tasa de variación climática, es preciso la identificación de variaciones climáticas comprometidas –que están representadas en los escenarios de los Modelos de Circulación General (GCM)- y la correspondiente localización geográfica de estas variaciones. Es decir, el grado de exposición a variaciones climáticas significativas, (manifestación física del cambio climático).

Ecuador cuenta con los escenarios RCP<sup>5</sup> del quinto Informe del IPCC localizadas en mapas de escenarios de cambio climático y mapas de riesgos, siguiendo el marco de evaluación de vulnerabilidad de Panel Intergubernamental de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IPCC). Este estudio identifica datos sobre la distribución espacial de varias amenazas climáticas relacionadas con el clima en 221 cantones del Ecuador.

El Ministerio del Ambiente (MAE) ha procesado esta información climática a partir de los datos y escenarios climáticos mencionados, en la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Ecuador MAE<sup>6</sup> 2017, incluyendo información climática para 23 provincias del territorio continental ecuatoriano, para escenario actual/histórico (1981-2015), escenarios RCP 4.5 y 8.5 para el periodo 2016-2040.<sup>7</sup>

En base a estos escenarios, se identifica aquellas áreas/cantones del país que **registran significativas variaciones climáticas respecto a los promedios** registrados en el escenario histórico 1981-2015. Estas áreas se las considera “**áreas de exposición a un estrés externo asociado a cambio climático**”, es decir, áreas donde los cambios en las temperaturas y pluviosidad son significativos (manifestación física del cambio climático).

#### *b) Eventos extremos:*

Si bien es lógico que la sociedad tenga en cuenta los extremos y la variabilidad del clima, los escenarios de cambio climático basados en el uso de modelos de circulación general (GCM) de la atmósfera, hasta la fecha han insistido en los posibles cambios en el clima promedio (Schlesinger y Mitchell, 1987; Schneider, 1989). Del mismo modo, los esfuerzos para establecer la importancia estadística de los cambios en el clima observado solo han tenido éxito en la detección de variaciones en las condiciones promedio (Solow y Broadus, 1989).

Pero los principales impactos del clima en la sociedad son el resultado de eventos extremos (Parry y Carter, 1985). Las olas de calor generalmente reducen la disponibilidad de agua, y contribuyen al incremento del riesgo de incendios forestales y la pérdida de cultivos. Las heladas acaban con sembríos de papas, maíz,

---

<sup>5</sup> En el Quinto Informe IPCC se han definido 4 nuevos escenarios de emisión, las denominadas Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés). Las cuatro trayectorias RCP comprenden un escenario en el que los esfuerzos en mitigación conducen a un nivel de forzamiento muy bajo (RCP2.6), 2 escenarios de estabilización (RCP4.5 y RCP6.0) y un escenario con un nivel muy alto de emisiones de GEI (RCP8.5). Los nuevos RCP pueden contemplar los efectos de las políticas orientadas a limitar el cambio climático del siglo XX frente a los escenarios de emisión utilizados en el IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4) (denominados SRES, por sus siglas en inglés) que no contemplaban los efectos de las posibles políticas o acuerdos internacionales tendientes a mitigar las emisiones.

<sup>6</sup> MAE & PNUD (2016). Proyecciones Climáticas de Precipitación y Temperatura para Ecuador, Bajo Distintos Escenarios de Cambio Climático. En P. d.-P. Ministerio del Ambiente del Ecuador - MAE, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador. Quito.

<sup>7</sup> Los datos de salida del GCM a nivel local son útiles cuando se trabaja en una cuadrícula de 10 minutos de arco (aproximadamente 18 km) algunos estudios han usado WorldCLIM (conjunto de datos de cuadrícula global de variables climáticas para un período específico) (Hijmans et al., 2005) y métodos basados en MarkSim, un generador estadístico del clima (detalles de los algoritmos se pueden encontrar en Jones y Gladkov, 2001, y Jones y Thornton, 2000).

fréjol, zambos y zapallos. Las sequías son una causa frecuente de impactos sociales adversos como escasez de alimentos.

Existe algunas generalizaciones que se pueden identificar sobre la sensibilidad de los eventos extremos a la media y la variabilidad del clima, los eventos extremos son relativamente más sensibles a la variabilidad del clima que a su promedio. (Katz & Brown, 1992). Para identificar cómo la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo cambiaría a medida que cambian los valores de los parámetros climáticos respecto del promedio, es necesario identificar “umbrales de variaciones”. Los eventos extremos se registran cuando los valores de los parámetros climáticos superan estos umbrales de variaciones.

Las evaluaciones que se basan en escenarios de clima futuro (MCG) que involucran solo cambios en los valores medios o que infieren cambios en la **frecuencia de eventos extremos** únicamente a partir de cambios en los promedios, no son confiables. Si bien es cierto que los modelos climáticos actualmente no pueden proporcionar suficiente información sobre la variabilidad del clima o la frecuencia de los eventos extremos, estos problemas deben abordarse con sistemas de prevención y alertas tempranas<sup>8</sup>.

Particularmente para el Ecuador, El Fenómeno del Niño es un evento extremo agudizado y más frecuente debido al cambio climático, que para el Ecuador ha representado costos materiales y humanos cuantiosos. Ver siguiente recuadro. La inclusión de este fenómeno extremo, si bien está considerado en el registro de “incremento de número de días con lluvias extremas”, su importancia amerita una consideración específica para la determinación de la vulnerabilidad.<sup>9</sup>

**FENÓMENO DEL NIÑO OSCILACIÓN SUR  
“ENOS”**

*“Los eventos de El Niño, caracterizados por un calentamiento anómalo en el Océano Pacífico ecuatorial oriental, son una característica destacada de la variabilidad climática con impactos climáticos globales. El episodio de 1997/98, a menudo denominado “el evento climático del siglo XXI-3”, y El Niño extremo de 1982/83, se caracterizaron por una pronunciada extensión hacia el este de la zona cálida del Pacífico occidental y desarrollo de una zona de convección atmosférica, y, por lo tanto, un gran aumento de las precipitaciones en el Pacífico oriental ecuatorial, generalmente frío y seco”. (Cai, Borlace, & Lengaigne)*

*Algunas vulnerabilidades claves están asociadas a **eventos extremos ENOS** (Fenómeno del Niño Oscilación del Sur, entre las que se encuentran el incremento de la mortalidad humana y la intensificación de la magnitud y la frecuencia de las inundaciones, olas de calor y demás cambios asociados a este fenómeno como perjuicios para la agricultura, la pesca, el medio ambiente, la salud, la calidad del aire, incremento de escorrentías y recarga de aguas subterráneas en llanuras dedicadas a cultivos de alimentos.*

*La experiencia del incremento de inundaciones lleva consigo un incremento del riesgo de muertes por ahogamientos, diarreas y enfermedades respiratorias, hambre y desnutrición, con alta confiabilidad en los modelos de predicción. Los **impactos negativos** del Fenómeno del Niño en la **salud** son mayores en poblaciones vulnerables de menores ingresos, predominantemente en las regiones tropicales y subtropicales. Sin embargo, la ocurrencia de enfermedades está fuertemente influenciada por condiciones ambientales locales, circunstancias socio económica e infraestructura de salud pública.*

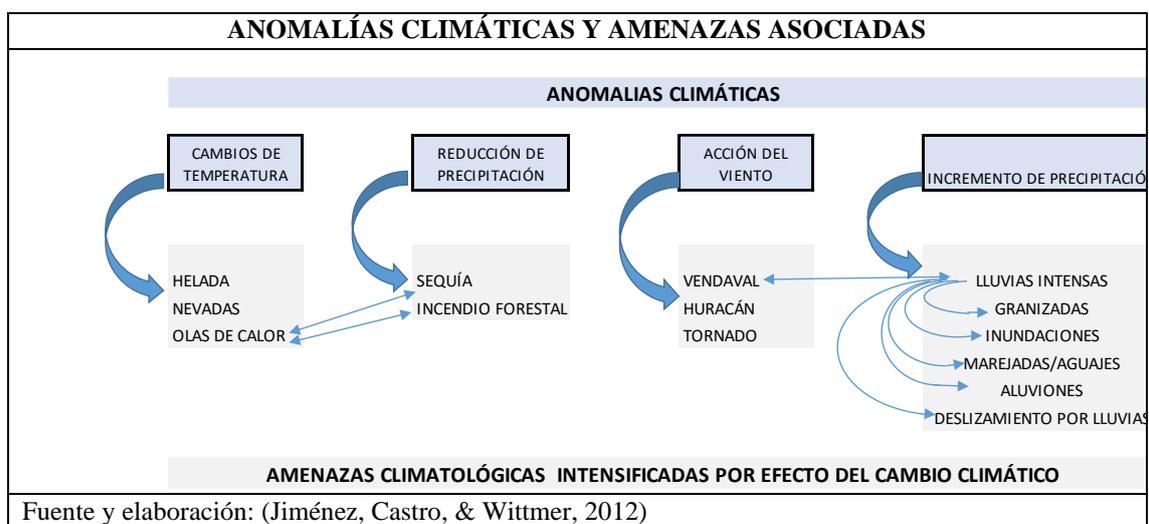
*Las zonas costeras ecuatorianas han experimentado niveles de inundaciones, erosión hídrica acelerada, pérdida de manglares e intrusión de agua salina en fuentes de agua dulce. En el anexo 3 se presentan algunos ejemplos de los impactos proyectados en los modelos de predicción del IPCC para fenómenos climáticos extremos y su probabilidad de ocurrencia.*

<sup>8</sup> Para examinar las relaciones entre la probabilidad de eventos extremos y estadísticas y registros climáticos de los MEG, tales como promedios y variaciones, ver (Katz & Brown, 1992)

<sup>9</sup> En este estudio el evento ENOS se considera incluido en el fenómeno “incremento del número de días con lluvias extremas.

En el Ecuador, el registro de datos y análisis histórico (período 1980-2018) de los eventos extremos proviene, entre otras fuentes, del inventario de desastres (DESINVENTAR). Es importante dimensionar el daño en la población, viviendas e infraestructura, afectaciones directas relacionadas a los distintos tipos de eventos climáticos extremos (sequías, inundaciones, vendavales, deslizamientos, erupciones volcánicas, y otros).

A continuación, se identifican las amenazas y eventos extremos asociados a las distintas anomalías climáticas atmosféricas por cambio climático registradas en el Ecuador, que permitirá registrar los posibles daños asociados en población, vivienda e infraestructura, y permitirá también la implementación de medidas de adaptación específicas que estén en correspondencia y asociación con la información que imparte la MIES y la Sistema Nacional de Riesgos en el “Boletín de Alertas Tempranas”.



*Gráfico 2 Anomalías Climáticas y Amenazas Asociadas*

Existen otros “desastres naturales” que no están vinculados al cambio climático como terremotos, erupción volcánica, que actualmente ya son tomados en cuenta en los sistemas de información y alertas tempranas, de la Secretaría Nacional de Riesgos.

*c) Estrés Hídrico.*

Conocer los escenarios hidrológicos futuros es fundamental para determinar vulnerabilidades externas, las mismas que permiten identificar necesidades de adaptación.

La diversidad en la oferta natural del recurso hídrico, sumada a otras características de tipo orográfico y fluvio-morfológico, y la disímil demarcación política administrativa del país, hace necesaria la división territorial por regiones hidrográficas que permita la estimación de la disponibilidad de los recursos hídricos, así como la identificación de los efectos físicos del cambio climático en la oferta natural hídrica.

Se requiere la zonificación por regiones hídricas que permite organizar la información de las variables climatológicas y la caracterización meteorológica con el fin de establecer su incidencia en **la oferta y demanda hídrica** de cada región identificada. En base a la información de 11 cuencas hidrográficas determinadas por el INAMHI (CNRH, 2002) se cuenta con información del balance hídrico para el año 2001. Sin embargo, la variación del rendimiento de las cuencas hidrográficas según los escenarios de

cambio climático RCP 4.5 y 8.5 (capacidad de oferta hídrica futura), y el respectivo contrasta con la demanda de la población para determinar stress hídrico, aún no se han estimado.<sup>10</sup>

Mapa 1 Regiones Hidrográficas y Demarcación Política Administrativa



### 3.2 Dimensión Interna: Sensibilidad y capacidad de adaptación.

La **dimensión interna** comprende la sensibilidad (grado en que un sistema se ve afectado, de manera adversa o beneficiosa, por estímulos relacionados con el clima); y, la capacidad de adaptación (idoneidad de un sistema para ajustarse al cambio climático, moderar el daño potencial y aprovechar sus oportunidades o hacer frente a sus consecuencias) (Cortador, 1996).

#### a) Sensibilidad Social (pobreza de los hogares)

Índice de vulnerabilidad social-económica a eventos extremos - **condiciones socio económicas a priori** – (variables del registro social y/o de ECV sobre: vivienda, ingreso/consumo, etnicidad).

#### b) Pérdida de medios de vida

*“Los medios de vida consisten en las capacidades, los bienes y recursos, tanto materiales como sociales, y las actividades que se requieren para poder sobrevivir. Los medios de vida son sostenibles cuando sirven para hacer frente a desastres naturales, tensiones y crisis, y recuperarse de éstas, cuando pueden mantener o aumentar sus capacidades y activos y ofrecer beneficios netos a otros medios de vida, a nivel local o regional, tanto en el presente como en el futuro, sin comprometer la base de los recursos naturales”.* (FAO, 2013)

<sup>10</sup> La posible variación del rendimiento de cuencas hidrográficas en escenarios de cambio climático existe en el país únicamente para escenarios PRECIS ECHAM. Lo llevó a cabo el estudio “Economía del Cambio climático en el Ecuador”. CEPAL 2012.

“Es probable que las consecuencias más graves del cambio climático se registren en la seguridad alimentaria y los medios de vida de la población que depende de la agricultura en los países vulnerables. La mayoría de los cálculos indican que es probable que el cambio climático reduzca la productividad agrícola, la estabilidad de la producción y los ingresos en zonas que ya sufren un elevado nivel de inseguridad alimentaria. Los cambios a largo plazo del régimen de temperaturas y precipitaciones modificarán las temporadas productivas, aumentarán la variabilidad del suministro, así como los riesgos en la agricultura, los bosques y la pesca, y contribuirán a la aparición de nuevas enfermedades de los animales y de las plantas, así como a amenazas emergentes de inocuidad de los alimentos incluyendo una nueva distribución espacial de estas amenazas y de los agentes patógenos vehiculados por los alimentos y el agua o introducirán enfermedades en lugares donde previamente no existían.” (FAO, 2013, pág. 10)

Sobre la base de que las opciones de uso de la tierra definen, al menos en parte, las estrategias de subsistencia para miles de personas rurales que dependen en alguna medida de los recursos naturales para su bienestar, es importante incluir en el análisis de vulnerabilidades, el impacto del cambio climático en los sistemas agrícolas. Con este fin, se usa la clasificación de los sistemas agrícolas de la FAO<sup>11</sup> descrita en (Dixon & Gulliver, 2001) que se basa en un enfoque principal de medios de vida y se ha utilizado para evaluar las tendencias generales en los **niveles de pobreza asociados con cada sistema agrícola** en las próximas décadas y en escenarios de cambio climático. Es posible también determinar vulnerabilidades de la población pobre por pérdida de sistemas ganaderos. Este análisis permite identificar el impacto y variaciones en los distintos sistemas agrícolas por efecto del cambio climático.

La tipología de agricultura familiar es un criterio válido del ingreso agropecuario, determinando las capacidades, los bienes y recursos, tanto materiales como sociales, y las actividades que se requieren para poder sobrevivir<sup>12</sup>. De esta forma, aquellos hogares familiares que tienen un ingreso agropecuario predominante (75% y más), son denominados como Agricultura Familiar Especializada (AFE), mientras que aquellos hogares cuyos ingresos provenientes de actividades agropecuarias no sean predominantes (25% o menos) son considerados como Agricultura Familiar Diversificada (AFD). (FAO, 2013)

Este criterio permite identificar los hogares vulnerables a pérdidas agrícolas por efectos del cambio climático y eventos extremos. En la ECV se identifica el número de hogares con agricultura familiar por región y su ubicación geográfica cantonal, lo que permite asociar a escenarios de cambio climático.

A continuación, se detalla las categorías de uso y cobertura de la tierra del Ecuador Continental para el año 2014. El primer nivel de la leyenda corresponde a seis categorías definidas por el IPCC (IPCC, 2006); el segundo nivel corresponde a dieciséis categorías de cobertura vegetal que fueron acordadas a través de varios talleres por las entidades encargadas de la generación de información de cobertura de la tierra: Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE).

*Tabla1-0-1 Cobertura y Uso del Suelo Ecuador Continental*

---

<sup>11</sup> Sistema de riego de pequeños agricultores; sistemas basado en el cultivo de arroz de tierras húmedas; sistemas de pequeños agricultores de secano en áreas húmedas; sistema de pequeños agricultores de secano en tierras altas; sistema de pequeños agricultores de secano en tierras secas frías, sistema agrícola dual; sistema de pesca costera artesanal; sistema basado en áreas urbanas. (Dixon & Gulliver, 2001)

<sup>12</sup> La Agricultura Familiar en Ecuador representa el 84,5% de las UPAs con una concentración de 20% de la tierra, cuenta con 37% del agua para riego y se dedica principalmente a la producción para la satisfacción de las necesidades básicas. Más del 64% de la producción agrícola nacional está en manos de pequeños productores. La mayoría de los alimentos consumidos en el Ecuador (60%) provienen de la agricultura familiar campesina. (60%). (FAO, 2008).

IPCC	ECUADOR	DEFINICIÓN	FUENTE
Bosque	Bosque Nativo	Ecosistema arbóreo, primario o secundario, regenerado por sucesión natural; se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos.	MAE (2016)
	Plantación Forestal	Masa arbórea establecida antrópicamente con una o más especies forestales.	MAE (2011)
Vegetación Arbustiva y Herbácea	Vegetación Arbustiva	Áreas con un componente substancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel.	MAE (2011)
	Páramo	Vegetación tropical altoandino caracterizada por especies dominantes no arbóreas que incluyen fragmentos de bosque nativo propios de la zona.	MAGAP - IEE (2012)
	Vegetación Herbácea	Áreas constituidas por especies herbáceas nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección.	MAGAP - IEE (2012)
Tierra Agropecuaria	Cultivo Anual	Comprende aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas, cuyo ciclo vegetativo es estacional, pudiendo ser cosechados una o más veces al año.	MAGAP - IEE (2012)
	Cultivo Semipermanente	Comprenden aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas cuyo ciclo vegetativo dura entre uno y tres años.	MAGAP - IEE (2012)
	Cultivo Permanente	Comprenden aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas cuyo ciclo vegetativo es mayor a tres años, y ofrece durante éste periodo varias cosechas.	MAGAP - IEE (2012)
Tierra Agropecuaria	Pastizal	Vegetaciones herbáceas dominadas por especies de gramíneas y leguminosas introducidas, utilizadas con fines pecuarios, que para su establecimiento y conservación, requieren de labores de cultivo y manejo.	MAGAP - IEE (2012)
	Mosaico Agropecuario (Asociación)	Son agrupaciones de especies cultivadas que se encuentran mezcladas entre sí y que no pueden ser individualizados; y excepcionalmente pueden estar asociadas con vegetación natural.	MAGAP - IEE (2012)
Cuerpo de Agua	Natural	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento.	MAGAP - IEE (2012)
	Artificial	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento asociadas con las actividades antrópicas y el manejo del recurso hídrico.	MAGAP - IEE (2012)
Zona Antrópica	Área Poblada	Áreas principalmente ocupadas por viviendas y edificios destinados a colectividades o servicios públicos.	MAGAP - IEE (2012)
	Infraestructura	Obra civil de transporte, comunicación, agroindustrial y social.	MAGAP - IEE (2012)
Otras Tierras	Área sin cobertura vegetal	Áreas generalmente desprovistas de vegetación, que por sus limitaciones edáficas, climáticas, topográficas o antrópicas, no son aprovechadas para uso agropecuario o forestal, sin embargo pueden tener otros usos.	MAGAP - IEE (2012)
	Glaciar	Nieve y hielo localizados en las cumbres de las elevaciones andinas.	MAGAP - IEE (2012)

### c) Erosión

Existen varias categorías de la degradación de la tierra que incluyen: erosión del suelo, compactación del suelo, reducción de la materia orgánica del suelo, disminución de la fertilidad del suelo y la biodiversidad del suelo.

Para el análisis de la vulnerabilidad a eventos extremos asociados al cambio climático, estas categorías de degradación del suelo se registran como vulnerabilidades internas debido a que es una **condición a priori** presente en algunas regiones del país, condiciones que determinan vulnerabilidad frente al cambio climático. El país cuenta con mapas de erosión (activa y potencial) a nivel cantonal.

### d) Morfología urbana

La vulnerabilidad a inundaciones es una característica inherente relacionada a las condiciones topográficas y geográficas de las ciudades. Además de los factores de exposición y sensibilidad señalados, existen otros dos factores determinantes de grado de vulnerabilidad en zonas urbanas.

- (i) la estructura, materiales y morfología urbana que exacerban o minimizan los efectos destructivos de los fenómenos naturales, agravado por la acelerada ocupación del espacio disponible o por la exposición a sitios peligrosos.

- (ii) el segundo factor es la pronunciada segmentación de la sociedad urbana, que refleja el subdesarrollo y los conflictos socioeconómicos en un espacio limitado y codiciado.

#### 4. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO Y EVENTOS EXTREMOS.

Es necesario generar una medida que relacione la dimensión externa (escenarios de cambio climático/ fenómeno natural extremo) con la dimensión interna (vulnerabilidad socioeconómica de poblaciones y hogares) en conjunto, a nivel bidimensional infiriendo su relación, e identificando el efecto que provoca la dimensión externa en la dimensión interna (variable de intervención).

##### 4.1 Metodología, Variables y fuentes de Datos

La vulnerabilidad es una medida integrada de la magnitud esperada de los efectos adversos a un sistema causados por un nivel de ciertos factores estresantes externos. La vulnerabilidad al cambio climático es multidimensional, compleja y no es una variable de observación directa.

El grado de vulnerabilidad está determinado por las dimensiones de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. Es decir, es una función de estos tres parámetros que se presentan en la siguiente ecuación y empíricamente en la ecuación.

$$\text{Vulnerabilidad al CC} = f(\text{exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación})$$

$$V = f(E, S, A)$$

$$V = (E \cdot S) - A$$

V= Vulnerabilidad al cambio climático

E= Exposición a cambios climáticos (naturaleza y grado).

S= Sensibilidad (grado en que se ve afectado un sistema, adversa/beneficioso, por estímulos relacionados con el clima).

A= Capacidad de Adaptación (incluida la variabilidad climática y los extremos), capacidad para moderar el daño potencial, aprovechar sus oportunidades o hacer frente a sus consecuencias.

*Tabla 1-41 Variables de exposición al cambio climático*

Variable	Lectura
Parámetros de <b>eventos extremos</b> : sequía inundación, deslaves, heladas, incendios forestales, movimientos de masa, fenómeno del niño.	CDD Número de días secos consecutivos al año
	R95p Número de días al año con lluvias extremas (está considerado el fenómeno del niño)
	TX95p Número de días al año con temperaturas máximas extremas
	FD3 Número de días al año con temperaturas mínimas por debajo de 3°C

Variable	Lectura
Variación de temperatura Diferencia entre valor promedio esperado a 2020 y valor promedio registrado actual/histórico para el período 1981 a 2015, y escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para el periodo 2016-2040	Valor entre 0 y 100, mientras más cercano a 100 mayor el cambio esperado en el tiempo y mayor el riesgo por necesidad de adaptación.
Variación de precipitación Diferencia entre valor promedio esperado a 2020 y valor promedio registrado actual/histórico para el período 1981 a 2015, y escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para el periodo 2016-2040	Valor entre 0 y 100, mientras más cercano a 100 mayor el cambio esperado en el tiempo y mayor el riesgo por necesidad de adaptación.

Tabla 1-2 Rangos de las variables identificadas para eventos extremos

RANGOS		EVENTO EXTREMO			
(x) (# días/año) es:	Nivel de Amenaza es	SEQUIA VARIABLE = CDD	LLUVIAS INTENSAS VARIABLE R95p	ALTAS TEMPERATURAS VARIABLE TX95p	HELADAS VARIABLE FD3
$X \leq 0$	0 – Nulo	La tendencia es hacia la reducción del número de días secos consecutivos al año.	La tendencia es hacia la reducción del número de días al año con lluvias extremas	La tendencia es hacia la reducción del número de días al año con temperaturas muy altas	La tendencia es hacia la reducción del número de días al año con heladas
$0 < X \leq 0,1$	1 – Muy Bajo	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 o más años	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 o más años con lluvias extremas	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 años con temperaturas muy altas	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 años con heladas
$0,1 < X \leq 0,2$	2 – Bajo	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 a 10 años	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 a 5 años con lluvias extremas	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 a 10 años con temperaturas muy altas	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 a 10 años con heladas
$0,2 < X \leq 0,5$	3 - Moderado	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 a 5 años	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años con lluvias extremas	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 a 5 años con temperaturas muy altas	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 a 5 años con heladas
$0,5 < X \leq 1$	4 - Alto	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años con lluvias extremas	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años con temperaturas muy altas	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años con heladas
$X > 1$	5 - Muy Alto	La tendencia es hacia el aumento de más de un 1 día cada año	La tendencia es hacia el aumento de más de un 1 día cada año con lluvias extremas	La tendencia es hacia el aumento de más de un 1 día cada año con temperaturas muy altas	La tendencia es hacia el aumento de más de un 1 día cada año con heladas

Tabla 1 -3 Variables de sensibilidad social a eventos extremos relacionados al cambio climático:

Variable	Lectura
Índice de vulnerabilidad social-económica a eventos extremos - <b>condiciones socio económicas a priori</b> – (variables del registro social y/o de ECV sobre: vivienda, ingreso/consumo, etnicidad, otras).	Proporción de hogares en condiciones de hacinamiento.  Proporción de hogares con materiales de vivienda deficitario.  Pobreza por consumo.
Índice Pérdida de medios de vida (Activos económicos familiares) (variables de ECV sobre: ingreso agropecuario predominante del jefe de hogar (75% y más).	Proporción de hogares cuyos ingresos agrícolas son predominantes (ingreso agrícola representa el 75% o más del total de ingresos).
Índice de erosión variables de: un valor ponderado para cantón en función de la intensidad de erosión y la proporción de territorio en cada cantón.	Valores entre 0 y 100, siendo 0 menor intensidad o menor susceptibilidad de erosión y 100 tierras altamente riesgosas para erosión.

Tabla 1-4 Variables de capacidad de adaptación del hogar/comunidad.

Variable	Lectura
Capacidad de adaptación de hogares/comunidad (variables de la ECV, Registro Social, MIES sobre: cobertura de programas de protección social; bono de desarrollo humano; crédito de desarrollo humano (MIES); servicios de cuidado infantil, servicios de adulto mayor y discapacidades; acceso a internet/telefonía celular, energía para cocción/ iluminación.	Variable dicotómica 0, 1

Con las variables anteriores se genera el índice de vulnerabilidad a eventos extremos asociados a cambio climático:

$$IVEX = \alpha_1 \text{exposición} + \alpha_2 \text{sensibilidad} + \alpha_3 \text{capacidad adaptación} ; \sum \alpha_i = 1$$

Donde:

- $IVEX$  = Índice de Vulnerabilidad a eventos extremos.
- Exposición = A eventos extremos (inundaciones, sequías, deslizamientos, otros)
- Sensibilidad = Índice de Vulnerabilidad Social, medios de vida y erosión.
- Adaptación = Cobertura de programas sociales.
- $\alpha_i$  = ponderación de la variables (peso o relevancia)

#### 4.2 Algunas limitaciones

Teniendo en cuenta los problemas técnicos y las incertidumbres asociadas con el estudio de vulnerabilidades, está claro que los análisis a nivel macro, si bien son útiles, pueden ocultar una enorme variabilidad con respecto a lo que son respuestas complejas al cambio climático. Existe una considerable heterogeneidad en el acceso de los hogares a los recursos, los niveles de pobreza y la capacidad de hacer frente a eventos extremos y cambio climático. El trabajo de evaluación de vulnerabilidad ciertamente puede guiarse de manera útil mediante análisis a nivel macro, pero en última instancia, este trabajo debe realizarse a nivel regional y local cantonal, y de unidades familiares.

Las respuestas locales al cambio climático a través del tiempo no son necesariamente lineales. En términos de estrategias de adaptación, se necesita profundizar sobre la dinámica del cambio a través del tiempo y sobre la dinámica de las respuestas de los hogares. La adaptación en sí misma debe ser vista como un proceso esencialmente dinámico, continuo y no lineal, esto tiene implicaciones considerables para las herramientas y métodos necesarios para su implementación; y, para los indicadores y análisis que serán necesarios para la evaluación de medidas de política pública y privada de adaptación. Es necesario recopilar y ampliar información detallada a nivel local, sobre los indicadores de capacidad de adaptación.

Por último, la principal limitación en el análisis de vulnerabilidad al cambio climático y eventos extremos, es la incertidumbre inherente a los escenarios IPCC y las futuras condiciones socio económicas inciertas, variables que incidirían significativamente en el índice de vulnerabilidad al cambio climático en Ecuador. Es por esto que se usa datos históricos referenciales, y se considera que es más probable que la vulnerabilidad actual empeore en lugar de mejorar.

## 5. GENERANDO MAPAS PARA LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

Los mapas de vulnerabilidad a eventos extremos en Ecuador, constan de tres bases de información.

1. Elaboración de mapas de exposición - amenazas climáticas- para los riesgos relacionados con el clima: sequía inundación, deslaves, heladas, incendios forestales, movimientos de masa, deslizamientos de tierra. Se usa el promedio simple de los tres indicadores estandarizados de riesgos climáticos, superponiendo así los tres mapas de amenaza en un solo mapa de amenaza múltiple. Como no se tiene conocimiento del grado de importancia de cada peligro para evaluar la vulnerabilidad, se asume pesos iguales para todos.
2. Mapa de las condiciones a priori de los hogares identificadas, como una medida de la sensibilidad social al cambio climático. Índice de vulnerabilidad Social, Pérdida de medios de vida y los niveles de erosión.
3. Mapa del índice de capacidad adaptativa en función de: cobertura de programas de protección social (bono de desarrollo humano, crédito de desarrollo humano, servicios de cuidado); factores socioeconómicos referida al acceso a tecnología (energía, internet, otros) y tipo de infraestructura disponible. Estas variables se asumen como “variables proxy” para identificar la capacidad de adaptación al cambio climático y fenómenos climáticos extremos.

## 5.1 Exposición al Cambio Climático

De acuerdo a las variables de eventos extremos y sus posibles rangos señalados, a continuación se presentan el escenario observado –histórico- *Escenario TX95pHI* (1981-2015), y las posibles variaciones que podrían registrarse bajo dos escenarios de cambio climático *RCP 4.5* denominado escenario referencial; y, *RCP 8.5* escenario pesimista, para el período 2016-2040 (MAE, PNUD, 2017) Se registra para el Ecuador, entre otras variables, información para el número de días secos consecutivos al año (CDD)<sup>13</sup>; temperatura media; temperaturas máximas extremas; heladas; número de días al año con lluvias extremas; susceptibilidad a movimientos en masa, zonas de inundación.

### a) Días secos consecutivos al año (CDD).

Para el escenario referencial, la tendencia es hacia la reducción del número de días secos consecutivos al año. El nivel “nulo” registra 170 cantones, especialmente en la región Sierra (77); Costa (52) y Amazonía (41). Para niveles “muy bajo” ( $0 < x \leq 0,1$ ) se registran 42 cantones (Costa 29, Sierra 13. La Amazonía no registra ningún cantón en este escenario de sequía. En la siguiente tabla se puede comparar esta tendencia con el escenario histórico y pesimista.

---

<sup>13</sup> Los niveles de sequía (CDD) de un área dada, resulta de la combinación de tres niveles de probabilidad de ocurrencia del evento y tres niveles de intensidades (Índice de Desviación de Precipitación) En otras palabras, los niveles de amenaza están en función de la recurrencia y la severidad del fenómeno de sequía. Para ampliar ver (MAE, PNUD, 2017)

CDD	Tendencia del índice (x) (Número de días/año):	Nivel de Amenaza es	Descripción	ESCENARIO OBSERVADO Número de cantones	ESCENARIO REFERENCIAL Número de cantones	ESCENARIO PESIMISTA Número de Cantones
Sequías	$X \leq 0$	0 - Nulo	La tendencia es hacia la reducción del número de días secos consecutivos al año.	80	170	178
	$0 < X \leq 0,1$	1 - Muy Bajo	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 o más años	118	42	28
	$0,1 < X \leq 0,2$	2 - Bajo	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 a 10 años	12	6	12
	$0,2 < X \leq 0,5$	3 - Moderado	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 a 5 años	7	0	0
	$0,5 < X \leq 1$	4 - Alto	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años	1	0	0
	$X > 1$	5 - Muy Alto	La tendencia es hacia el aumento de más de un 1 día cada año	0	0	0

#### b) Heladas

Para el evento extremo “heladas”, la tendencia es hacia la reducción del número de días con heladas al año, nivel de amenaza “nulo” Este nivel de amenaza se registra para 142 cantones para los escenarios referenciales y pesimista: región Sierra (18 cantones), Costa (98) y (26) para la región amazónica.

	Tendencia del índice (x) (número días/año)	Nivel de Amenaza	Descripción	Número de cantones		
				Escenario Observado	Escenario Referencial	Escenario Pesimista
FD3 Heladas	$X \leq 0$	0 - Nulo	La tendencia es hacia la reducción del número de días al año con heladas	141	142	142
	$0 < X \leq 0,1$	1 - Muy Bajo	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 años con heladas	73	74	74
	$0,1 < X \leq 0,2$	2 - Bajo	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 a 10 años con heladas	4	2	2
	$0,2 < X \leq 0,5$	3 - Moderado	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 a 5 años con heladas	0	0	0
	$0,5 < X \leq 1$	4 - Alto	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años con heladas	0	0	0
	$X > 1$	5 - Muy Alto	La tendencia es hacia el aumento de más de un 1 día cada año con heladas	0	0	0
				218	218	218

#### c) Lluvias intensas

En el escenario pesimista, ningún cantón del Ecuador registra reducción de números de días al año de lluvias extremas. En la mayoría de cantones, 161 cantones, que representan el 74% del total de cantones del Ecuador, la tendencia es incrementar un día cada dos años (cinco años) con lluvias extremas, que corresponde a nivel de amenaza moderado. En este nivel de amenaza se registra mayoritariamente para cantones de la región Sierra 89%; costa (57%), y 75% de los cantones de la región amazónica enfrentarán este nivel de amenaza para el evento extremo lluvias extremas.

En la tabla siguiente se puede comparar el nivel de amenaza registrado en los tres escenarios analizados. El escenario observado registra mayor número de cantones en nivel de amenaza baja, lo que significa que se esperaría para años del período 2016-2040 un incremento del nivel de amenaza de lluvias intensas hacia niveles moderados, y en el escenario pesimista, niveles “altos” de amenaza.

	Tendencia del índice (x) (número días/año) :	Nivel de Amenaza es	Descripción	Número de cantones		
				Escenario Observado	Escenario Referencial	Escenario Pesimista
R95p Lluvias Intensas	$X \leq 0$	0 - Nulo	La tendencia es hacia la reducción del número de días al año con lluvias extremas	0	0	0
	$0 < X \leq 0,1$	1 - Muy Bajo	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 o más años con lluvias extremas	46	17	
	$0,1 < X \leq 0,2$	2 - Bajo	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 a 10 años con lluvias extremas	138	101	11
	$0,2 < X \leq 0,5$	3 - Moderado	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 a 5 años con lluvias extremas	34	100	161
	$0,5 < X \leq 1$	4 - Alto	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años con lluvias extremas	0	0	46
	$X > 1$	5 - Muy Alto	La tendencia es hacia el aumento de más de un 1 día cada año con lluvias extremas	0	0	0
				218	218	218

#### d) Temperaturas extremas

En el escenario referencial el cantón Libertad registra un incremento de temperatura muy altas, mientras que los cantones de la región Sierra no registran incrementos “muy altas”. En la región amazónica, por lo

contrario, seis cantones Pastaza, Arajuno, Sushufindi, Cuyabeno, Orellana, Aguarico y Loreto. En el escenario pesimista, el 31% de los cantones registran altas temperaturas.

TX95p Temperaturas extremas	Tendencia del índice (X) (número de días/año) es:	Nivel de Amenaza es	Descripción	Número de cantones		
				Escenario Observado	Escenario Referencial	Escenario Pesimista
				X <= 0	0 - Nulo	La tendencia es hacia la reducción del número de días al año con temperaturas muy altas
0 < X <= 0,1	1 - Muy Bajo	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 10 años con temperaturas muy altas	40	0	0	
0,1 < X <= 0,2	2 - Bajo	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 5 a 10 años con temperaturas muy altas	165	53	0	
0,2 < X <= 0,5	3 - Moderado	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 2 a 5 años con temperaturas muy altas	10	153	147	
0,5 < X <= 1	4 - Alto	La tendencia es hacia el aumento de 1 día cada 1 o 2 años con temperaturas muy altas	0	8	68	
X > 1	5 - Muy Alto	La tendencia es hacia el aumento de más de un 1 día cada año con temperaturas muy altas	0	1	0	
				215	215	215

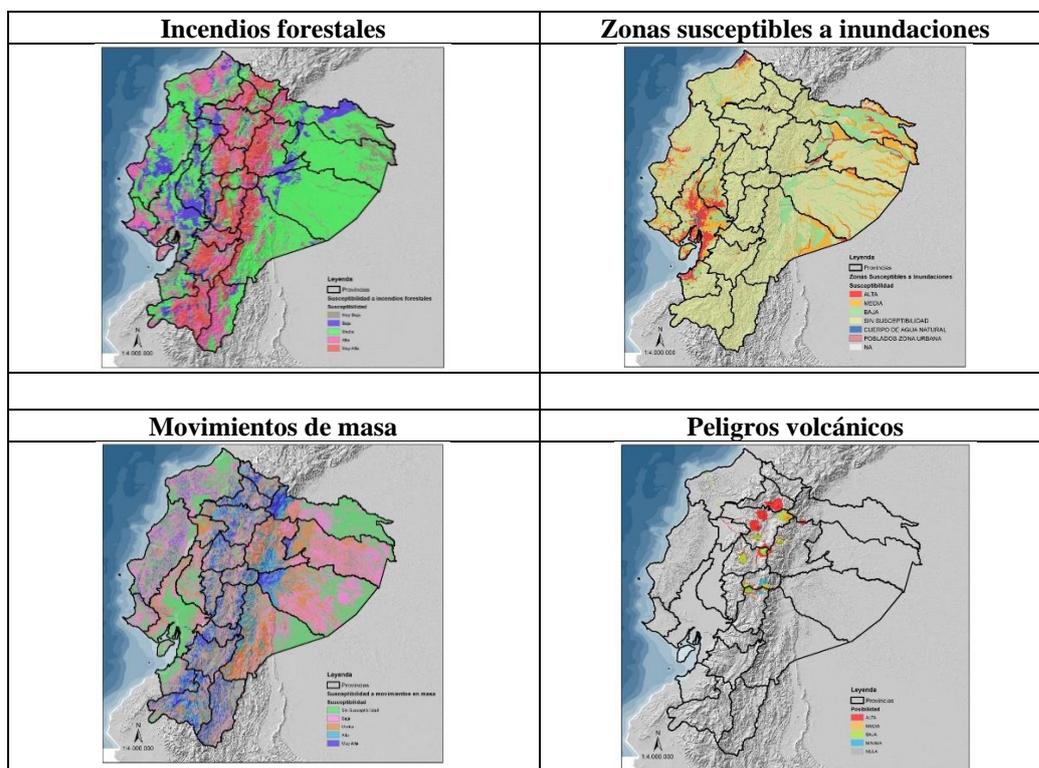
A continuación, se presenta la ilustración cartográfica de estos escenarios de eventos extremos.

Mapa 2 Escenarios de Eventos Extremos en Ecuador

	ESCENARIO HISTÓRICO 1981- 2015	ESCENARIO REFERENCIAL RCP 4.5 2017-2040	ESCENARIO PESIMISTA RCP 8.5 2017-2040
DÍAS SECOS/AÑO			
LLUVIAS INTENSAS			
ALTAS TEMPERATURA			
HELADAS			

Este análisis de la exposición a eventos extremos, asociados a cambio climático, intensifican y agudizan otros eventos como incendios forestales, movimientos de masa, inundaciones. Por lo que, a partir del registro histórico de su ocurrencia, es importante tomar en cuenta en el análisis de vulnerabilidades. A continuación, se presenta los mapas de registro de incendios forestales, zonas susceptibles a inundaciones, peligros volcánicos y movimientos de masa.

Mapa 3 Otros Eventos Extremos



## 6. SENSIBILIDAD SOCIAL A EVENTOS EXTREMOS

Las condiciones a priori de los hogares como una medida de la sensibilidad social al cambio climático son, conjuntamente con la capacidad de adaptación, la dimensión interna en el análisis de vulnerabilidad al cambio climático y eventos extremos. Se refiere al grado en que un sistema socio-económico se ve afectado, de manera adversa o beneficiosa, por factores relacionados con el clima.

Entre las variables que determinan la sensibilidad social a eventos extremos están las características socioeconómicas del hogar asociado a un perfil de consumo per cápita (percentil). Específicamente, para este estudio se usa “hogares con hacinamiento”, “hogares con servicios deficitarios de vivienda” y pobreza por consumo, variables que deberían ser complementadas para una mayor caracterización económico-social<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Las variables del Registro Social del Ecuador cuentan con específica y mayor información para el análisis a nivel de hogares.

Combinando esta dimensión interna social con la exposición a fenómenos extremos descritos en los escenarios de clima, se determina los índices de vulnerabilidad.<sup>15</sup>

*a) Días Secos Consecutivos al Año (CDD)*

**Para el evento extremo CDD** (días secos consecutivos al año), en el escenario histórico observado, la mayor parte de cantones registran una tendencia “*muy baja*” de incremento de días secos al año. Es en este nivel de amenaza en donde se ubican el mayor número de hogares con hacinamiento (451 mil habitantes) que corresponde al 10% de población del Ecuador (cuadrante IV del gráfico respectivo). Los cantones que se ubican en el nivel de amenaza “alto” son cantones de baja y moderada proporción de hogares con hacinamiento (cuadrante II)<sup>16</sup>. Los cantones que tienen mayor proporción de hogares con hacinamiento y mayor nivel de exposición se ubican en el cuadrante I del gráfico respectivo, Sucúa y Playas son quienes tienen mayor nivel vulnerabilidad sequía.

Para un escenario referencial de ocurrencia de eventos extremos, el mayor número de población se trasladaría a una amenaza moderada, exceptuando el cantón Guayaquil que se mantiene en nivel de amenaza baja.

---

<sup>15</sup> No se incorpora en esta fase del estudio la variable “adaptación” como segunda variable de la dimensión interna.

<sup>16</sup> Los rangos de hacinamiento: bajo = 0.019 – 0.11; moderado = 0.12 – 0.16; alto = 0.17-0.75

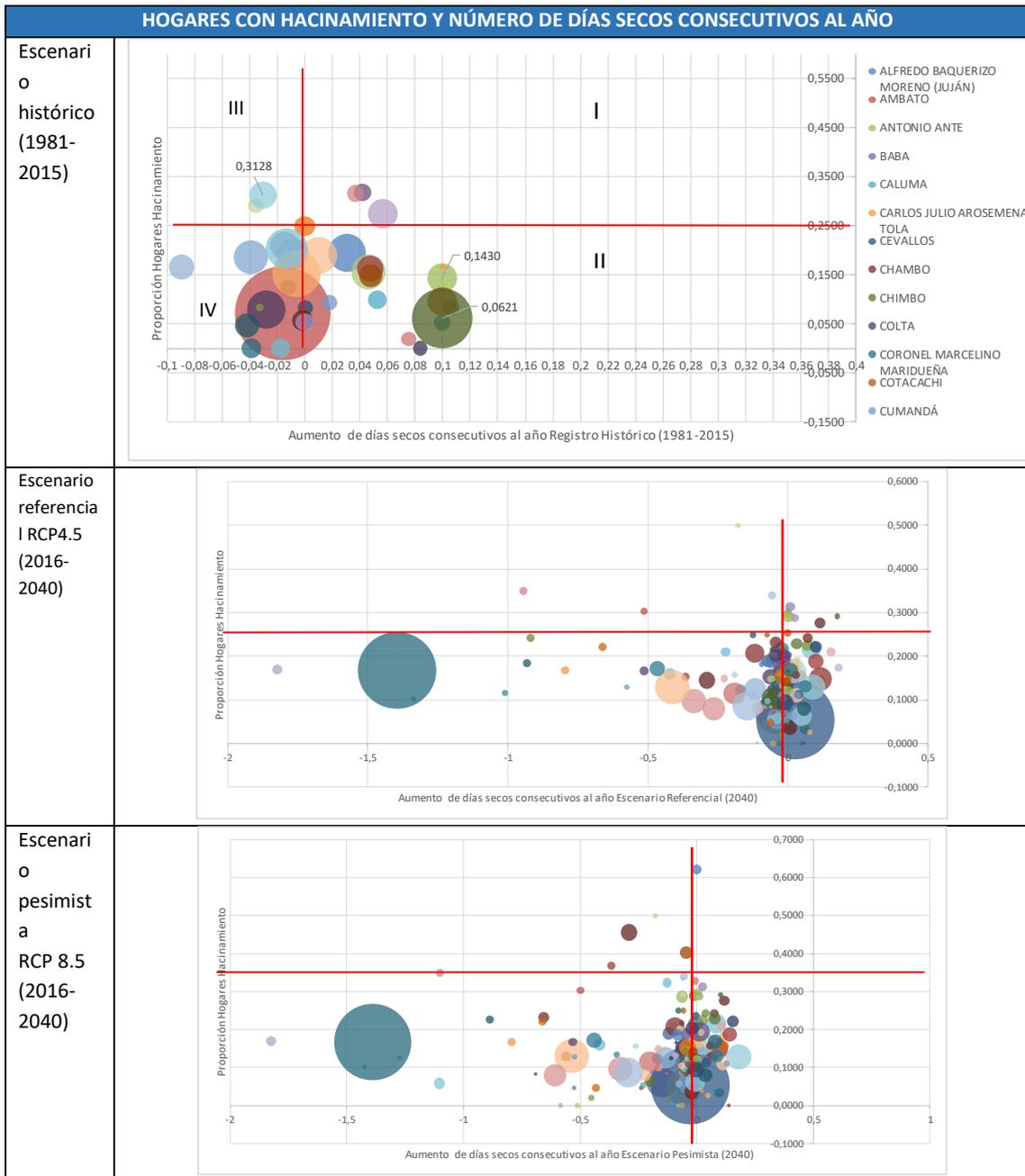


Gráfico 3 Hogares con Hacinaamiento y CDD al Año

Para el caso de hogares con “materiales de vivienda deficitaria”, en el escenario histórico el 19% de los cantones (41) se ubican en el nivel de amenaza de sequía “muy bajo” ( $0 < x \leq 0,1$ ), y corresponde a una población aproximadamente de 451 mil habitantes. Los cantones que se sitúan en el nivel de amenaza “nulo” ( $x \leq 0$ ) tiene alta proporción de hogares con materiales de vivienda deficitarios (cuadrante III), y los que se ubican en el cuadrante IV también registran amenaza nula pero la proporción de hogares deficitarios es menor. Para el escenario referencial, el cantón Guayaquil registra 702 mil habitantes con hogares con materiales de vivienda deficitaria (7.1%) tendría menos nivel de amenaza, pasando de muy bajo a nulo. Por otra parte, los cantones del cuadrante I registran mayor proporción de hogares con vivienda deficitaria, y nivel de amenaza “muy bajo”.

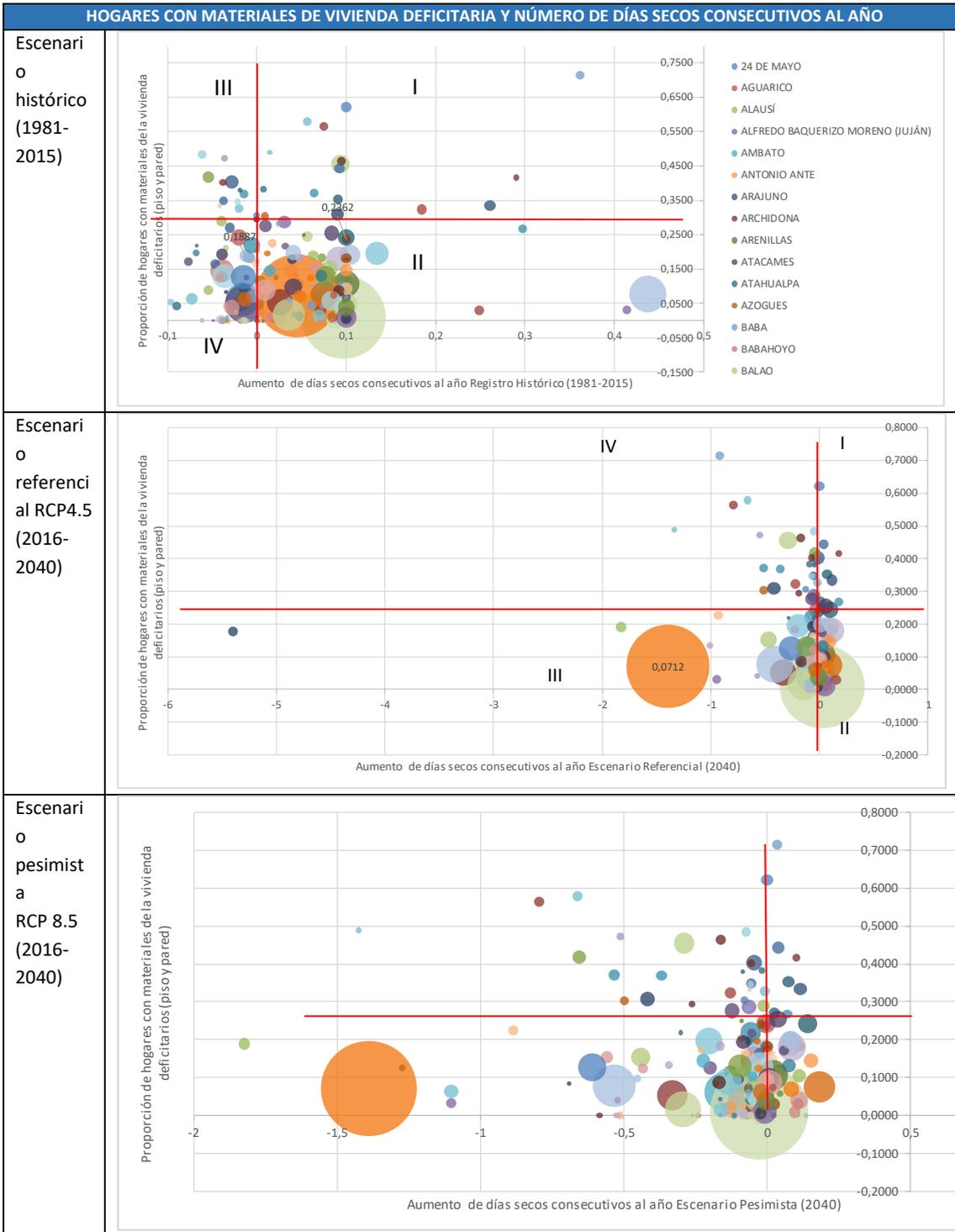
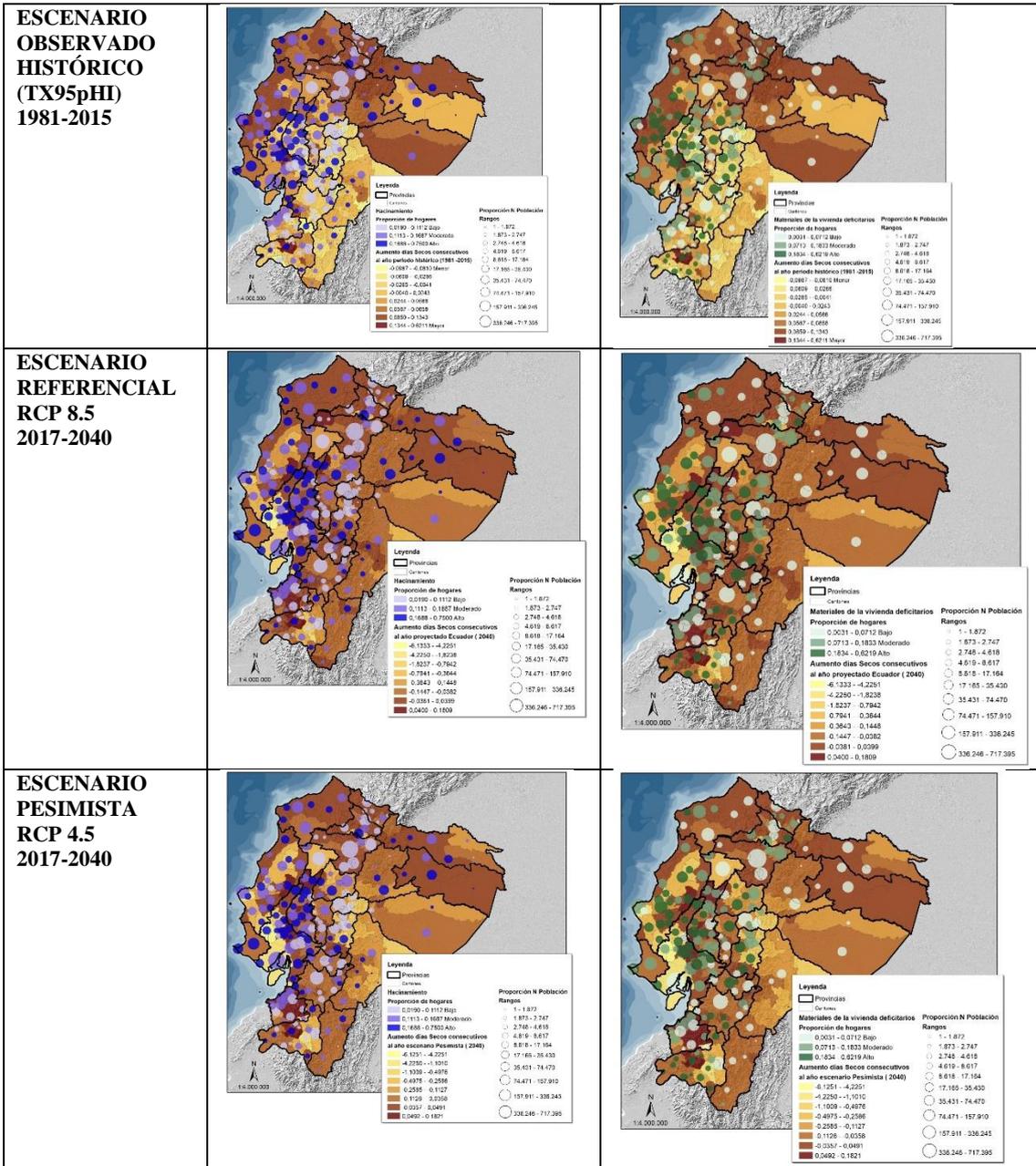


Gráfico 4 Hogares con Materiales de Vivienda Deficitaria y CDD al Año

Mapa 4 Número de Días Secos Consecutivos al Año (CDD)



b) Heladas

Para heladas, en el escenario histórico, el mayor número de cantones (65%) se encuentran en nivel de amenaza nulo ( $x \leq 0$ ) cuya tendencia es hacia la reducción del número de días al año con heladas y se corresponde con los cantones que tienen situación de hacinamiento relativamente baja y una población de 2.4 millones (56.6%)(cuadrante II). Sucúa, Pallatanga, Santiago, Pucará y Gonzalo Pizarro son los cantones que registran alto hacinamiento, aunque el nivel de amenaza a heladas es nulo (cuadrante I). En el escenario referencial y pesimista no existe cambios significativos de este nivel de vulnerabilidad.

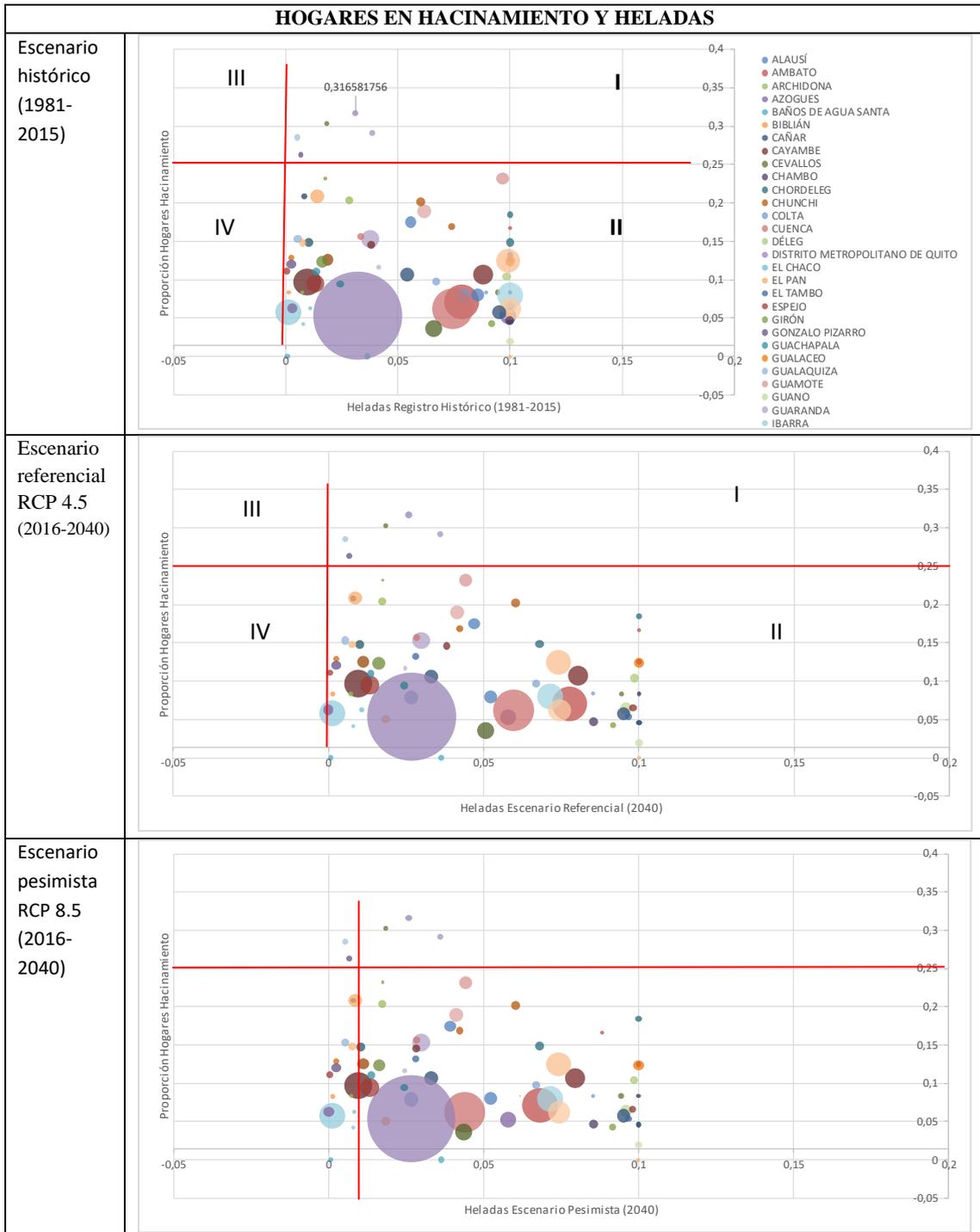


Gráfico 5 Hogares con Hacinamiento y Heladas

Para el caso de **materiales de vivienda deficitaria**, 4.2 millones de habitantes enfrentarían heladas. El 57.8% se ubica en nivel de amenaza nulo (cuadrante II). El 40.4% tiene un nivel de amenaza “*muy bajo*” ( $0 < x \leq 0,1$ ) (cuadrante II). Únicamente los cantones Guamote y Colta tienen alta proporción de hogares con vivienda deficitaria y bajo nivel de amenaza ( $0,1 < x \leq 0,2$  (cuadrante I) se corresponde a 32 mil habitantes aproximadamente (0.7%). Para los escenarios referencial y pesimista se mantiene la tendencia del escenario histórico.

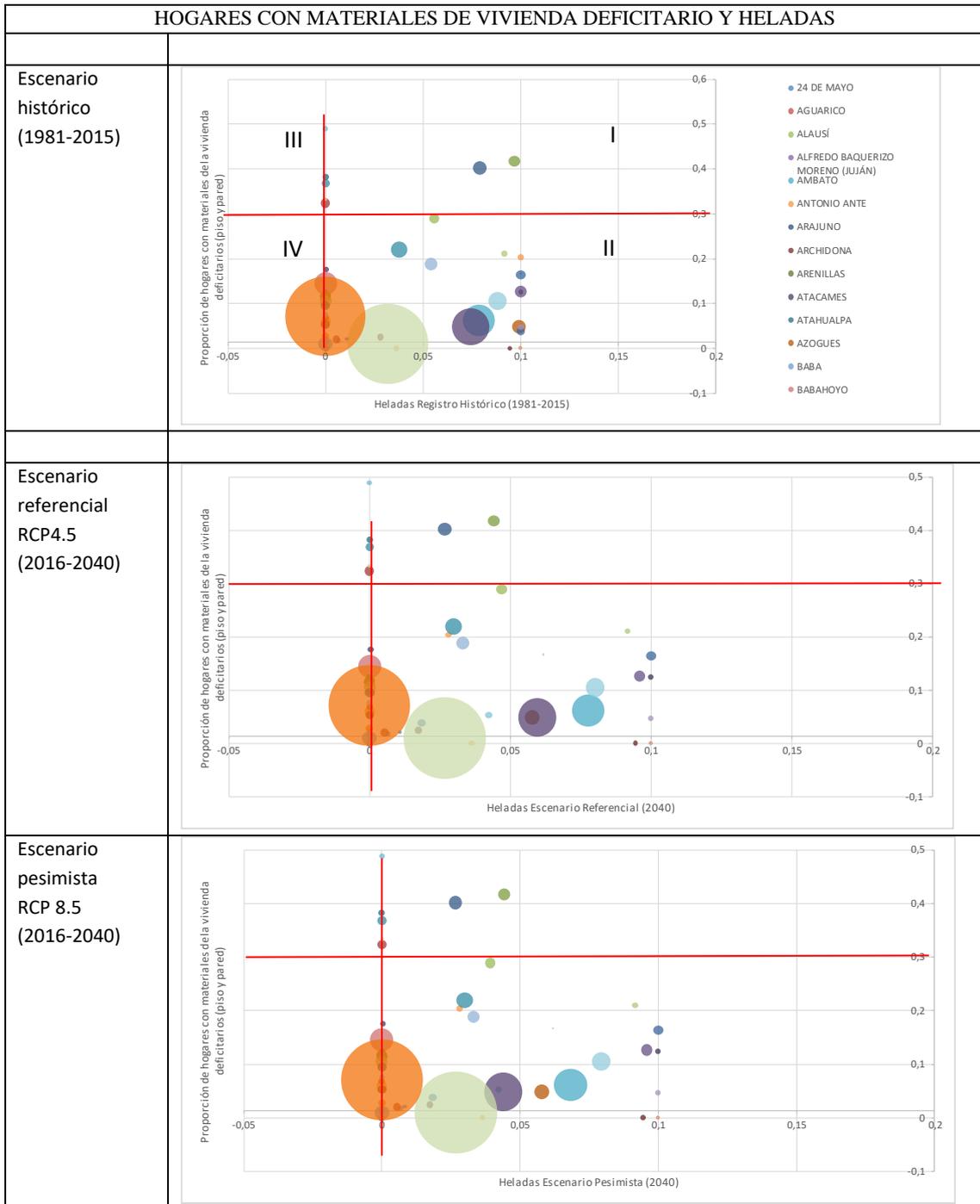
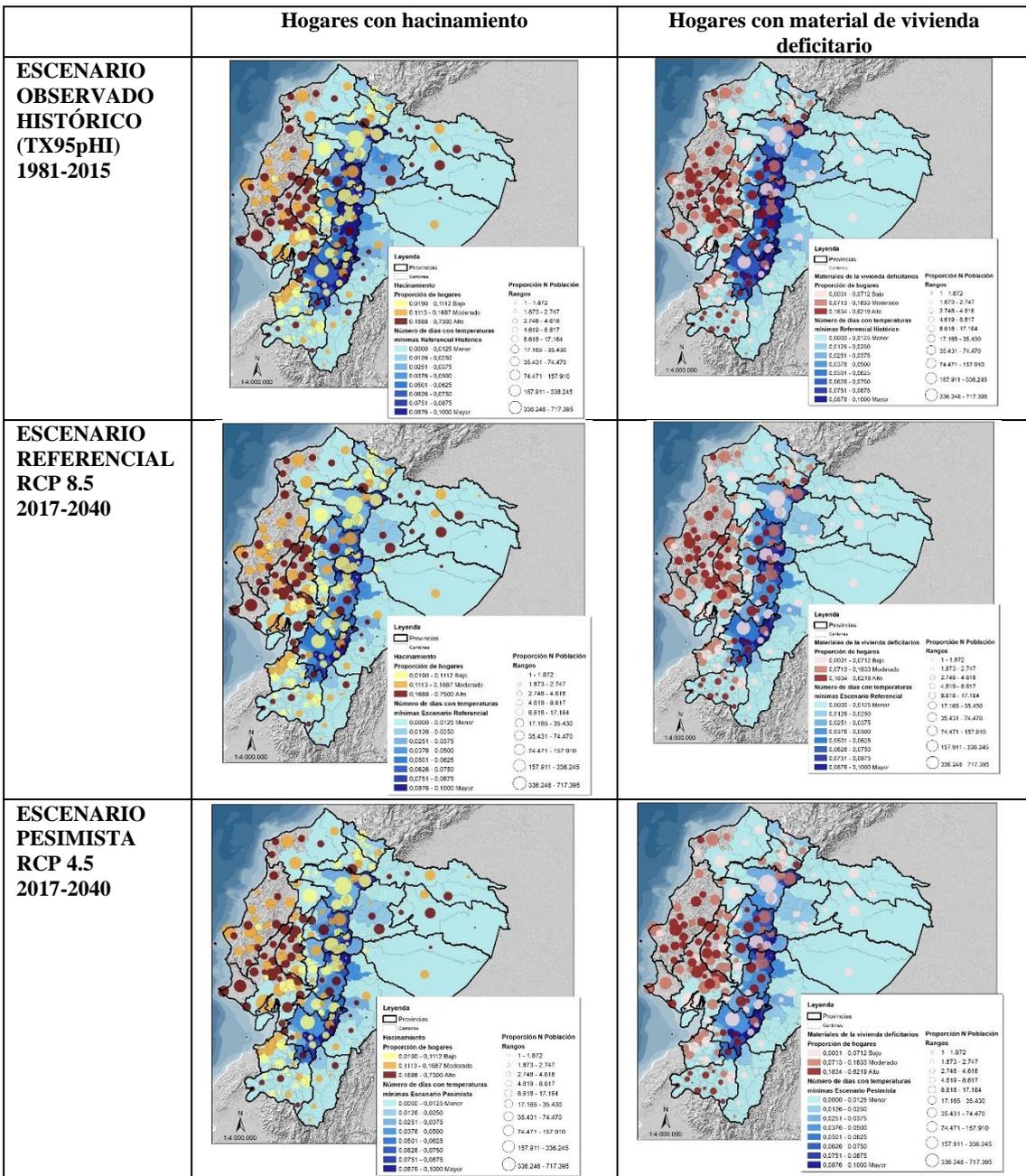


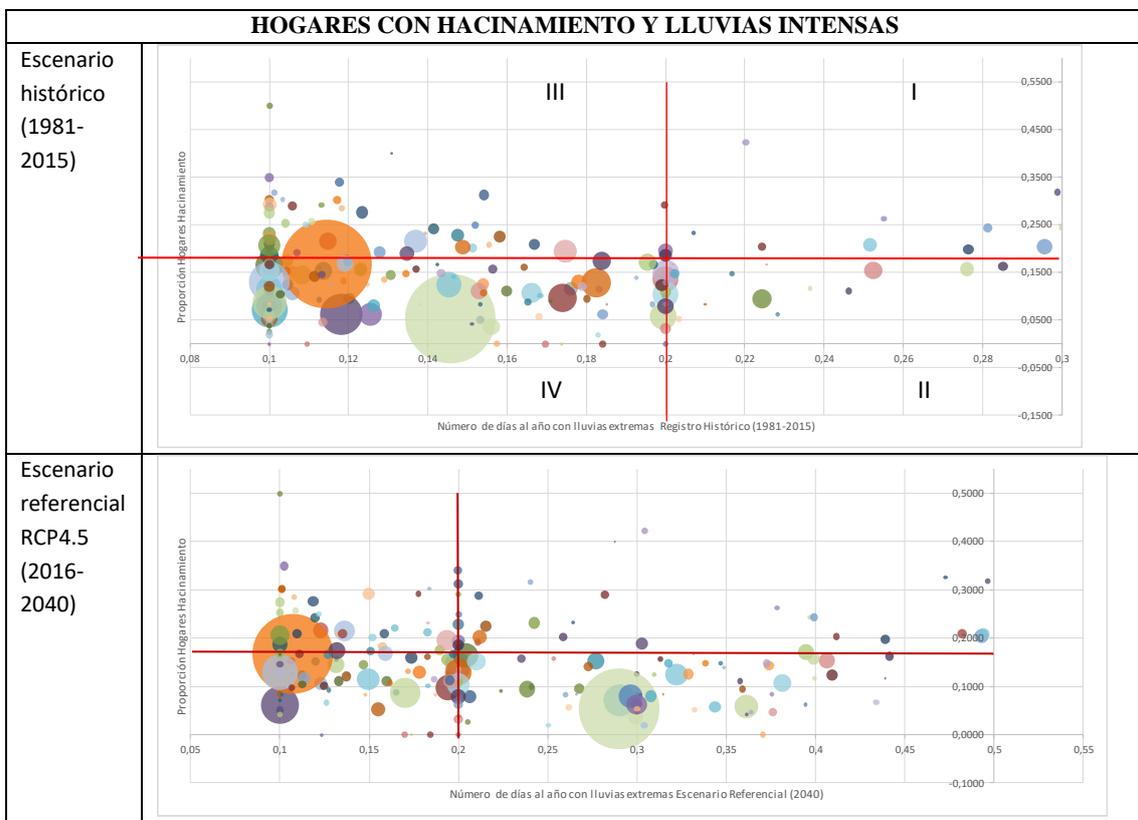
Gráfico 6 Hogares con Materiales de Vivienda Deficitaria y Heladas

Mapa 5 Temperaturas Mínimas Inferior a 3°C - Heladas



c) *Lluvias intensas*

En el escenario histórico (1981-2018) el 89% de los hogares en condición de **hacinamiento**<sup>17</sup> se ubican en el escenario “*muy bajo*” ( $0 < x \leq 0,1$ ) de lluvias intensas (cuadrante II), el 10.4 % de la población con hacinamiento se encuentra en este nivel de amenaza. Para el escenario de amenaza “*moderada*” ( $0,2 < x \leq 0,5$ ) apenas el 1,4% de la población, aproximada de 57 mil habitantes, enfrentaría esta amenaza. Y, el 88% de la población se encuentra en el escenario “*bajo*” ( $0,1 < x \leq 0,2$ ) (cuadrantes III y IV). Sin embargo, los cantones del cuadrante III, serían los más vulnerables puesto que enfrentan, además de amenaza “*baja*” de lluvias extremas, altos niveles de hacinamiento. Para los escenarios referencial se mantiene esta tendencia, exceptuando el cantón Guayas que pasa de amenaza “*muy baja*” a “*moderada*”. En el escenario pesimista, la totalidad de los cantones pasan a un escenario moderado de lluvias intensas. Señalando que el cantón Bolívar registraría un nivel de amenaza cercano a 1 “*muy alto*”, y Chone por su parte registraría un alto nivel de hacinamiento (46%).



<sup>17</sup> Los rangos de hacinamiento: bajo = 0.019 – 0.11; moderado = 0.12 – 0.16; alto = 0.17-0.75

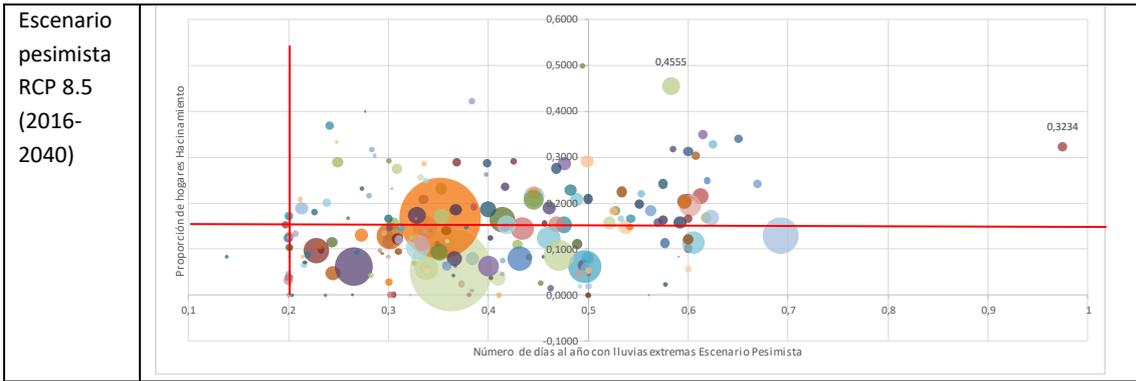
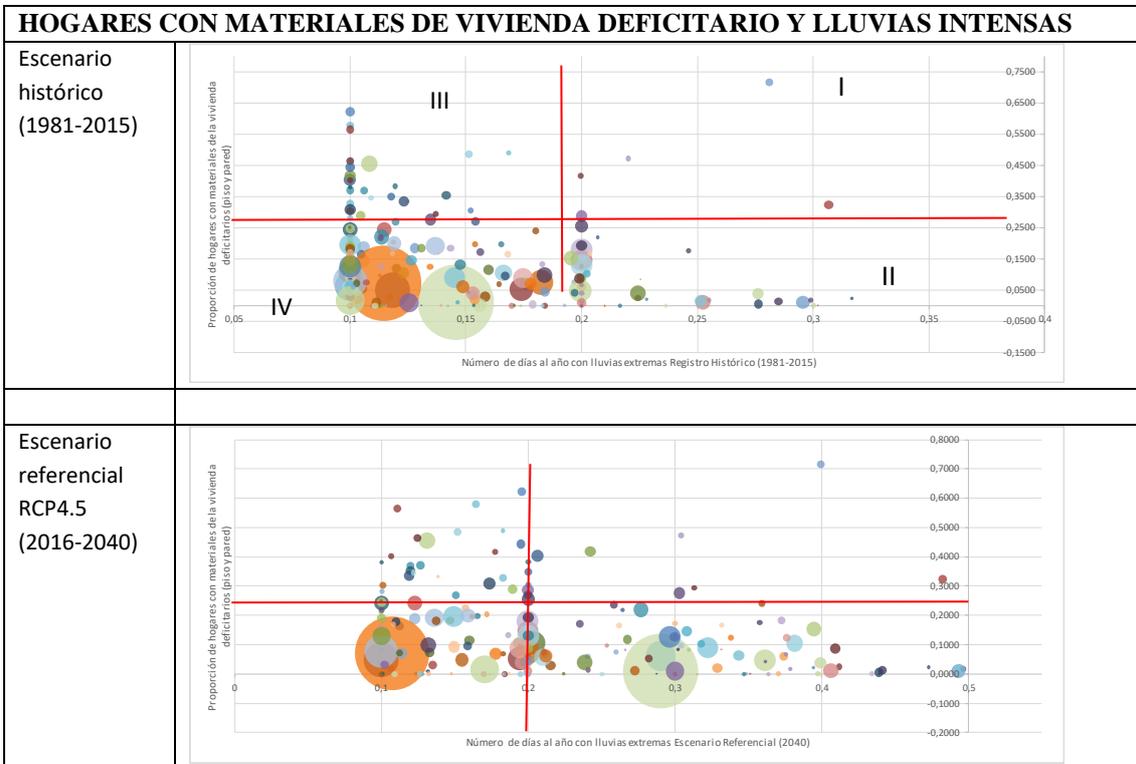


Gráfico 7 Hogares con Hacinamiento y Lluvias Intensas

Para el caso de los hogares con **materiales de vivienda deficitarios**, 99% de los hogares con viviendas deficitarias se ubican en escenarios de lluvias intensas “bajo” y “muy bajo”; sin embargo, los cantones del cuadrante III registran alto nivel de vivienda deficitaria. Únicamente los cantones 24 de mayo, Jama, Palanda, Paquisha, Piñas, Puyango, San Vicente, Sucre, Yacuambi, Yantzaza y Zamora se ubican en un escenario “moderado” de lluvias intensas, que representa una población del 1.3% de la población con vivienda deficitaria (cuadrante II). Los Cantones Bolivar, Olmedo y Taisha tienen la población más vulnerable puesto que además de enfrentar este nivel de amenaza, registran alto nivel de viviendas deficitarias (cuadrante I). Para los escenarios referencial se observa mayor número de cantones en escenario “moderado”. y pesimista, se mantiene esta tendencia. En el escenario pesimista, la totalidad de los cantones se registran en escenario moderado de lluvias intensas con mayor número de cantones en alta proporción de hogares con materiales de vivienda deficitaria.



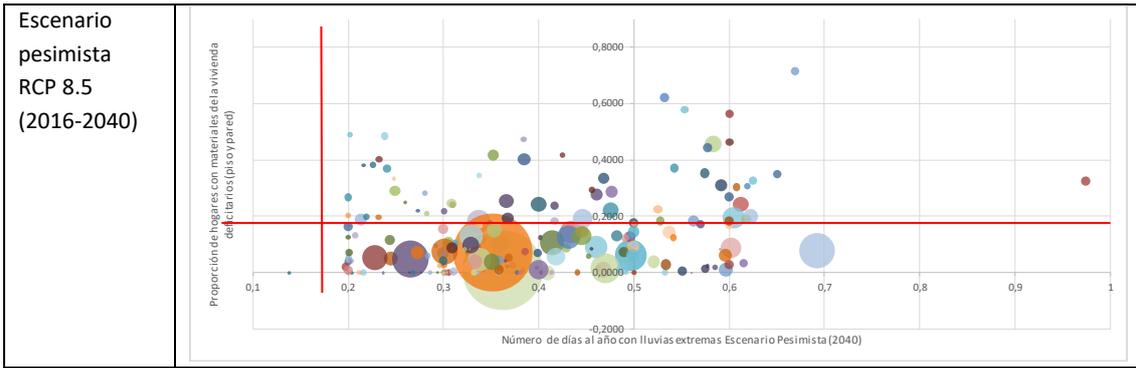
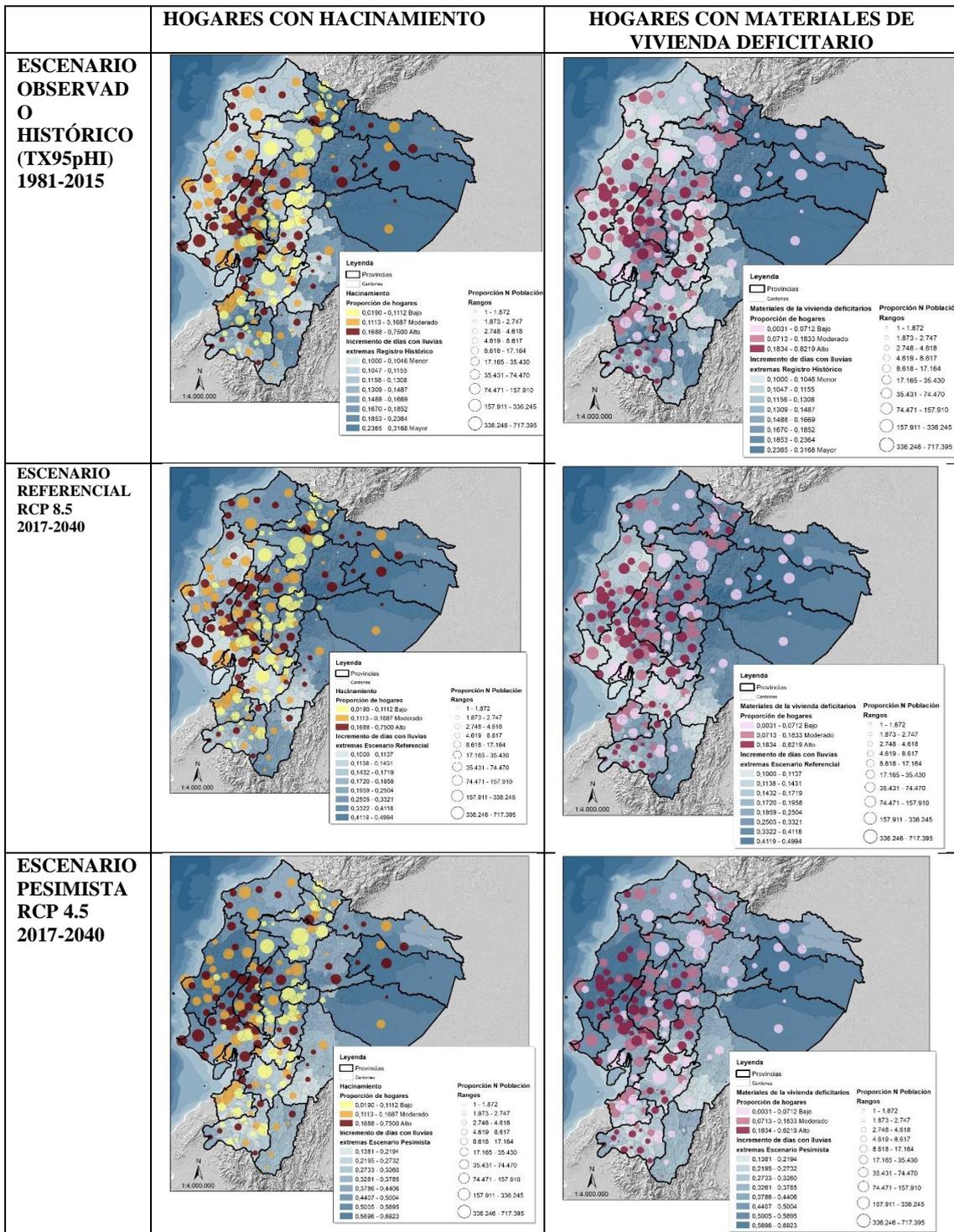


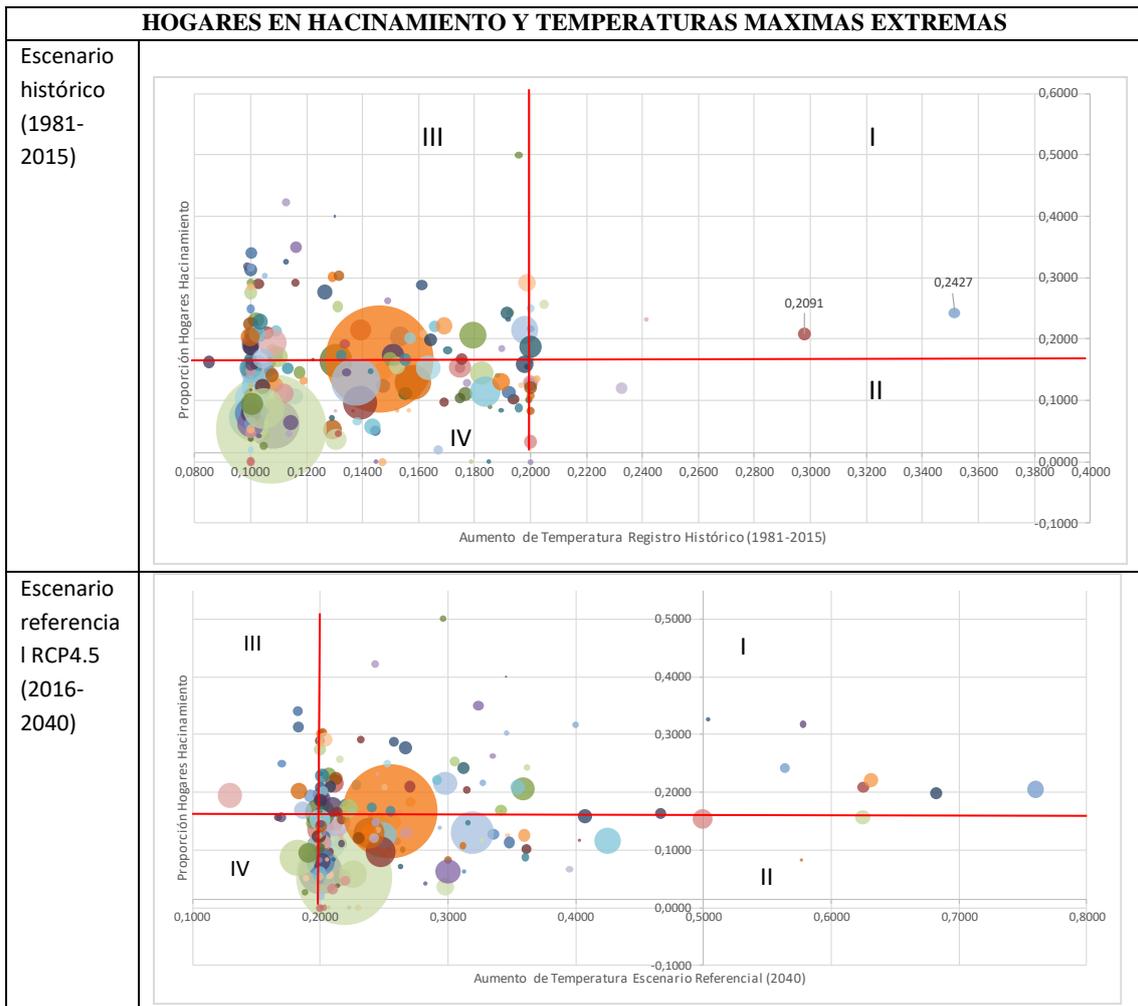
Gráfico 8 Hogares con Materiales de Vivienda Deficitario y Lluvias Intensas

Mapa 6 Lluvias Intensas



### D) Temperatura Máximas Extremas

En el escenario histórico, el 97% de la población con hacinamiento<sup>18</sup> se vería afecta con temperaturas extremas “baja” y “muy bajas” ( $0,2 < x \leq 0,5$ ) (cuadrantes III y IV). Para temperaturas extremas “moderadas”, se registra el 1,3% de la población (aproximadamente 57 mil habitantes). Los cantones Bolívar y Olmedo estarían expuestos a niveles de temperaturas extremas “muy altas” y alto nivel de hacinamiento (0,20 y 0,24 respectivamente) (cuadrante I). En el escenario referencial se registran mayor número de cantones que entrarían a un nivel de temperaturas “altas” (cuadrante I y II). Orellana, Sushufindi, Loreto, Pastaza, Salinas, Olmedo, Cuyabeno y Aráujo además registran alto hacinamiento (cuadrante I). En el escenario pesimista, se registran la totalidad de cantones en temperaturas “altas”, para niveles de hacinamiento alto y, en el cuadrante II con menor hacinamiento.



<sup>18</sup> Los rangos de hacinamiento: bajo = 0.019 – 0.11; moderado = 0.12 – 0.16; alto = 0.17-0.75

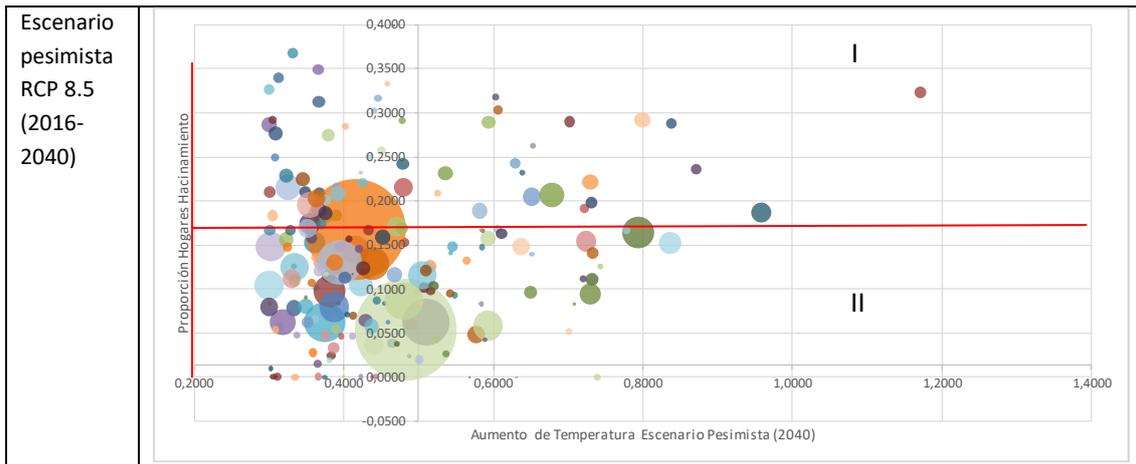


Gráfico 9 Hogares con Hacinamiento y Temperaturas Máximas Extremas

De igual manera, para los hogares con materiales deficitarios en la vivienda, en el escenario histórico el 98% de la población se encontraría en escenarios “bajos” y “moderados” de temperaturas extremas y bajo hacinamiento (cuadrante IV). Sin embargo, existe un gran número de hogares en rangos de hacinamiento alto<sup>19</sup>. El cantón Bolívar registraría temperaturas extremas “muy altas” y alto hacinamiento (cuadrante I). En el escenario referencial, aproximadamente el 16% de los cantones registra nivel alto de hacinamiento y temperaturas extremas “moderadas”. Los cantones Olmedo (0.71), Bolívar (0.32) y Salinas (0.14) registran alta vulnerabilidad puesto que se ubican en “altas temperaturas y alto nivel de materiales de vivienda deficitarios (cuadrante I). Para el escenario pesimista, todos los cantones se registrarían en temperaturas extremas “moderadas” y “altas” y bajo nivel de hacinamiento, incluido el DMQ y Guayaquil con la excepción de 26 cantones que representan el 11% del total (escenario I).

<sup>19</sup> Los rangos de hacinamiento: bajo = 0.019 – 0.11; moderado = 0.12 – 0.16; alto = 0.17-0.75

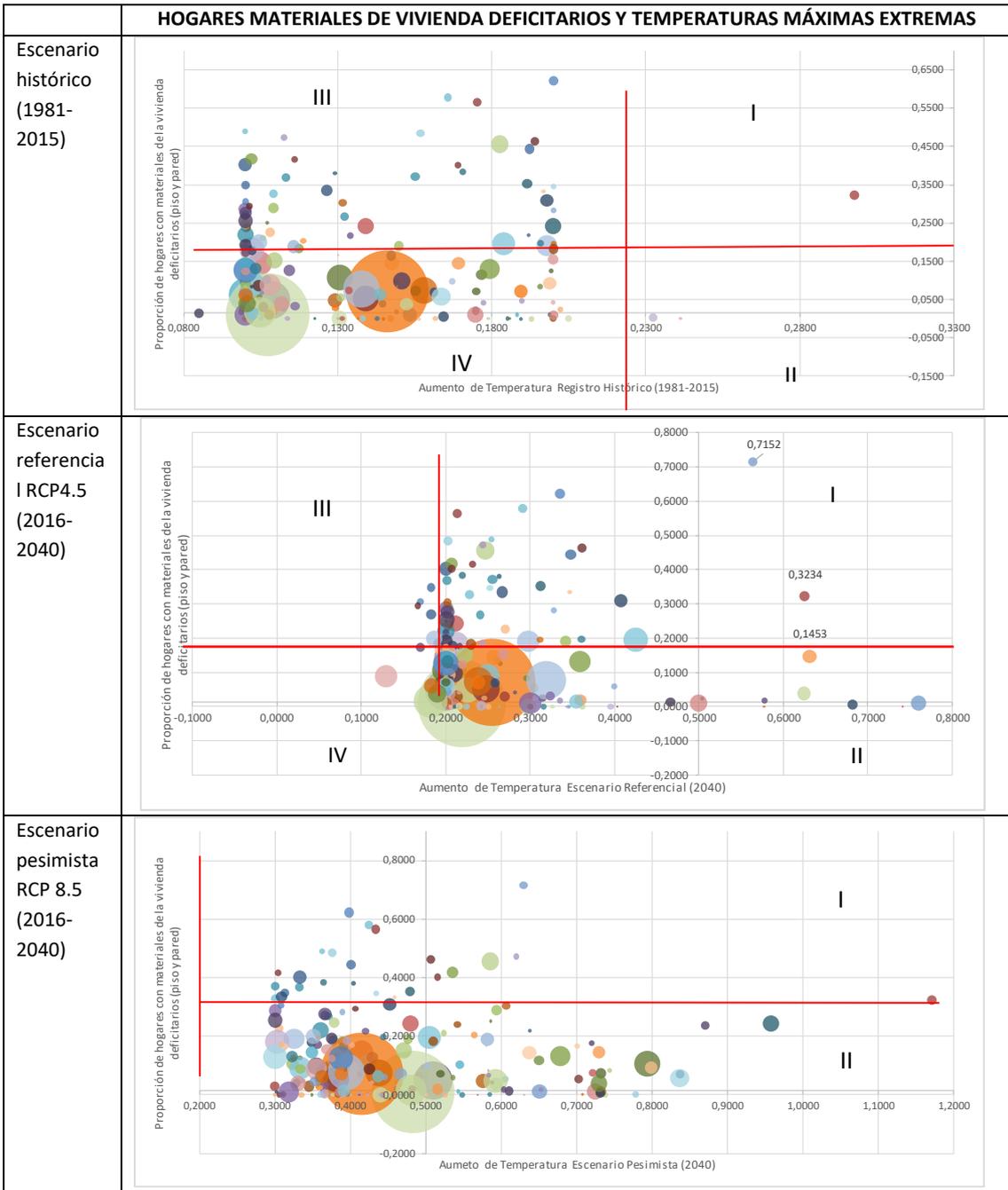
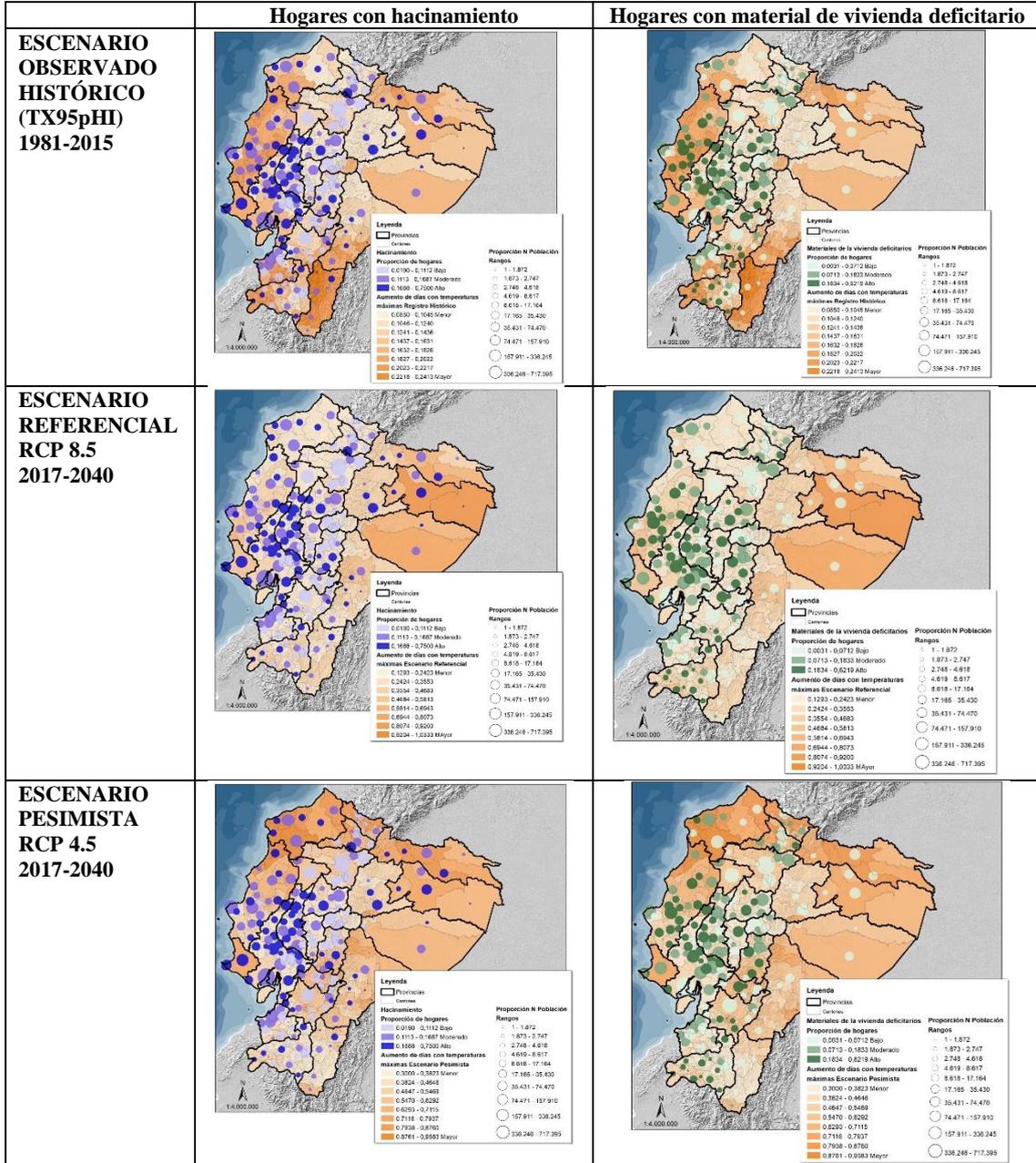


Gráfico 10 Hogares con Materiales de Vivienda Deficitaria y Temperaturas Extremas

Mapa 7 Incremento Número de Días al Año con Temperaturas Máximas Extremas.



## 7. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A EVENTOS EXTREMOS

Como se menciona a lo largo del documento, la estimación del índice de vulnerabilidad a eventos extremos se lleva a cabo utilizando un marco conceptual en el que la “vulnerabilidad” se ve como una función de la exposición a eventos extremos de origen meteorológico, identificados físicamente; y, la sensibilidad construida socialmente.

Si diferentes sistemas humanos estuvieran expuestos a eventos extremos idénticos, las diferencias en los resultados serían un resultado puramente de variaciones en la sensibilidad social (condiciones a priori) entre los diferentes sistemas. Es decir que, si la exposición fuera constante, la vulnerabilidad a eventos extremos sería solo una función de la sensibilidad social. Sin embargo, no es posible examinar los resultados en condiciones de exposición constante **ya que los eventos extremos no se presentan homogéneos ni constantes**.

Por esto, la estimación de los indicadores de vulnerabilidad a eventos extremos presentada en este documento, utiliza un enfoque empírico que desarrolla indicadores de vulnerabilidad por la **exposición** a eventos climatológicos extremos que desencadenan un desastre; conjuntamente con la **sensibilidad social**, a nivel cantonal para el período histórico (1981-2015), y para los escenarios referencial y pesimista.

Se aborda específicamente: i) vulnerabilidad a daños por “*inundaciones y deslizamientos de tierra*” asociados al “*incremento de precipitación*”, (ii) vulnerabilidad a daños por “*heladas*” asociada a la “*reducción extrema de temperatura*”; (iii) vulnerabilidad a daños por “*sequías e incendios*” asociada a incremento de temperatura.

Por otra parte, dado el alto grado de variación geográfica en la naturaleza de las exposiciones climáticas y la dificultad resultante en la comparación de “niveles de exposición” en diferentes cantones, el solo desarrollo de un índice de exposición podría ser inapropiado, es por eso que en este estudio la exposición climática se ve complementada por análisis de sensibilidad social a “**desastres naturales específicos**”, es decir exposición climática asociado a eventos extremos climáticos que desencadenan un desastre. Por ejemplo, el incremento de lluvias extremas agrava la susceptibilidad a inundación y deslaves<sup>20</sup>.

Estos desastres asociados a eventos extremos se analizan como una variable que influye en las condiciones a priori de sensibilidad social, particularmente “**el riesgo de cambiar la condición socioeconómica y caer en situación de pobreza o pobreza extrema**”. Aunque en este análisis no se aborde explícitamente a nivel de hogares, si se lo analiza a nivel cantonal y complementa la importancia estadística de los proxys de vulnerabilidad a cambio climático identificados como significativos a nivel nacional<sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup> La susceptibilidad a inundaciones está determinada por características geográficas como pendiente, condición de humedad del suelo, sismicidad.

<sup>21</sup> Ver anexo 3: Potencial proxys for national level vulnerability to climate change. (Brooks.N., Adger, & Kelly, 2005, pág. 155)

### 7.1 Susceptibilidad a diferentes ponderaciones del “índice compuesto”:

Una cuestión clave en el desarrollo de “índices” es su robustez, en particular las implicaciones del uso de diferentes conjuntos de ponderaciones. Si bien la identificación de cada índice individual se basa en datos empíricos, el análisis no toma en cuenta las diferencias de contexto y proceso que significan que ciertos factores (y, por lo tanto, ciertos índices) cobrarán mayor peso *-serán más importantes-* que otros en diferentes circunstancias locales. El análisis realizado en este documento está diseñado para capturar patrones importantes en los datos, pero estos patrones no serán representativos de todos los cantones.

La aplicación de ponderaciones subjetivas, por un lado, da una idea de cómo la importancia relativa de las diferentes variables puede variar según el contexto, y también puede decirnos cuán sensibles son los índices de vulnerabilidad cantonal a las percepciones de vulnerabilidad en la comunidad de expertos. La metodología utilizada para construir el **índice de vulnerabilidad compuesto**, asigna efectivamente pesos iguales a cada indicador, una elección arbitraria en términos de su importancia relativa.

La aplicación de ponderaciones a los indicadores individuales en función del registro histórico de “desastres” sería una forma de priorizar ciertas variables. Sin embargo, es poco probable que los indicadores clave seleccionados sean independientes entre sí, dada la **naturaleza del fenómeno extremo**, para cada agrupación de desastres relacionada a los eventos extremos. Este enfoque corre el riesgo de exacerbar la importancia de las variables relacionadas y seleccionadas. El conjunto apropiado de ponderaciones se determinará en gran medida por el contexto particular de cada cantón, y un enfoque estadístico no reconocería esta diversidad en la naturaleza de la vulnerabilidad.

Por otra parte, para evaluar la sensibilidad de la clasificación de vulnerabilidad de los cantones a **diferentes contextos de desarrollo**, la clasificación de indicadores podría asumir diferentes pesos para las variables sociales –hacinamiento, vivienda con materiales deficitarias y pobreza por consumo-. Este estudio otorga pesos iguales a estas variables sociales.

Por lo tanto, para generar el índice compuesto cantonal de vulnerabilidad a eventos extremos, se estimaron **índices individuales** tanto para exposición como para sensibilidad social para cada cantón, los mismos que fueron influenciados por ponderaciones iguales identificando así la variabilidad en el **ranking de vulnerabilidad de los cantones**. Se identifican los cantones más expuestos y más sensibles.

Esto permite convenientemente comparar la clasificación de los cantones, a través de estos índices compuestos de vulnerabilidad, y evaluar la posible variación de diferentes ponderaciones, en los resultados.

En este documento se construye un índice matemático (descrito con más detalle a continuación) para proporcionar una medida cuantitativa de la variación entre diferentes índices compuestos de vulnerabilidad.

**Índice de vulnerabilidad a eventos extremos por incremento de temperatura I:**

$$\text{Índice de exposición} = \frac{1}{3}(\text{temperatura} + \text{sequía} + \text{incendios})$$

$$\text{Índice de sensibilidad social} = \frac{1}{3}(\text{pobreza} + \text{hacinamiento} + \text{vivienda deficitaria})$$

$$\text{Índice vulnerabilidad a eventos extremos I} = \frac{1}{2}(\text{exposición} + \text{sensibilidad})$$

**Índice de vulnerabilidad a eventos extremos por incremento de pluviosidad II:**

$$\text{Índice de exposición} = \frac{1}{3}(\text{pluviosidad} + \text{inundaciones} + \text{deslizamientos de tierra})$$

$$\text{Índice de sensibilidad social} = \frac{1}{3}(\text{pobreza} + \text{hacinamiento} + \text{vivienda deficitaria})$$

$$\text{Índice vulnerabilidad a eventos extremos II} = \frac{1}{2}(\text{exposición} + \text{sensibilidad})$$

**Índice de vulnerabilidad a eventos extremos por helada III:**

$$\text{Índice de exposición} = (\text{helada})$$

$$\text{Índice de sensibilidad social} = \frac{1}{3}(\text{pobreza} + \text{hacinamiento} + \text{vivienda deficitaria})$$

$$\text{Índice vulnerabilidad a eventos extremos III} = \frac{1}{2}(\text{exposición} + \text{sensibilidad})$$

## 7.2 Resultados:

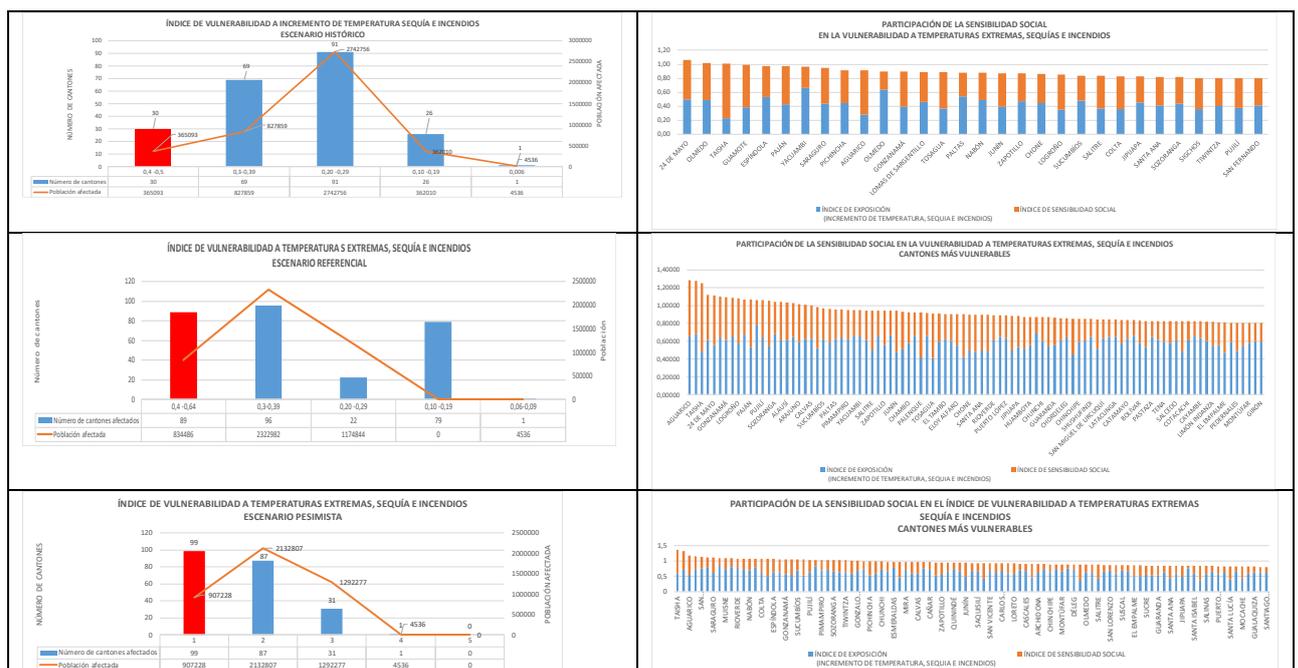
### A) Índice de vulnerabilidad a incremento de temperatura, sequía e incendios.

En el escenario histórico, El **951 mil hogares de 30 municipios** registran alta vulnerabilidad (0,4 y 0,5) al “**incremento de temperaturas extremas**” que desencadena **desastre de sequía e incendios**. La mayoría de estos municipios presenta este índice alto debido a la sensibilidad social más que a la exposición. La mayor vulnerabilidad asociada a la exposición a temperaturas extremas, son los cantones 24 de Mayo (0,53), Olmedo y Taisha (0,50); Guamote (0,49) y Espíndola, Paján y Yacuambi (0,48).

Para el escenario referencial, la alta vulnerabilidad a “temperaturas extremas” se manifiesta en **89 cantones que acoge al 9% del total de hogares**, (59 cantones adicionales al escenario histórico). Esta vulnerabilidad se manifestaría además en provincias como Imbabura y Pastaza que no se registra en el escenario histórico. Los cantones más afectados son Aguarico, Taisha, 24 de mayo, Gonzanamá, Logroño y Paja, los mismo que, además, registran una alta participación de la sensibilidad social en la vulnerabilidad. (Gráfico 14). En este escenario se identifica además un incremento de cantones con vulnerabilidad de media (0,3 – 0.39), pasando de 69 a 96.

Para el escenario pesimista, los **cantones con alta vulnerabilidad se incrementarían a 99**, incrementándose también la población afectada a 226 mil hogares.

Gráfico 11. Índice de Vulnerabilidad a Temperaturas Extremas, Sequía e Incendios

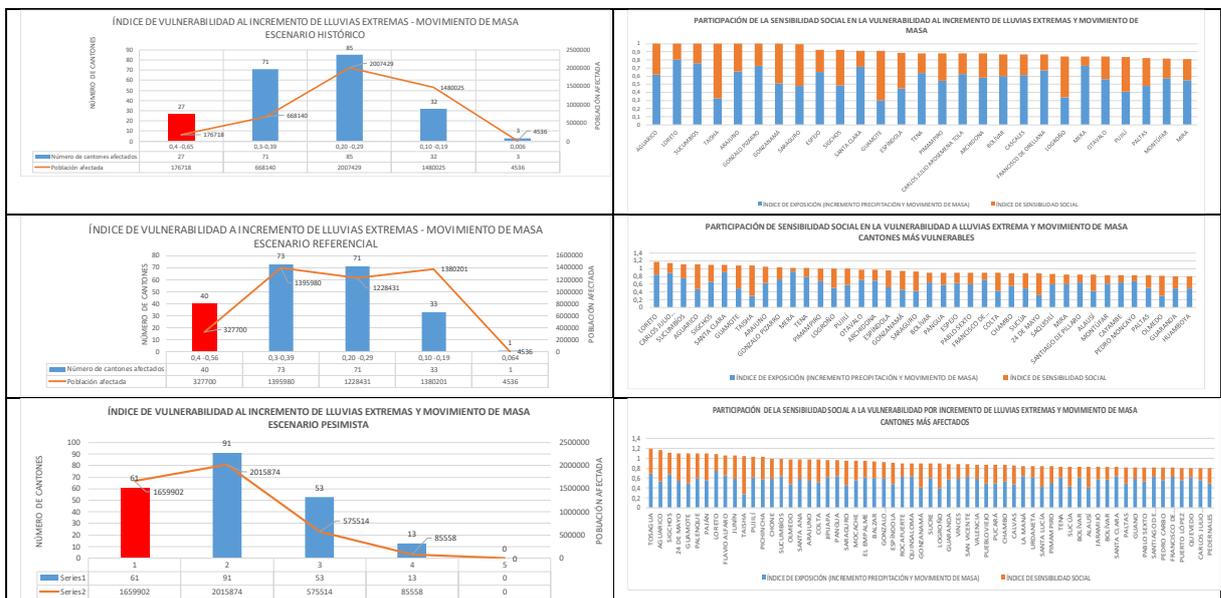


B) Índice de vulnerabilidad a incremento de lluvias extremas y movimiento de masa

Aproximadamente **44 mil hogares de 27 municipios registran la muy alta vulnerabilidad al incremento de lluvias extremas y movimiento de masas (0,4 y 0,65)**. La vulnerabilidad registrada se aduce mayoritariamente a la sensibilidad antes que, a la exposición, en los cantones de Taisha y Logroño (Morona Santiago), Sigchos (Cotopaxi), Guamote (Chimborazo), y Espíndola (Loja). Mientras que, para los cantones de Loreto y Francisco de Orellana (Orellana), Gonzalo Pizarro (Sucumbíos), la vulnerabilidad se aduce marcadamente a un alto grado de exposición a lluvias extremas y movimientos de masa. En 71 cantones 167 mil familias podrían experimentar desastres asociados a altas precipitaciones ya que registran un índice alto (0,3-0,39). Con vulnerabilidad media (0,20-0,29) se presentan 85 cantones, 501 mil hogares. La participación de la sensibilidad social en la vulnerabilidad para los demás cantones se observa en la tabla y gráfico siguientes.

En el escenario referencial, **se incrementa a 40 el número de cantones con esta alta vulnerabilidad**, así como también se incrementa los cantones de mediana y baja. Para el escenario pesimista, el número de cantones que serían altamente vulnerables se incrementa a 61.

Gráfico 12. Índice de vulnerabilidad a lluvias extremas y movimiento de masa



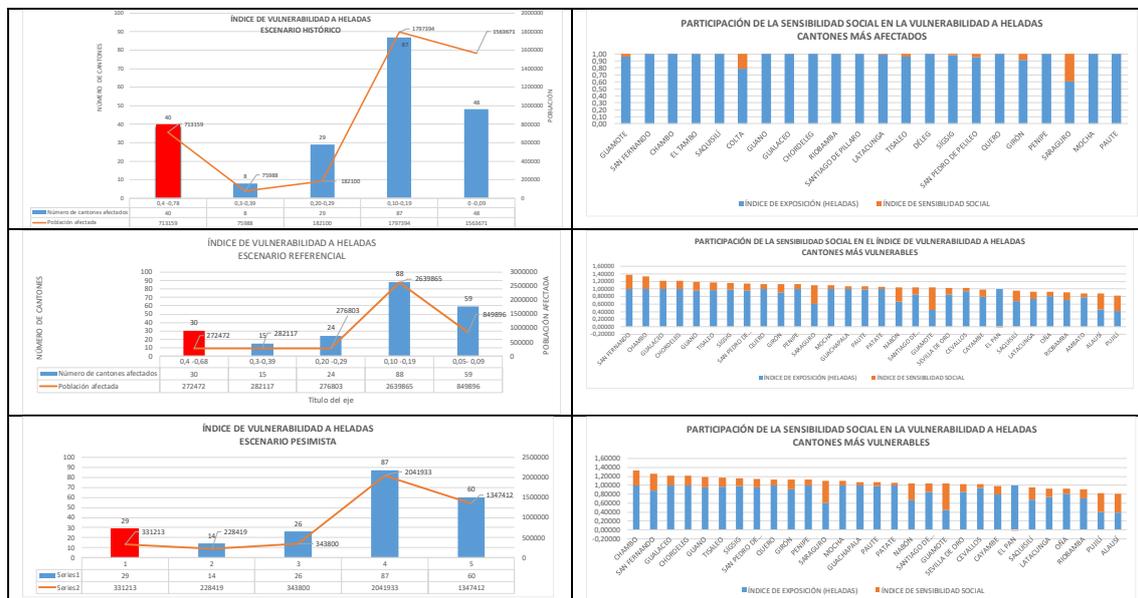
### C) Índice de vulnerabilidad a heladas

En el escenario histórico, se presenta vulnerabilidad muy alta (0,4 – 0,78) por la reducción extrema de temperaturas y heladas en 40 cantones, para 178 mil hogares en las provincias de la región sierra, Chimborazo, Azuay, Loja, Cotopaxi, Cañar, Tungurahua, Loja y Pichincha. Esta vulnerabilidad se aduce mayoritariamente al índice de exposición en casi todos los cantones, excepto Saraguro, Colta y Guamote en donde la sensibilidad social incide también en la vulnerabilidad a este evento extremo “heladas”. Los cantones de Guamote (0.78), San Fernando (0,69), Chambo (0,67), El Tambo (0,64); , Saquisilí (0,64). Colta (0,63) son los que registran el mayor índice. Para la mayoría de cantones, la vulnerabilidad es baja (87 cantones) y muy baja (48 cantones).

Para el escenario referencial y pesimista, el número de cantones con temperaturas temperatura extrema menores a -3°C, son menores que en el escenario histórico, debido al incremento de temperatura por cambio climático que reduce el número de días con heladas. El número de cantones altamente vulnerables se reduce a 30 y 29 respectivamente.

Debido a una menor exposición al evento extremo, la composición de la vulnerabilidad de los cantones afectados se ve modificada por mayor participación de la sensibilidad social, tanto para el escenario referencial como para el escenario pesimista. Se puede resaltar mayor sensibilidad social a heladas en el cantón Saraguro y Guamote.

Gráfico 13. Índice de Vulnerabilidad a Heladas



## 8. ADAPTACIÓN

La adaptación al cambio climático es la capacidad o el potencial de un sistema para responder a la variabilidad, intensidad y frecuencia de fenómenos meteorológicos asociados al cambio climático. La adaptación implica innovaciones, tanto en el comportamiento social como en la asignación de recursos y tecnologías. Contar con capacidad de adaptación es una condición necesaria para reducir la probabilidad y la magnitud del impacto resultante del cambio climático (Brooks y Adger, 2005).

La capacidad de los sistemas humanos a adaptarse y enfrentar el cambio climático y eventos extremos, para hacer frente, recuperarse y superar cualquier estrés externo que se ejerza sobre sus medios de vida y su bienestar, depende de factores como tecnología, educación, información, pericia, infraestructura, acceso a recursos y capacidad administrativa. (Brooks, N., & M., 2015) Estos factores inciden de forma variable en las poblaciones y comunidades dependiendo de su provisión, siendo las menos provistas las que tienen menos capacidad de adaptarse y son más vulnerables al cambio climático y eventos extremos, y a otras presiones, lo que agrave la situación de poblaciones más pobres.

En el marco del análisis llevado a cabo en este estudio, la vulnerabilidad a desastres asociados a eventos climatológicos extremos consta de tres componentes:

- (i) *dimensión externa -exposición-, choques y estrés al que está sujeto un individuo o un hogar.*
- (ii) *dimensión interna -condiciones a priori- los medios para hacer frente a desastres naturales, denominado sensibilidad social; la protección/indefensión.*
- (iii) *dimensión interna -capacidad de adaptación-. Desde la perspectiva social, es la capacidad de respuesta de las poblaciones humanas.*

Cuando se intenta medir la capacidad de respuesta de las poblaciones humanas a las consecuencias adversas asociadas a eventos extremos, es importante distinguir entre los **procesos de afrontamiento** y la **adaptación**. Aunque no se abordan explícitamente, y a menudo se supone que son sinónimos, tanto los procesos de afrontamiento como la adaptación están asociados con diferentes escalas de tiempo y representan diferentes procesos, aunque comparten elementos comunes (Smithers & Smit, 1997) (Folke, Carpenter, & Elmqvist, 2002).

La **adaptación** “consiste en ajustes en las prácticas, procesos o estructuras realizadas en respuesta a la amenaza del cambio climático a **largo plazo** y que conducen a un cambio evolutivo en el estado, definido en términos de condiciones físicas y sociales”.

Por otra parte, el **proceso de hacer frente** se refiere a las acciones realizadas en **respuesta a la vigencia del estrés** climático presente, a menudo destinadas a restaurar un estado anterior y generalmente de corta duración, **corto plazo**. Los dos procesos están relacionados”. Mejorar los mecanismos de afrontamiento representa un componente importante de una estrategia adaptativa. El estrés recurrente a corto plazo, como el ocurrido en los desastres asociados a eventos extremos, también puede dar lugar a la evolución de las estrategias de afrontamiento hasta el punto en que se produce la adaptación.

La importancia de esta distinción entre *afrontamiento* y *adaptación* para este estudio de vulnerabilidad es que los factores que facilitan el ajuste a largo plazo pueden ser muy diferentes de los que permiten la respuesta a un peligro a corto plazo. Centrarse en un tipo de factor en lugar del otro puede determinar el enfoque fundamental de cualquier medida de política. (Yohe & Tol, 2001).

## **8.1 La capacidad de adaptación.**

La capacidad de adaptación es muy heterogénea dentro de una sociedad o localidad. Los elementos principales de la “capacidad de adaptación” en términos tecnológicos, financieros e institucional conduce al análisis del comportamiento de variables económicas (ingreso per cápita, la desigualdad en la distribución del ingreso); tecnológicas, acceso a información, infraestructura, instituciones y equidad y cobertura universal de atención médica (Mccarthy, Canziani, & Leary, 2001).

Algunos estudios relacionan la capacidad de adaptación con los niveles de desarrollo nacional, incluida la estabilidad política, el bienestar económico, el capital humano y social y las instituciones. La capacidad de adaptación a nivel nacional también ha sido representada por indicadores económicos indirectos, recursos humanos, gobernanza y nivel de conservación de ecosistemas naturales. (African Development Report, 2003)

La capacidad de adaptación es dinámica y recibe la influencia de los recursos económicos y naturales, las redes sociales, los derechos, las instituciones y la gestión de los asuntos públicos, los recursos humanos y la tecnología. Los múltiples elementos de estrés relacionados con enfermedades catastróficas y discapacidades, la degradación de la tierra, las barreras al comercio y los conflictos violentos agravan el grado de exposición a los eventos climáticos extremos y la capacidad de adaptación.

A pesar de este contexto en “desarrollo económico-social”, una elevada capacidad adaptativa no se traduce necesariamente en acciones que reducen la vulnerabilidad. Por ejemplo, a pesar de la alta capacidad para adaptarse al estrés térmico mediante adaptaciones relativamente no costosas, los residentes en áreas urbanas de algunas partes del mundo, incluidos los que habitan en ciudades europeas, continúan experimentando altos niveles de mortalidad.

## **8.2 Capacidad de afrontamiento.**

En contraste, “capacidad de afrontamiento” incluye índices de pobreza, desigualdad, niveles de hacinamiento, demografía de los hogares, seguridad alimentaria, (precios y acceso al mercado de cereales, precios del ganado y otras fuentes de proteína), fuentes de ingresos y diversificación, bienes del hogar e ingesta alimentaria del hogar. (Adger & Kelly, 1999)

Los elementos de capacidad de afrontamiento y adaptación se diferencian tanto en la estrategia como en el enfoque tanto para el corto y largo plazo. Socialmente la diferencia entre capacidad de afrontamiento y adaptación está en función de la edad, el origen étnico, la clase, la religión y el género. A continuación, se señalan algunas de estas diferencias.

DIMENSIÓN	CAPACIDAD DE AFRONTAMIENTO	ADAPTACIÓN
Exigencia	Sobrevivencia frente a un estrés significativo inusual ineditado, cuando los recursos, que han sido mínimos para comenzar, son gravables de impuestos.	Reorientación en respuesta al pasado reciente o anticipar cambios futuros a menudo sin referencia específica a la limitación de recursos
Restricciones	Sobrevivencia es lo más importante y las tácticas están limitadas por el conocimiento, la experiencia y los activos disponibles; la reinversión es una preocupación secundaria.	El ajuste es el enfoque y la estrategia está menos limitada por los límites actuales que por suposiciones con respecto a la disponibilidad de recursos futuros y las tendencias.
Actividad	Las decisiones son principalmente tácticas y se toman con el objetivo de proteger el bienestar básico y proporcionar seguridad humana básica después de que ocurra un evento	Las decisiones son estratégicas y se centran en anticipar el cambio y abordarlo de manera proactiva, incluso si es estimulado por eventos recientes vistos como precursores de cambios futuros.
Orientación	Centrarse en eventos pasados que dan forma a las condiciones y limitaciones actuales; por extensión, el enfoque también está en tácticas anteriormente exitosas.	Centrarse en las condiciones y estrategias futuras. Las tácticas pasadas son relevantes en la medida en que pueden facilitar el ajuste a algunos expertos que creen que la orientación pasada y futura puede superponerse y combinarse.

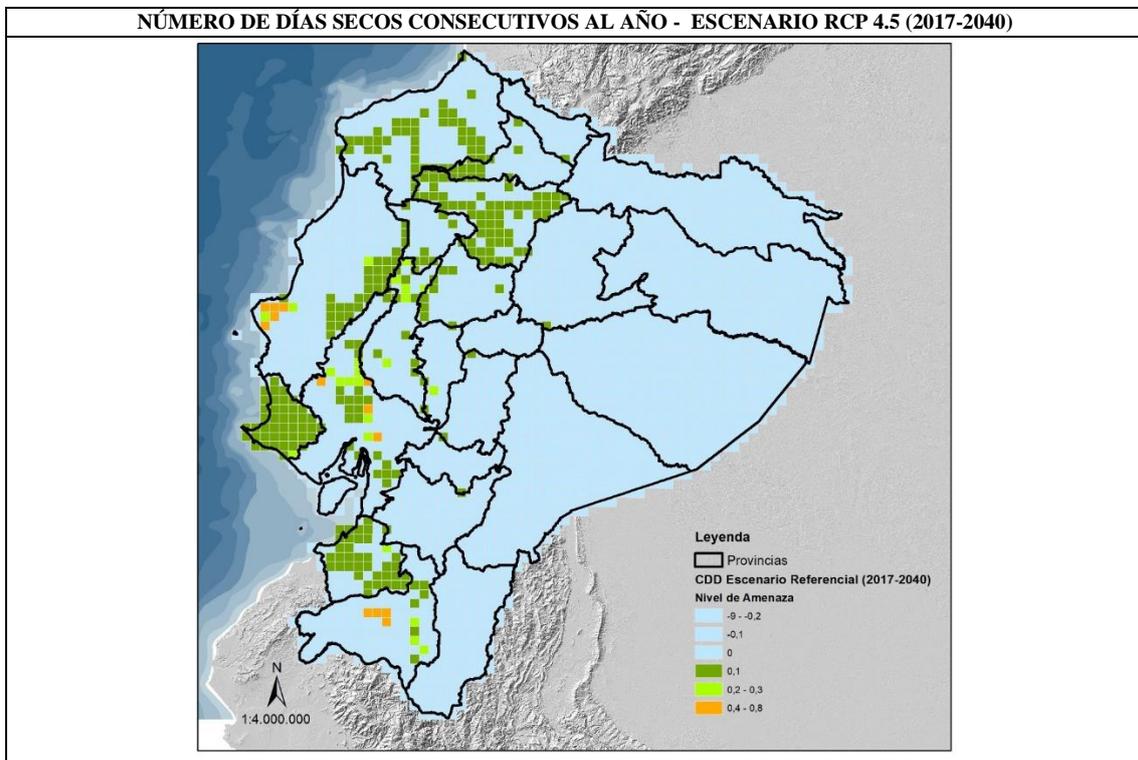
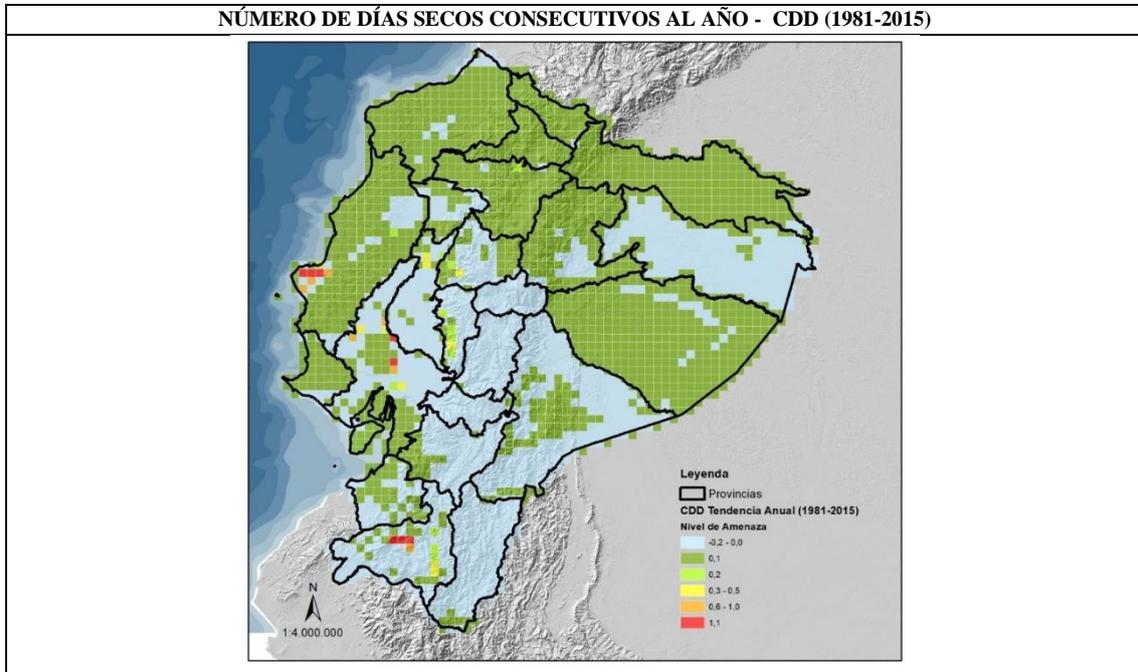
## Referencias

- Adger, N., & Kelly, M. (1999). Social Vulnerability to Climate Change and the Architecture of Entitlements. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*(4), 253-266.
- African Development Report*. (2003). Obtenido de <https://www.afdb.org/en/documents/document/african-development-report-2003-8790>
- Ashwini R., S. (2020). *Generando más empleo y aumentando la productividad agrícola en Ecuador*. Washington DC.
- Brooks, N., N., A., & M., K. (2015). the detrminants of vulnerability and adaptative capacity at national level and implication for adaptation. *Global Environmental Change*, 151-163.
- Brooks.N., Adger, N., & Kelly, M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change*(15), 151-163.
- Cai, W., Borlace, S., & Lengaigne, M. (s.f.). Increasing frequency of extrem El Niño event due to greenhouse warming . *Nature Climate Change*, 4(2), 111-146.
- CNRH. (2002). División Hidrográfica del Ecuador. 12.
- Dankelman, I. (2010). Climate change: Learning from gender analysis and women's experiences of organizing for sustainable development. *Gender and Development*, 21-23.
- De la Fuente, S. (2019). *Números Índices*. Obtenido de Estadística Descriptiva Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales: <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas2013/indices-teoria.pdf>
- Dixon, J., & Gulliver, A. (2001). *Farming Systems and Poversty*. Washington D.C: Malcolm Hall .
- Downing, T. B. (2001). *Vulnerability indices: climate change impacts and adaptation*. United Nations. New York: United Nations.
- FAO. (2008). *FAO -ECUADOR*. Quito: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/>
- FAO. (2013). La resiliencia de los medios de vida: reducción del riesgo de desastres. (FAO, Ed.) 97.
- Folke, C., Carpenter , S., & Elmqvist, T. (2002). Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. *Journal of Human Environment*, 437-440.
- IPCC. (1994). *Technical guidelines for assessing climate change impacts and adaptation*. London: University College London and Center for Global Environmental Research.
- IPCC. (2001). *Cambio Climático 2001: impactos, adaptación y vulnerabilidad*. London: Cambridge University Press.
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. N.U.

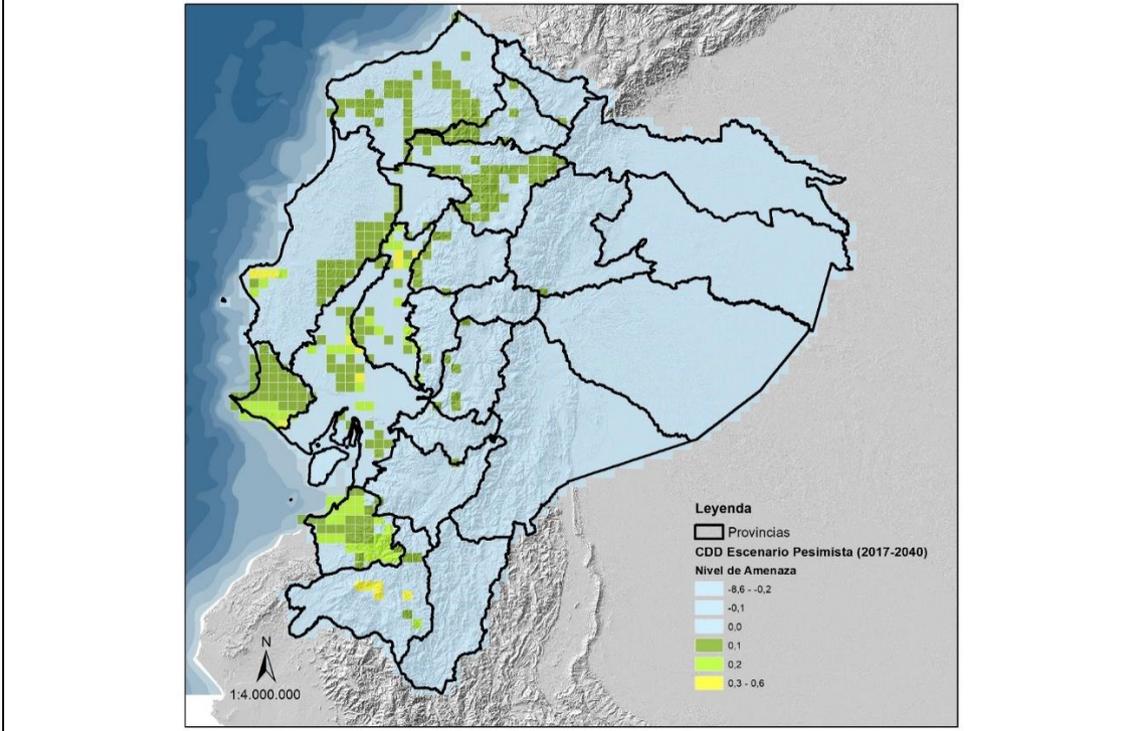
- Jacson, C. (2003). Gender Analysis of Land: Beyond Land Rights for Women? *Journal of Agrarian Change*, 453-480.
- Jiménez, S., Castro, L., & Wittmer, C. (2012). *Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador*. Fundación Carolina, Madrid. doi:ISSN: 1885-9135
- Katz, R., & Brown, B. (1992). Extreme Events in a Changing Climate: Variability is more important than averages. *Environmental and Societal Impacts Group, National Center for Atmospheric Research*, 289-302.
- Liverman, D. (1990). Vulnerability to global environmental change. En R. Kasperson, *Understanding Global Environmental Change: The Contribution of Risk Analysis and Management* (págs. 27-44). Clark University Worcester.
- MAE, PNUD. (2017). *Tercera Comunicación de Cambio Climático en el Ecuador*. Quito.
- Maturana, J., Bello, M., & Manley, M. (1997). Antecedentes históricos y descripción del fenómeno El Niño, Oscilación del Sur. *El Niño -La Niña, 2000*, 13-27.
- Mccarthy, J., Canziani, O., & Leary, N. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. London: U.N.
- Reig P., S. T. (2013). *Aqueduct water risk frame*. Washington DC: WRI.
- Smithers, J., & Smit, B. (1997). Human adaptation to climatic variability and change. *Global Environmental Change*, 7, 129-146.
- Turner, B. L. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the national academy of sciences*, 100(14), 8074-8079.
- World Bank. (2020). *Ecuador Adaptive Social Protection: Strengthening Social: Concept Note*. Quito.
- Yohe, G., & Tol, R. (2001). Indicators for Social and Economic Coping Capacity- Moving Toward a Working Definition of Adaptive Capacity. *Global Environmental Change*, 25-40. doi:10.1016/S0959-3780(01)00026-7

# ANEXO 1. Mapas de exposición – amenazas climáticas

## 5.1 MAPAS DE EXPOSICIÓN (AMENAZAS CLIMÁTICAS)

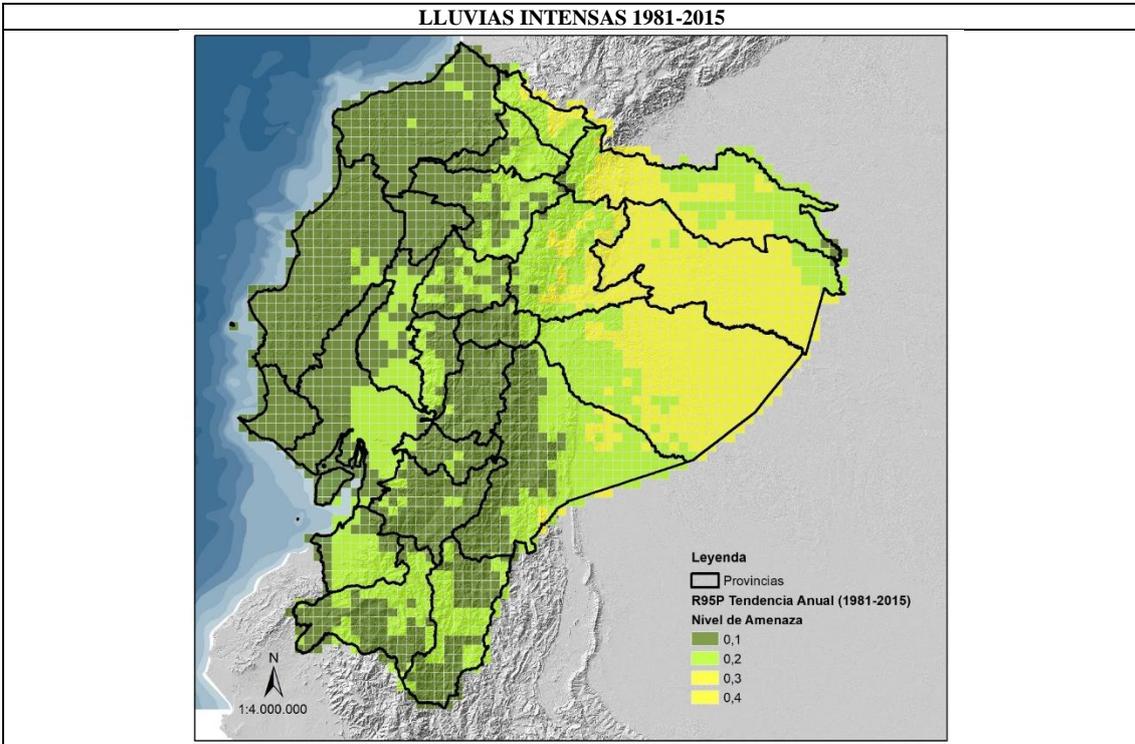


NÚMERO DE DÍAS SECOS CONSECUTIVOS AL AÑO - ESCENARIO RCP 4.8 (2017-2040)

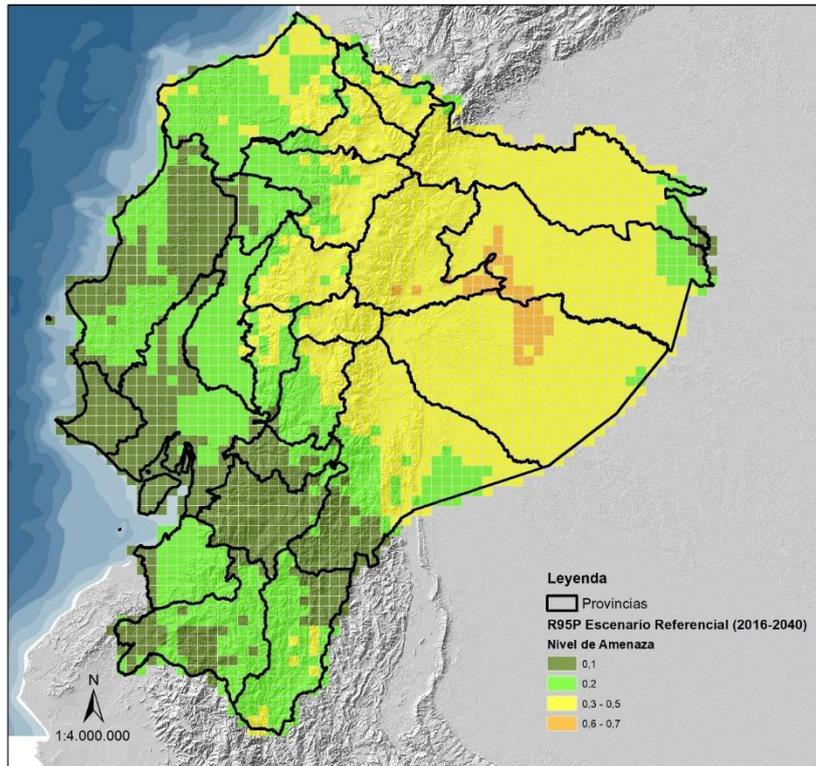


LLUVIAS INTENSAS

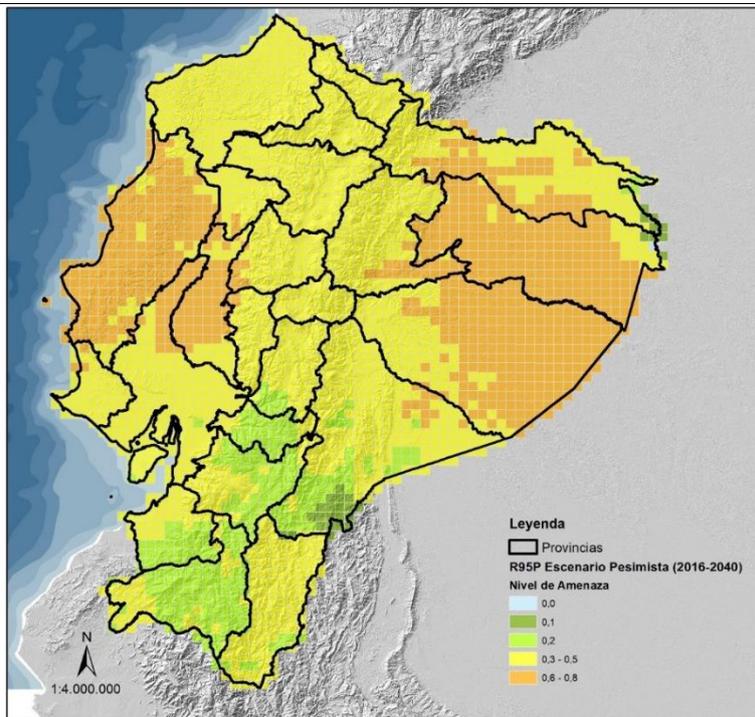
LLUVIAS INTENSAS 1981-2015



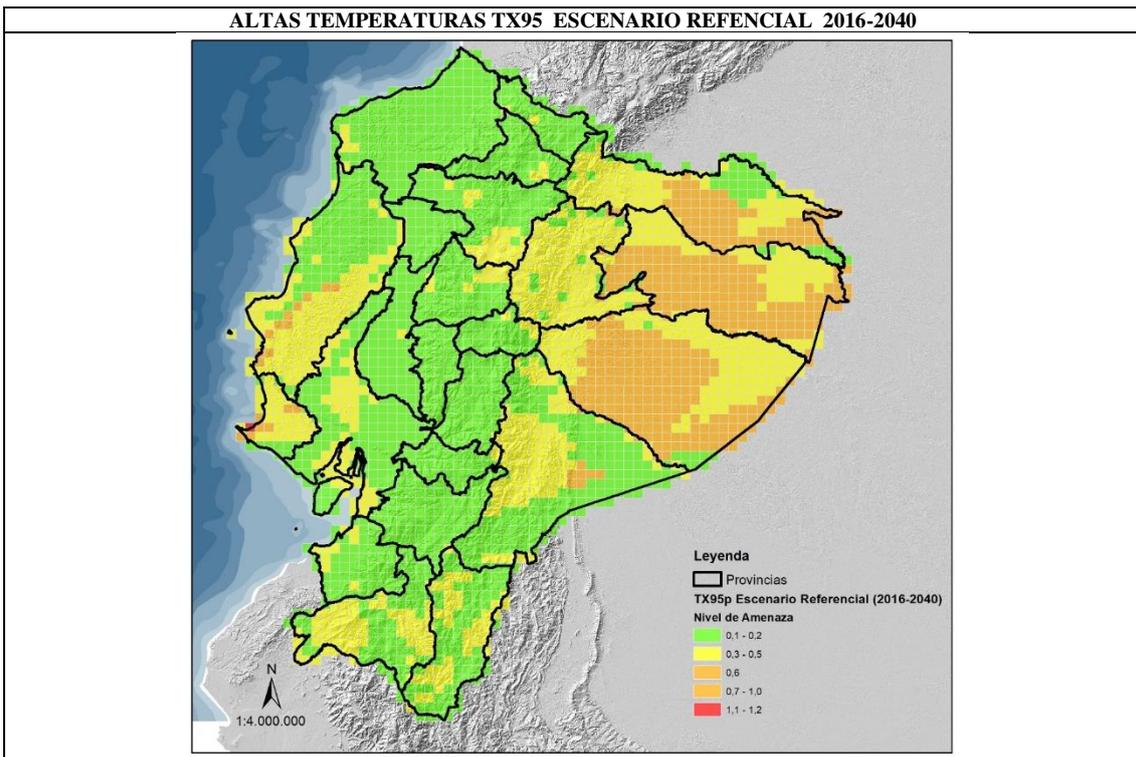
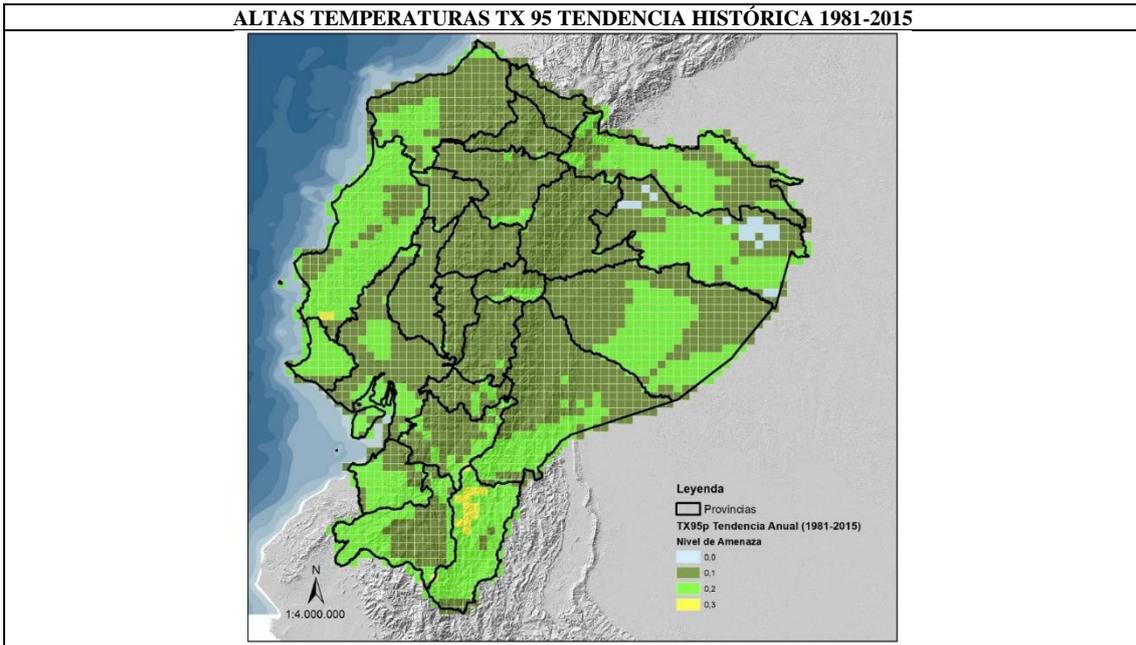
LLUVIAS INTENSAS ESCENARIO REFERENCIAL 2016-2040



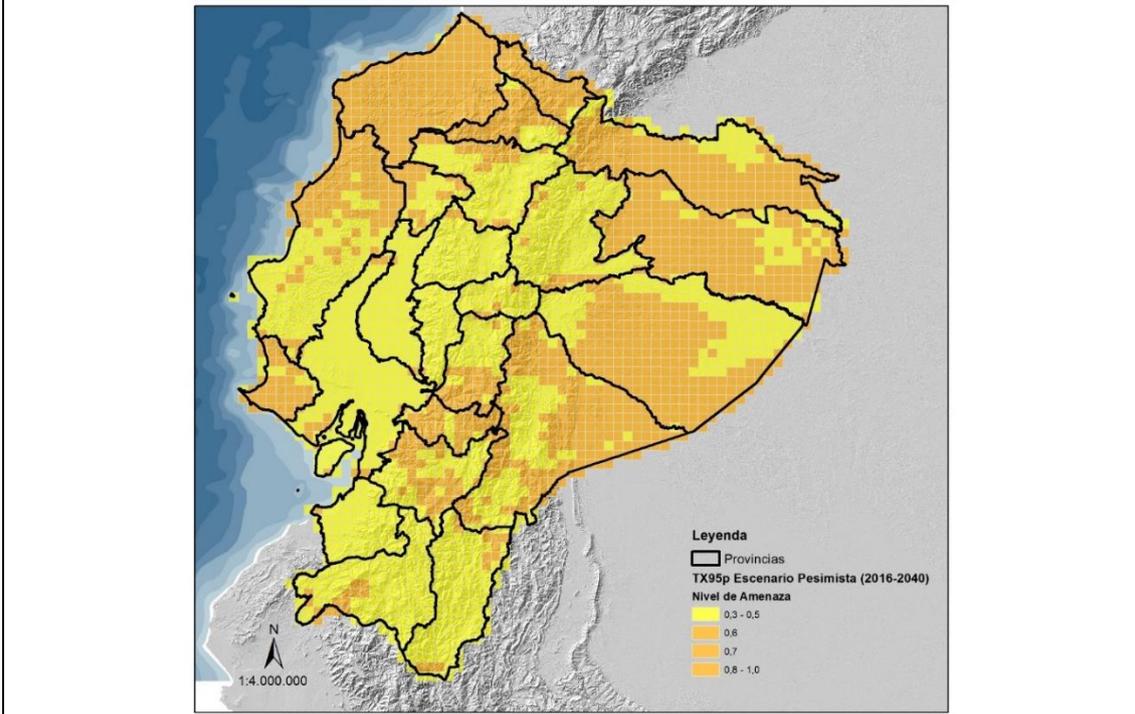
LLUVIAS INTENSAS ESCENARIO RCP 48



# ALTAS TEMPERATURAS

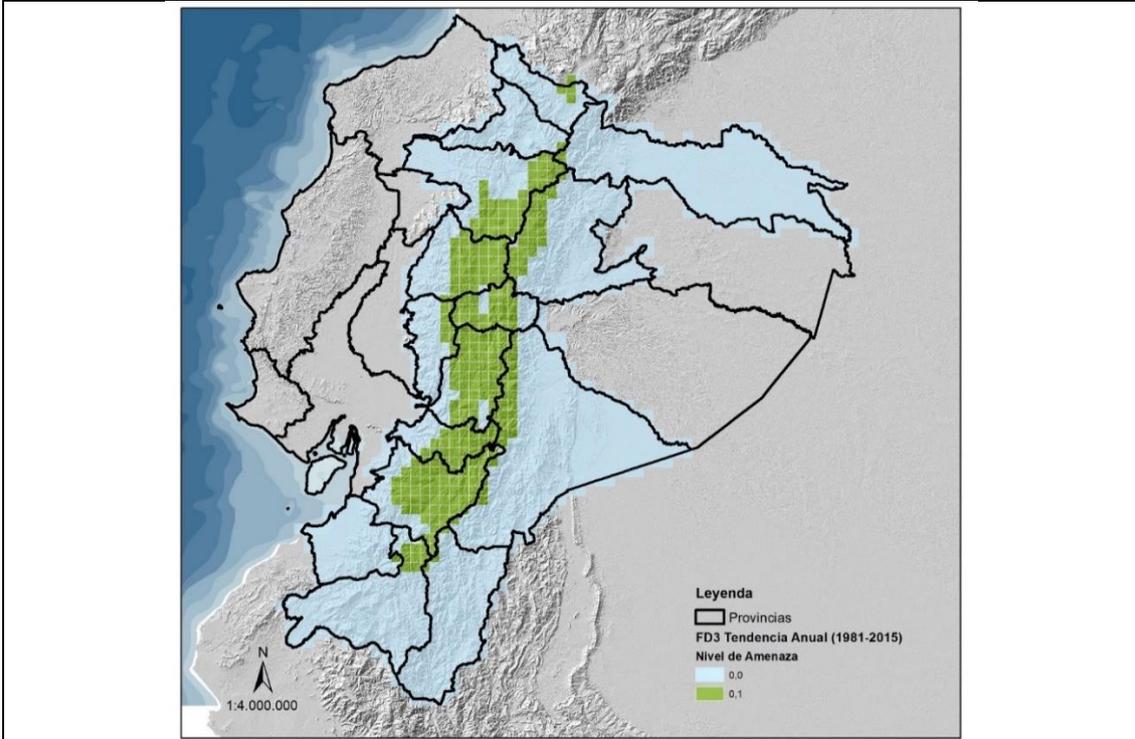


ALTAS TEMPERATURA TX 95 ESCENARIO 2016-2040

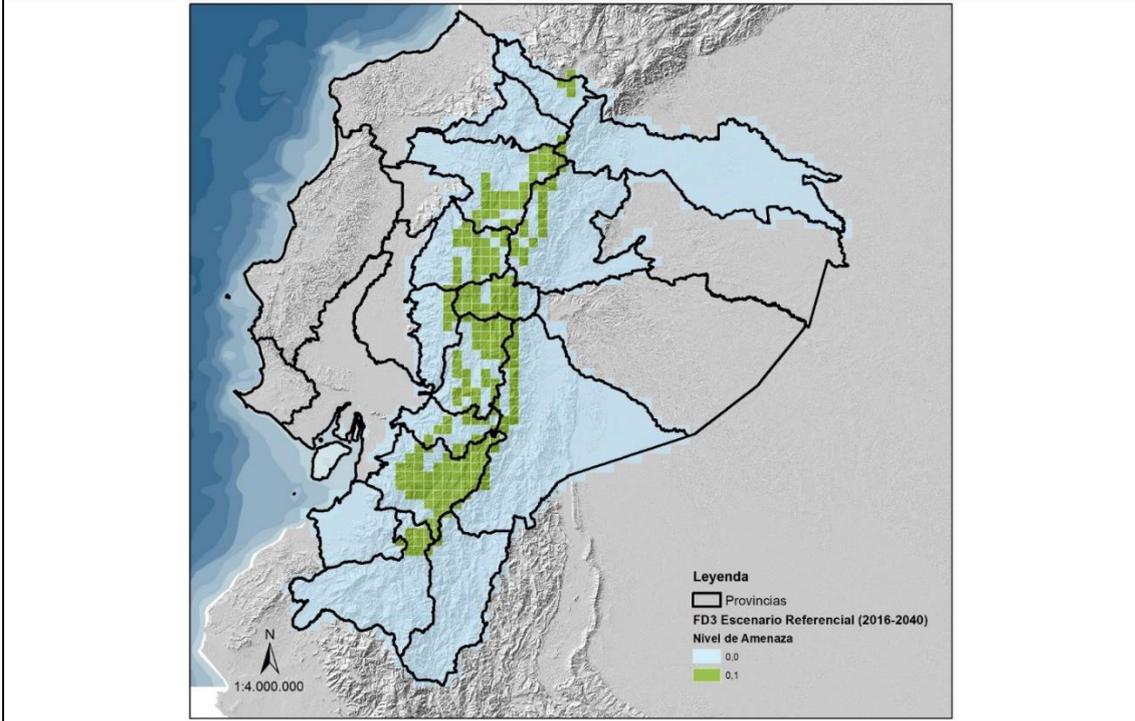


HELADAS

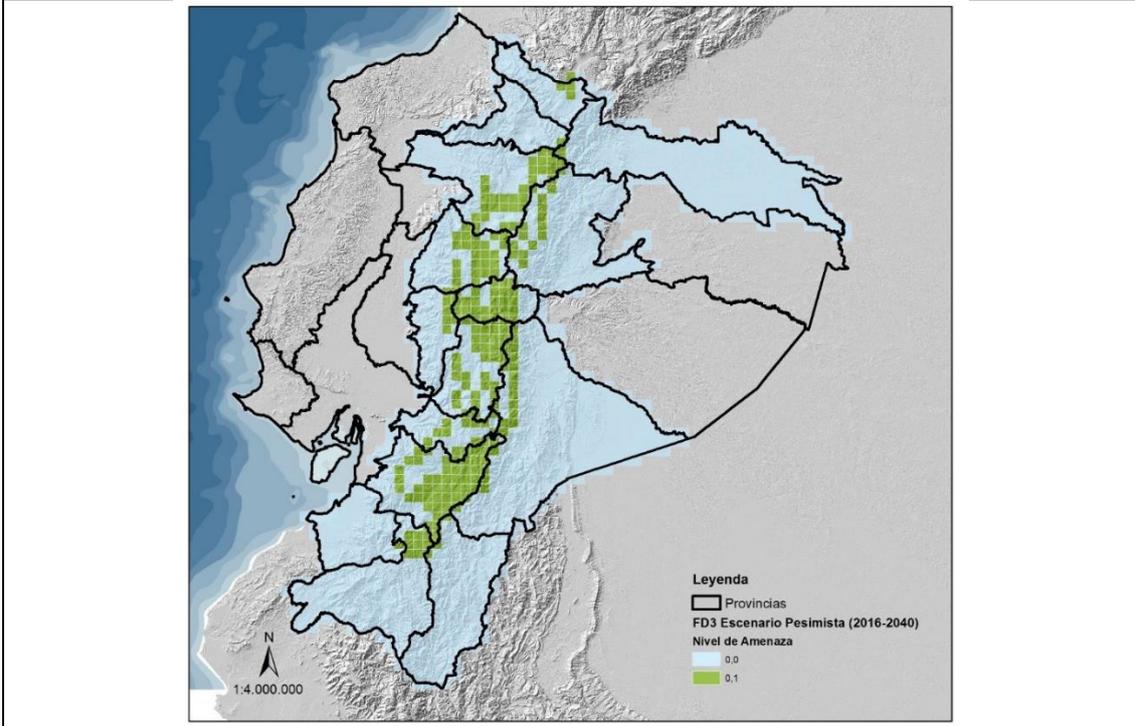
HELADAS TENDENCIA HISTÓRICA FD3 1981-204



### HELADAS ESCENARIO REFERENCIAL FD3 2016-2040



### HELADAS FD3 ESCENARIO



## ANEXO 2. Otros eventos extremos

### A) Incendios Forestales

Propuesta Metodológica Preliminar para Generar Mapas de Susceptibilidad Física a la Ocurrencia de Incendios Forestales, presenta el nivel de susceptibilidad entre 1 y 5, siendo 1 la susceptibilidad más baja y 5 la susceptibilidad más alta, escala 1:50.000 a nivel nacional data del 2015.

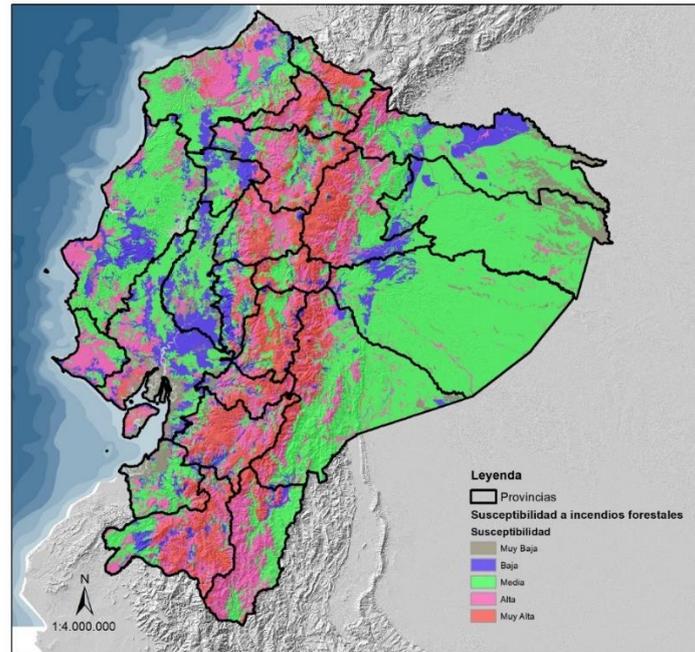
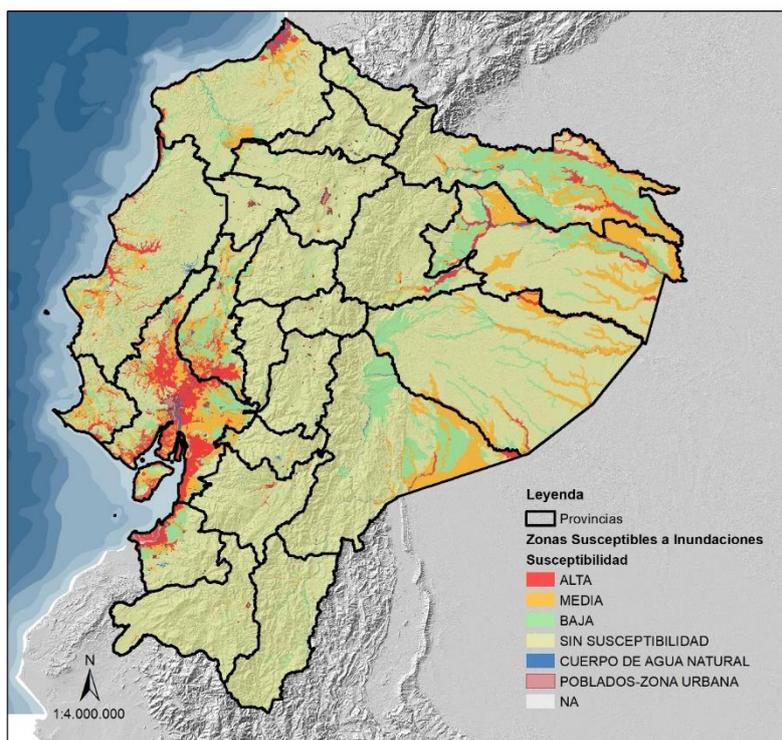


Ilustración 1. Susceptibilidad a incendios forestales 2015. Secretaría de Gestión de Riesgos

### B) Zonas Susceptibles a Inundaciones

El Ecuador por su posición geográfica en el planeta se encuentra sometido a diversas amenazas naturales principalmente de origen hidrometeorológico que ha venido repitiéndose históricamente en nuestro país y cada vez se están volviendo más recurrentes, considerándose así, una de las amenazas que más desastres ha causado en los últimos años, ocasionando pérdidas de vidas humanas, generando incalculables pérdidas en el sector agropecuario, daños y/o pérdidas a bienes e infraestructuras.



*Ilustración 2. Zonas susceptibles a inundaciones*

Zonas susceptibles a inundaciones 1:25.000 nivel nacional, 2015 integrado por funcionarios del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y la Coordinación General del Sistema de Información Nacional -CGSIN-

Donde,

- 0= Sin susceptibilidad a inundación
- 1= Susceptibilidad Baja a inundación
- 2= Susceptibilidad Media a inundación
- 3= Susceptibilidad Alta a inundación

**Zonas de susceptibilidad alta.-** Son aquellas zonas en donde la inundación pluvial de cualquier frecuencia (baja, media, alta) produce anegamientos en 16 los depósitos fluvio-marinos (manglares, salitrales), basines, valles indiferenciados, cauces abandonados, terrazas bajas, sectores más bajos de la llanura (llanura ondulada) y en zonas con suelos de textura fina o muy fina con pendientes menores al 5 %. En forma general, son inundaciones cíclicas, ocurren todos los años en la época lluviosa.

**Zonas de susceptibilidad media.-** Son zonas propensas a inundaciones tanto pluviales (por anegamiento) como fluviales (por desbordamiento de los ríos), generadas por precipitaciones fuertes o extraordinarias, con (frecuencias medias o bajas) que cubren las terrazas medias, bancos, diques aluviales y llanura antigua de depositación, localizados en pendientes del 5 al 12 % en suelos de textura fina y muy fina o en zonas con suelos de textura media a gruesa ubicados en pendientes menores al 5%.

**Zonas de susceptibilidad baja.-** Son aquellas zonas propensas a inundarse por desbordamientos de los ríos originados por eventos hidrometeorológicos extraordinarios (cuya frecuencia es baja), las mismas que cubren las terrazas altas y los niveles medios y altos de la llanura. Estas zonas están ubicadas en las partes adyacentes de los márgenes de los ríos generalmente en pendientes del 12 al 25 %, que en determinados lugares pueden tener pendientes hasta el 40 % (pie de monte). También corresponden a zonas que tienen suelos de textura fina y media localizadas en pendientes del 5% al 12%, que se anegan solo por la presencia de precipitaciones con intensidades excepcionales.

### C) Amenaza Ante Movimientos en Masa

Constituye una herramienta fundamental para identificar y caracterizar la amenaza por movimientos en masa a nivel cantonal, a escala 1:25.000, situación que permitirá establecer zonas con probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos de remoción en masa (niveles de amenaza), de tal forma que los tomadores de decisiones a nivel local puedan realizar un adecuado ordenamiento territorial y establecer políticas apropiadas en el ámbito de la gestión de riesgos, en aras de preservar la integridad de la población en general.

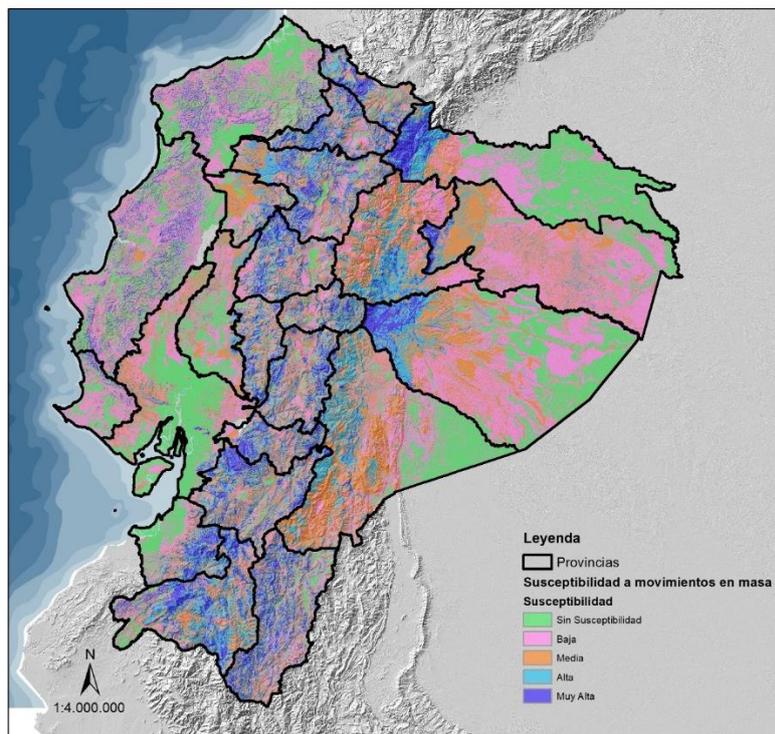


Ilustración 3. Análisis de Amenazas Ate Movimientos en Masa, 1:25.000, nivel nacional

Las diferentes categorías definidas corresponden a un análisis con base a la distribución espacial de los rangos de clase o clasificación de cada una de las variables que intervienen en el proceso para la determinación de la amenaza, así como la distribución espacial de aquellos agentes detonantes aplicados (tectónica, precipitaciones) y su relación con los aspectos identificados en

cada zona de estudio (geología, morfometría, edafología, etc), a través de la comprobación de campo.

**Sin Amenaza.-** Comprende áreas estables y sin probabilidades para que ocurran movimientos en masa. Se caracterizan por presentar pendientes del terreno planas a suaves, no mayores al 5 %.

**Amenaza Baja.-** Estas áreas se caracterizan por presentar pendientes muy suave a suave, es decir no mayores al 12 %, y superficies de terreno con condiciones geológicamente estables aún ante la presencia de fenómenos intensos y extensos como las precipitaciones. En estas zonas puede producirse soliflucción del material.

**Amenaza Media.-** Estas superficies se caracterizan por presentar pendientes de terreno media a media a fuerte, es decir no mayores al 40%, corresponden a materiales muy poco fracturados, medianamente meteorizados. Se evidencian procesos erosivos de baja intensidad; predominan procesos de reptación. El material se desestabiliza tras actuaciones naturales muy intensas y/o extensas, así como a la acción de las precipitaciones en la zona.

**Amenaza Alta.-** Corresponde a zonas en donde las condiciones del terreno se caracterizan por la presencia de rocas meteorizadas, fracturadas, en donde existe escasa cobertura vegetal, estas superficies presentan suelos poco cohesivos, poco compactos. La zona está marcada por procesos erosivos causados especialmente por acción hídrica; además existe evidencia de la influencia tectónica local y regional. Comprenden zonas con pendientes media a fuerte hasta fuerte, es decir no supera el 70 %.

**Amenaza Muy Alta,** Se caracterizan por la presencia de rocas muy meteorizadas, muy fracturadas, no existe cobertura vegetal, se evidencia cambios en el uso del suelo (actividad entrópica), estas superficies presentan suelos poco cohesivos, poco compactos. La zona está marcada por procesos erosivos causados especialmente por acción hídrica y la influencia tectónica local y regional. Comprenden zonas con pendientes muy fuertes a escarpada, es decir supera el 100 %.

## D) Mapa de Peligros Volcánicos

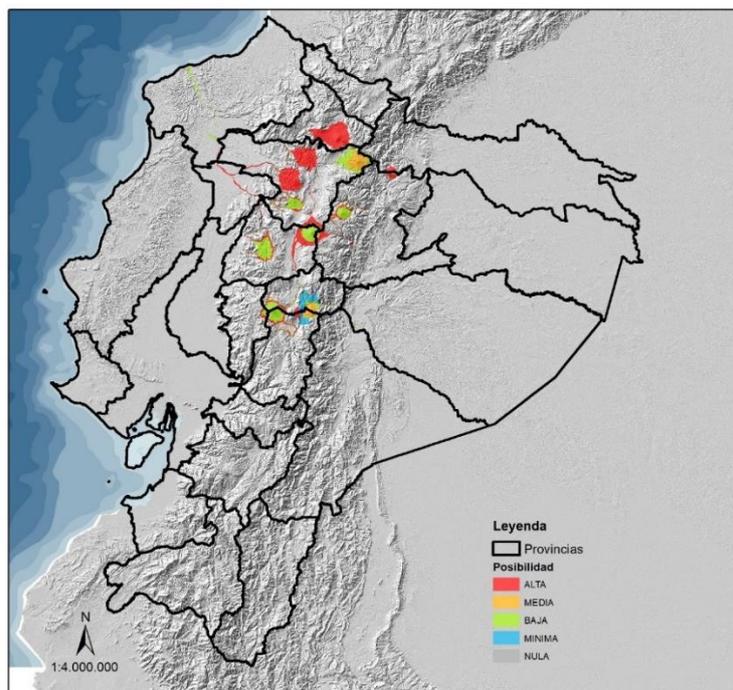


Ilustración 4. Mapa de Peligros Volcánicos

## ANEXO 3

### ANEXO 3. Impactos resultantes de cambios previstos en eventos climáticos extremos

(Algunos ejemplos)

Cambios proyectados durante el siglo XXI en fenómenos climáticos extremos y su probabilidad de ocurrencia	Ejemplo representativos de los impactos proyectados
<b>Temperaturas máximas altas: más días cálidos y olas de calor (muy probable)</b>	<p>Mayor incidencia de muertes y enfermedades graves en grupos de personas de tercera edad y pobres en zonas urbanas</p> <p>Mayor estrés térmico en ganado y vida silvestre</p> <p>Cambios en destinos turísticos</p> <p>Mayor riesgo de daños a diversos cultivos</p> <p>Mayor demanda de refrigeración eléctrica y menor abastecimiento energético</p>
<b>Temperaturas mínimas incrementadas; menos días fríos, días de heladas y olas de frío (muy probable)</b>	<p>Menor mortalidad y morbilidad humana relacionados con el frío</p> <p>Menor riesgo de daños a diversos cultivos, y mayor riesgo para otros.</p> <p>Alcance y actividad ampliados de algunos vectores de plagas y enfermedades.</p> <p>Menor demanda energética para calefacción.</p>
<b>Precipitaciones más intensas (muy probable)</b>	<p>Mayores daños de crecidas, desprendimientos y deslizamientos de tierras y avalanchas.</p> <p>Mayor erosión del suelo.</p> <p>Mayores escorrentías de las crecidas que aumentan la recarga de acuíferos de llanuras inundables.</p> <p>Mayor presión sobre los sistemas gubernamentales y privados de seguros contra inundaciones.</p> <p>Mayor demanda de socorro en situación de desastres.</p>
<b>Veranos más secos en zonas continentales interiores de latitud media y riesgos de sequía (probable)</b>	<p>Menor rendimiento de cultivos agrícolas.</p> <p>Mayores daños a cimientos de edificios causados por contracción de suelo.</p> <p>Menor cantidad y calidad de recursos hídricos.</p> <p>Mayores riesgos de incendios forestales.</p>
<b>Aumento de la intensidad máxima del viento y en la intensidad media y máxima de precipitaciones (probable)</b>	<p>Mayores riesgos para la vida humana, riesgos de epidemias de enfermedades infecciosas y otras enfermedades como la malaria y el dengue.</p> <p>Mayor erosión de las costas y daños a infraestructura costera.</p> <p>Mayores daños a ecosistemas costeros, arrecifes de coral y manglares.</p>
<b>Intensificación de sequías e inundaciones relacionadas con el fenómeno de El Niño (muy probable)</b>	<p>Menor productividad de tierras agrícolas y de pastoreo en regiones susceptibles a inundaciones y sequías.</p> <p>Menor potencial hidroeléctrico en regiones susceptibles a sequía.</p>
<b>Mayor intensidad de tempestades en zonas de latitud media (poco acuerdo en los resultados de los modelos)</b>	<p>Mayor riesgo para la vida y la salud humana.</p> <p>Mayores pérdidas de bienes e infraestructura de hogares.</p> <p>Mayores daños a ecosistemas costeros.</p>
<p>Fuente: (IPCC, 2001)</p> <p>*Probabilidad se refiere a estimaciones del grado de confianza en los modelos de predicción utilizados por el GTI-SIE. Muy probable: 90%-99%. Probable: 67% y 95%</p>	

El cambio climático y eventos extremos tiene implicaciones específicas de género en términos de vulnerabilidad y capacidad de adaptación. Existen diferencias estructurales entre hombres y mujeres a través de roles específicos de género en la sociedad, el trabajo y la vida doméstica. Estas diferencias afectan la vulnerabilidad y la capacidad de mujeres y hombres para adaptarse al cambio climático. (Dankelman, 2010)

En el mundo en desarrollo en particular, las mujeres participan desproporcionadamente en actividades que dependen de los recursos naturales, como la agricultura, en comparación con las ocupaciones asalariadas. Estas actividades que se derivan de los recursos naturales dependen directamente de las condiciones climáticas, y los cambios en la variabilidad climática afectan directamente a las mujeres a través de la disponibilidad de agua, vegetación y leña; e indirectamente a través de problemas de salud relacionados con las poblaciones vulnerables (especialmente hijos dependientes y ancianos).

La vulnerabilidad de las mujeres en las economías agrícolas se ve afectada por su relativa inseguridad de acceso y derechos sobre los recursos y las fuentes de riqueza, como las tierras agrícolas. Está bien establecido que las mujeres están en desventaja en términos de derechos de propiedad y seguridad de tenencia, aunque los mecanismos y la forma exacta de la inseguridad están en disputa (Jackson, 2003). Esta inseguridad puede tener implicaciones tanto para su vulnerabilidad en un evento extremo, como también su capacidad para adaptar medios de vida productivos a un clima cambiante.

Existen efectos diferenciales de los eventos extremos entre hombres y mujeres. Las mujeres son más vulnerable que los hombres a los desastres relacionados con el clima. Estos impactos diferenciales incluyen el número de muertes y el bienestar en el período de recuperación posterior al evento. La cantidad desproporcionada de la carga que soportan las mujeres durante la rehabilitación se ha relacionado con su papel en el sistema reproductivo.

Por otra parte, los niños y las personas mayores tienden a estar ubicados dentro y alrededor del hogar, por lo que a menudo son más propensos a ser afectados por inundaciones de inicio rápido. Las mujeres generalmente son responsables de la carga de atención adicional durante el período de rehabilitación, mientras que los hombres generalmente regresan a sus roles productivos previos al desastre fuera del hogar. Los factores clave que inciden en la vulnerabilidad diferencial de las mujeres en el contexto de los desastres naturales incluyen: altos niveles de analfabetismo, movilidad mínima, trabajo agrícola, y problemas relacionados con la propiedad de recursos como la tierra.

Los aspectos de género, para influir en la capacidad de afrontamiento y la adaptación es, por lo tanto, una consideración importante para el desarrollo de políticas de protección social para mejorar la capacidad de adaptación y facilitar la adaptación. (Dankelman, 2010)