



IGB

Leibniz Institute of Freshwater Ecology
and Inland Fisheries

Formación en Hidrología y Gestión del Agua

Dr. Igor Ogashawara

Department of Plankton and Microbial Ecology
Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries

Visiting Professor – Universidad de Concepción

UNESCO Amazon Water Challenge - virtual, 04.05.2025

1. Deberes



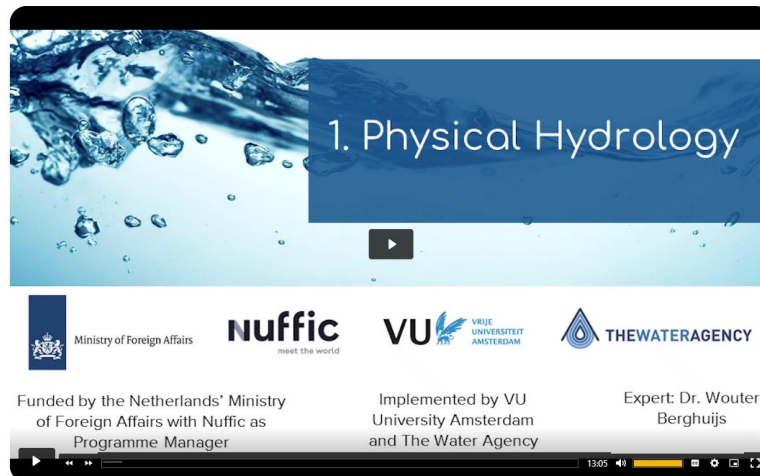
UNESCO AMAZON WATER RESILIENCE CHALLENGE: ECUADOR EDITION

📁 Resources, Training Materials

Online Self-Paced Courses
Block 1

← BACK TO RESOURCES

UNESCO AMAZON WATER RESILIENCE CHALLENGE ECUADOR EDITION: SELF-PACED COURSES: BLOCK 1



1. Physical Hydrology

Ministry of Foreign Affairs | nuffic | VU | THEWATERAGENCY

Funded by the Netherlands' Ministry of Foreign Affairs with Nuffic as Programme Manager | Implemented by VU University Amsterdam and The Water Agency | Expert: Dr. Wouter Berghuijs



1. Integrated Water Resources Management

Ministry of Foreign Affairs | nuffic | VU | THEWATERAGENCY

Funded by the Netherlands' Ministry of Foreign Affairs with Nuffic as Programme Manager | Implemented by VU University Amsterdam and The Water Agency | Expert: Dr. Maurizio Mazzoleni

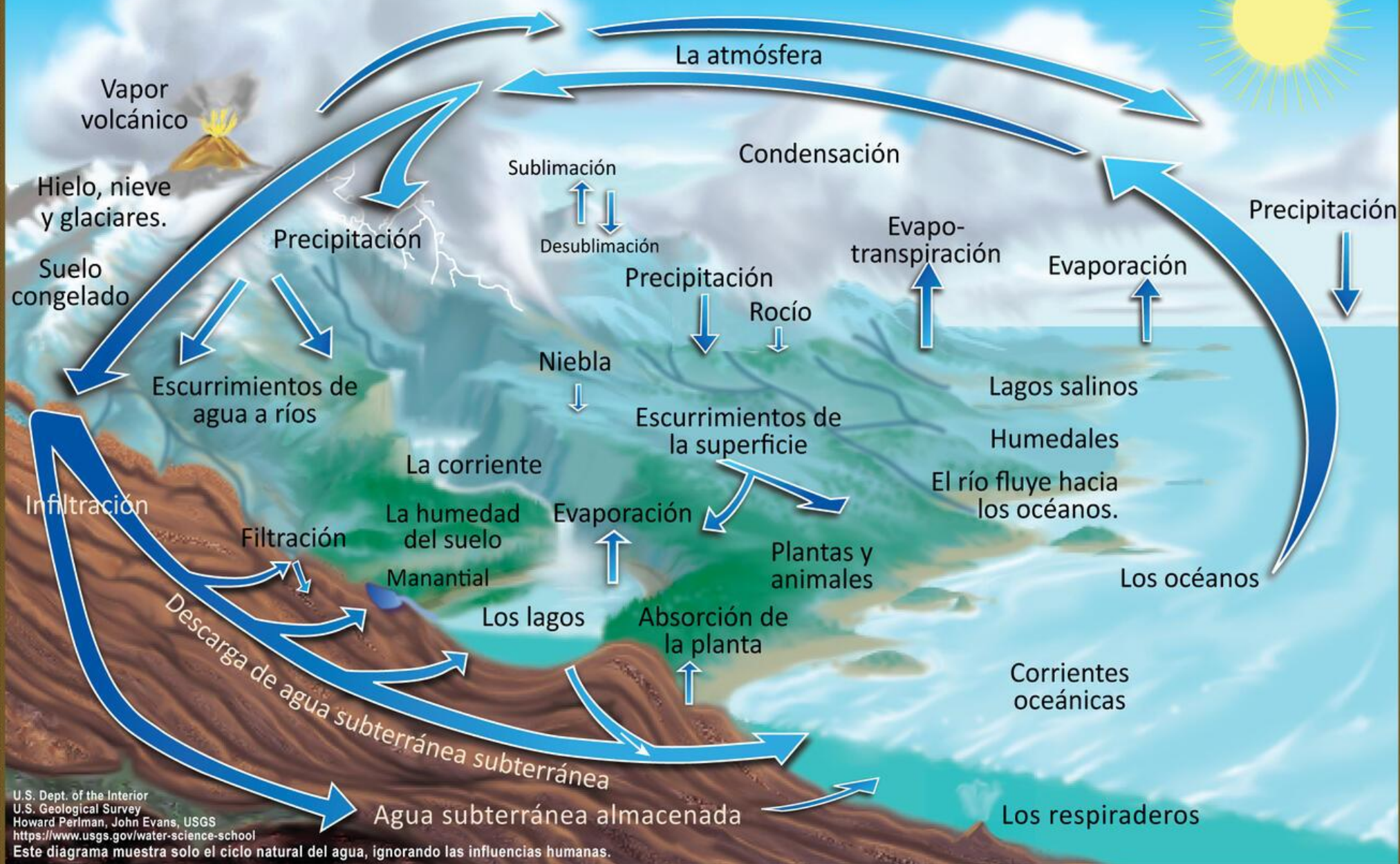


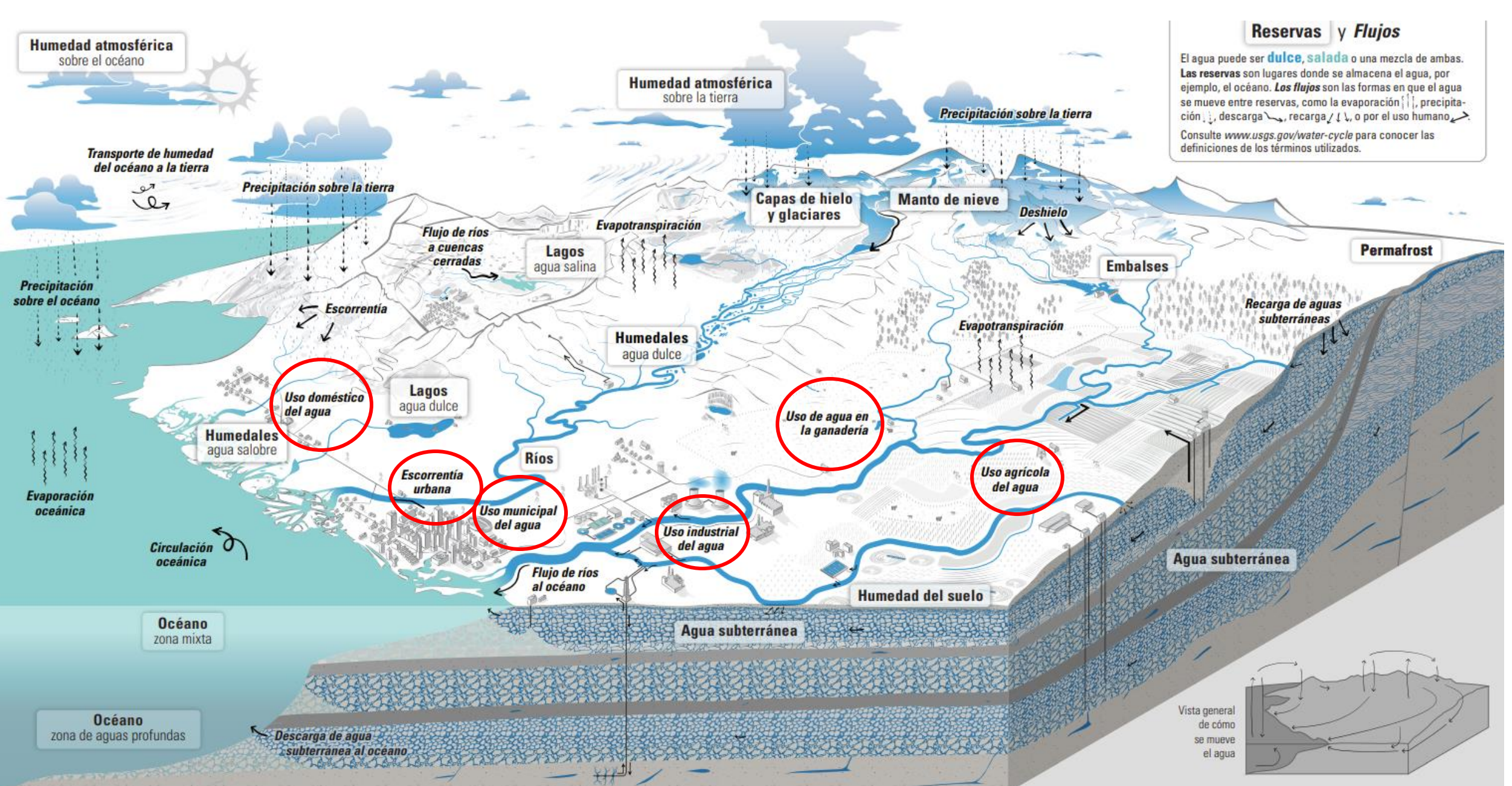
Impacts on the water cycle – part 1

Ministry of Foreign Affairs | nuffic | VU | THEWATERAGENCY

Funded by the Netherlands' Ministry of Foreign Affairs with Nuffic as Programme Manager | Implemented by VU University Amsterdam and The Water Agency | Expert: Dr. Paolo Scussolini

El Ciclo del Agua





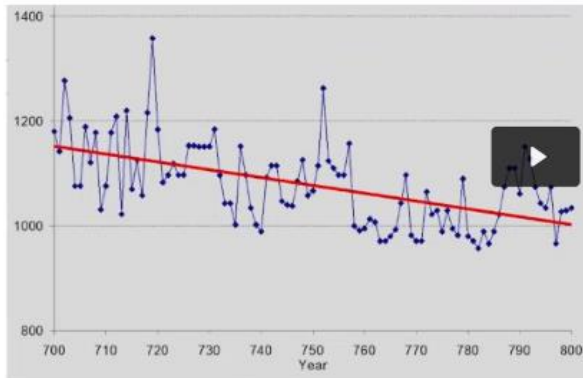


Gestión de los Recursos Hídricos

X

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

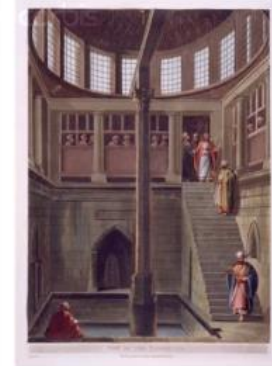
Future water availability



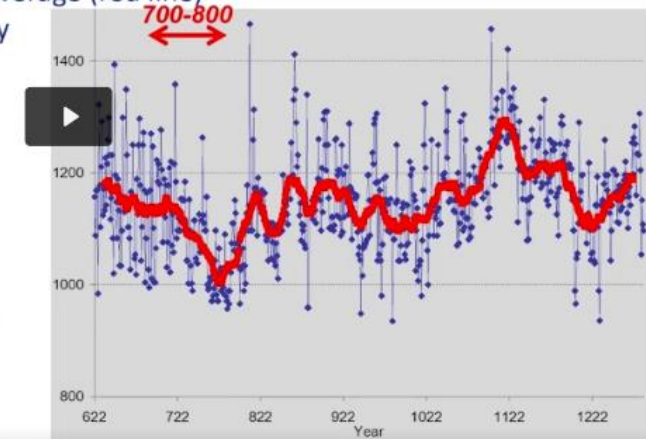
Future water availability

Roda Nilometer

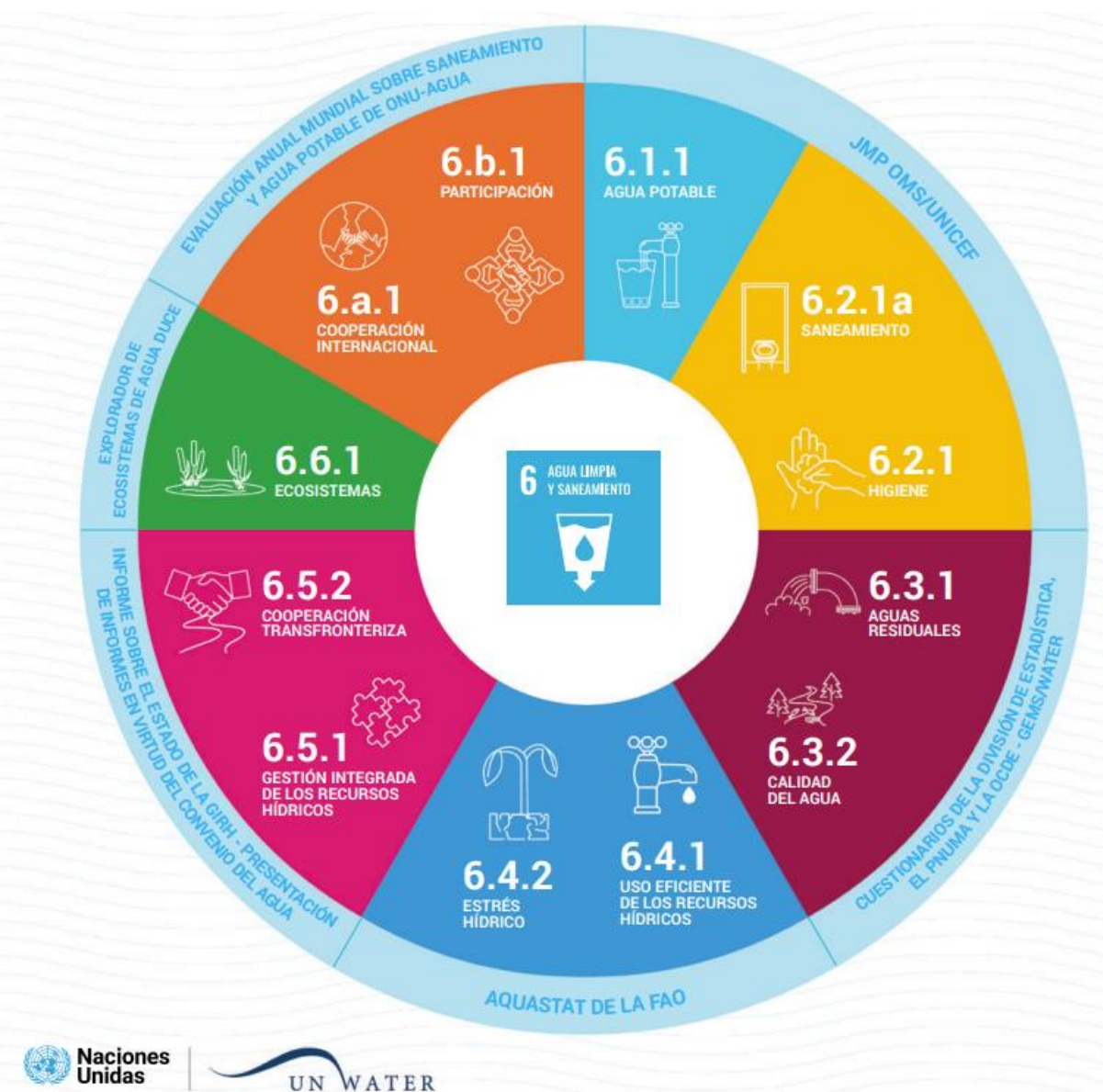
One of the longest time series of hydrological data
Annual minimum flows from 622 AD to 1284 AD



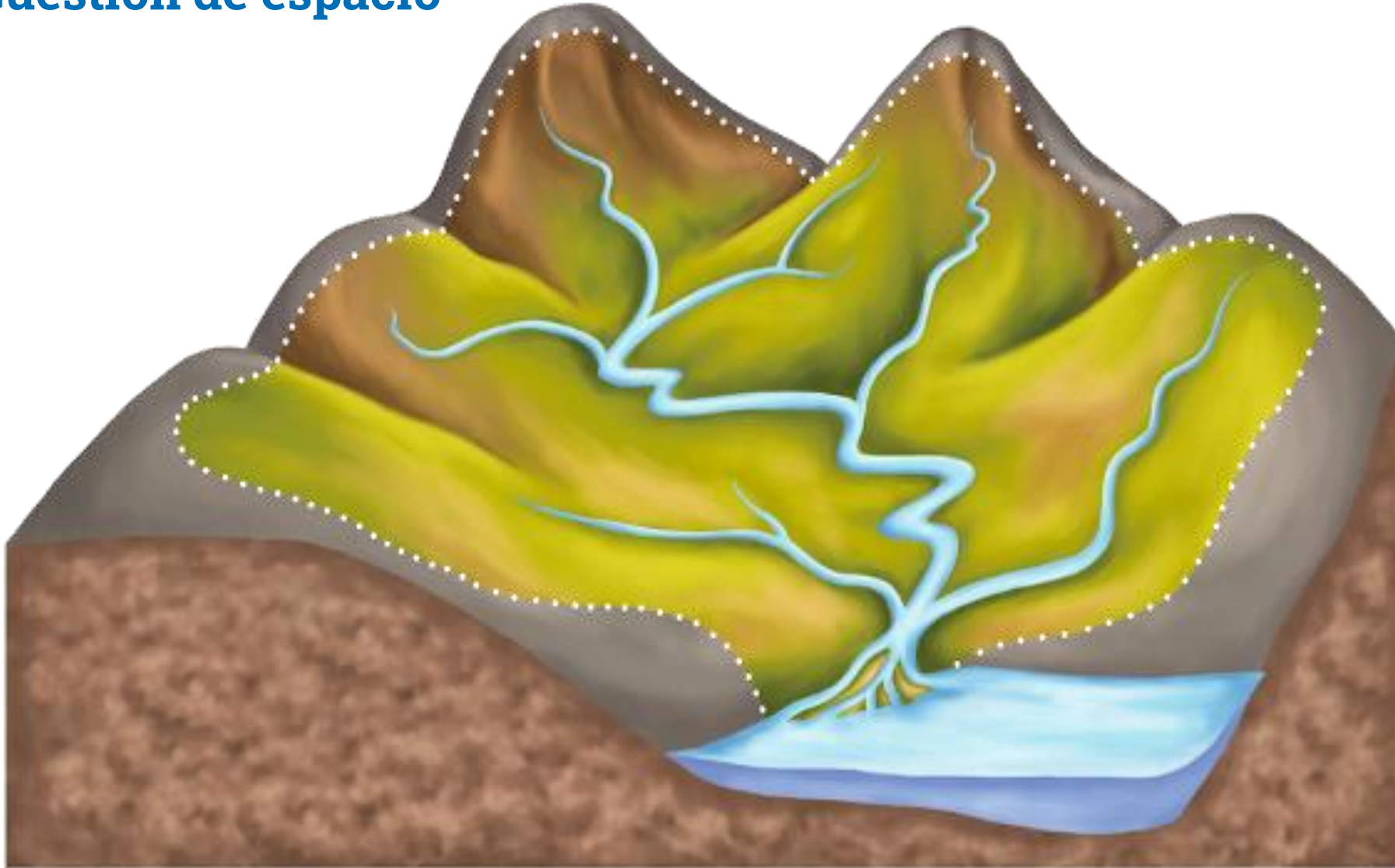
25-year moving average (red line)
Climate Variability



Gestión de los Recursos Hídricos		Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
No reconocer adecuadamente el funcionamiento de los sistemas hidrológicos		Considera la escala de la cuenca hidrográfica y asocia los sistemas naturales y humanos
Enfoque fragmentado - las partes interesadas se centran en sus intereses		Sistema de gobernanza coordinado con un enfoque intersectorial y multinivel
Objetivo único movido generalmente por los resultados económicos		Planificación multiobjetivo centrada en lograr el equilibrio de las 3e (economía, ecología y equidad social).
Centrarse en soluciones técnicas e infraestructurales / soluciones a corto plazo		Centrarse en reforzar los sistemas de gobernanza con enfoques orientados al proceso / soluciones a largo plazo.
Toma de decisiones descendente y centrada en el Gobierno		Gobernanza participativa del agua con una participación significativa de la sociedad



2. Cuestión de espacio



2. Cuestión de espacio

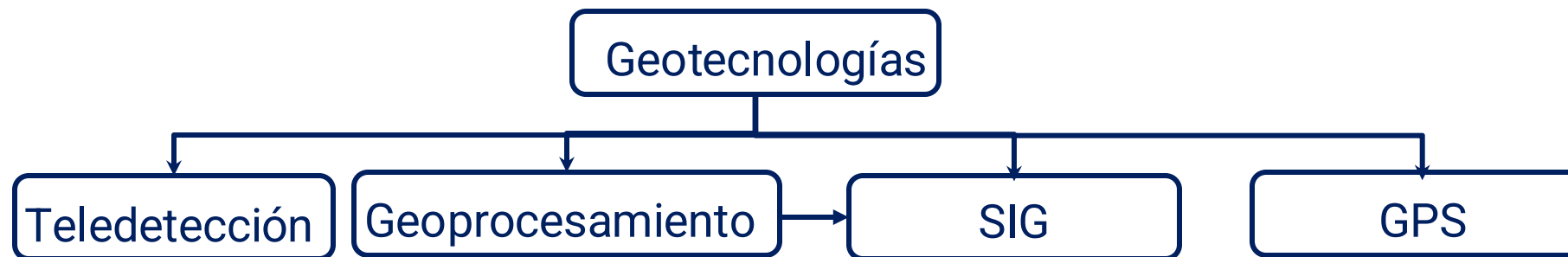
The screenshot shows a video player interface. The main content is a presentation slide titled "Base de datos geoespacial y plataforma virtual" (Geospatial data base and virtual platform). The slide includes the following information:

- Desarrollo de una base de datos geoespacial y para la integración, visualización y análisis de datos**
- 11 temas** (11 topics):
 - biofísico
 - hidrología
 - topografía
 - vegetación
 - suelos
 - infraestructura
 - cambios de uso del suelo
 - político-administrativo
 - territorios protegidos
 - socioeconomía
 - iniciativas locales
- 48 capas** (48 layers)
- 8 reservas de biosfera** (8 biosphere reserves)

The slide also features three maps: "Base de datos geoespacial", "Laboratorio de Biodiversidad de la ONU", and "Motor Google Earth". The video player interface includes a UNESCO logo in the top right corner, a video title "UNESCO Amazon Challenge_Welco...", and a video duration of -58:36. The video player also shows a play button, a volume icon, and a settings icon.

3. Geotecnologías para la gestión integrada de los recursos hídricos

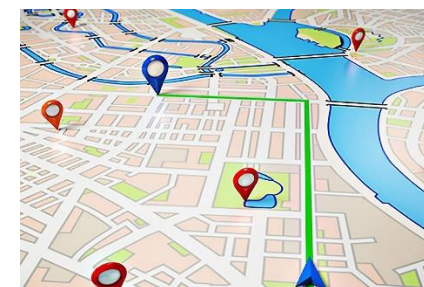
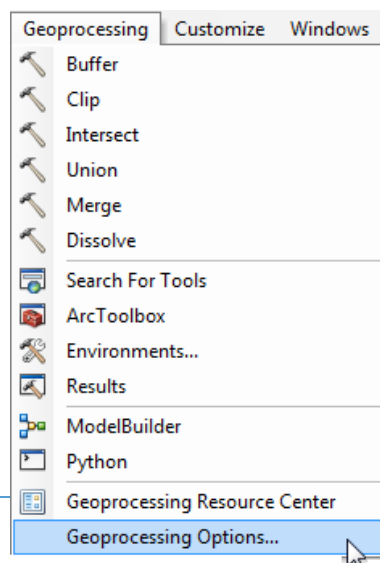
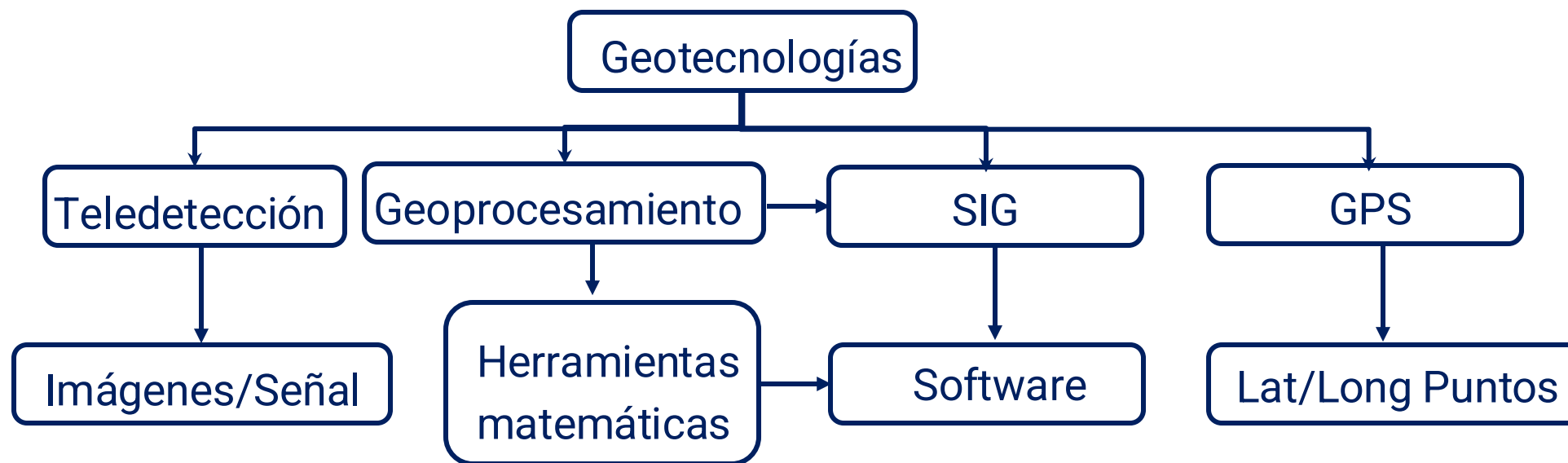
- Sistemas de Información Geográfica (SIG)
- Geoprocesamiento
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- Teledetección

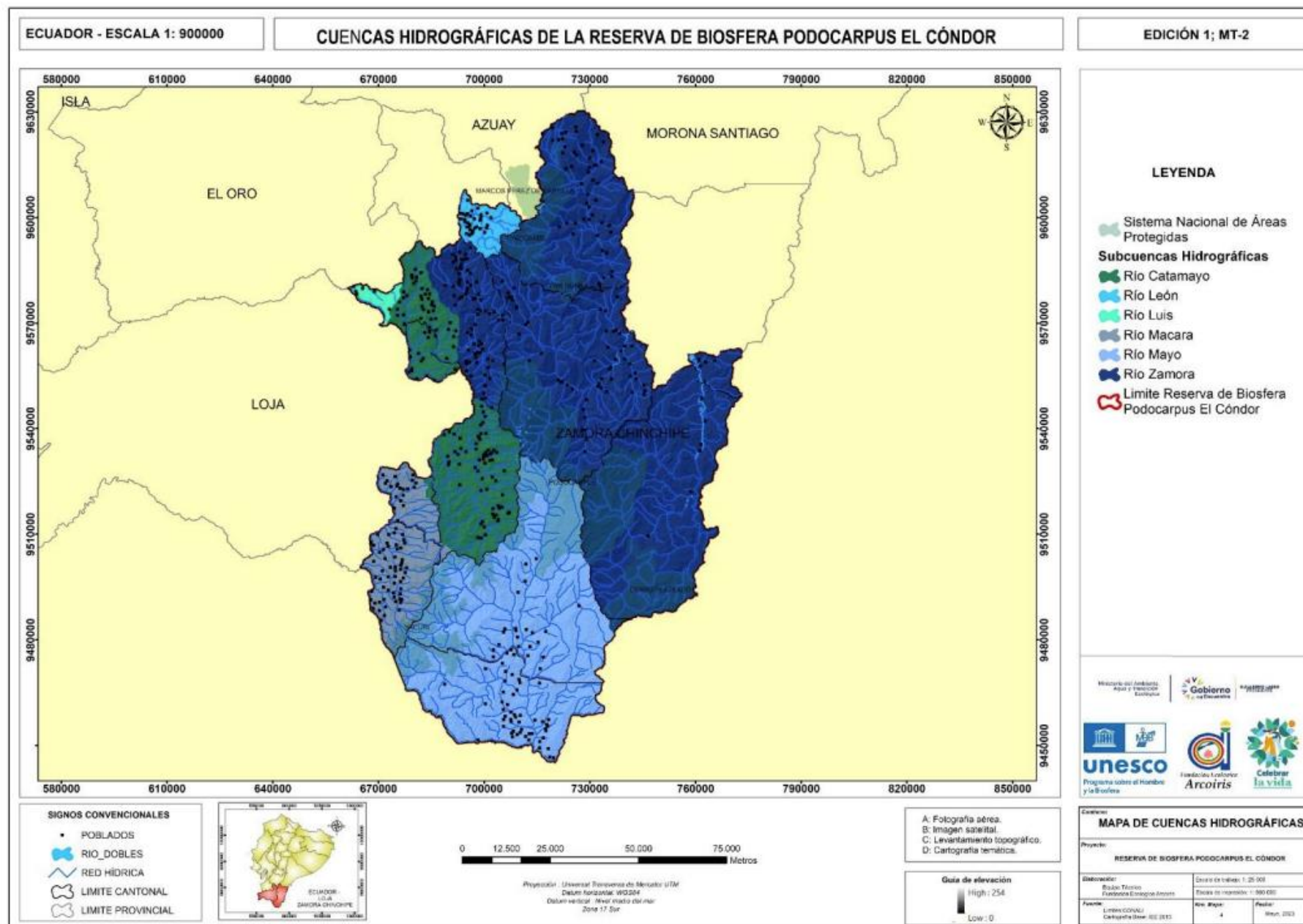


3. Geotecnologías para la gestión integrada de los recursos hídricos

- **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**
 - Sistemas informáticos con capacidad de entrada, almacenamiento, manipulación/análisis y salida/visualización de información geográfica (espacial).
- **Geoprocesamiento**
 - Herramientas matemáticas/geoestadísticas para el análisis de datos geográficos/geoespaciales.
- **Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**
 - Sistema de satélites en órbita terrestre que pueden proporcionar una localización precisa (de 100 metros a subm.) en la superficie terrestre.
- **Teledetección**
 - Uso de plataformas para captar información sobre la superficie terrestre.

3. Geotecnologías para la gestión integrada de los recursos hídricos





¿Qué es la teledetección?

«La teledetección es el registro sin contacto de información de las regiones ultravioleta, visible, infrarroja y de microondas del espectro electromagnético mediante instrumentos como cámaras, escáneres, láseres, matrices lineales y/o matrices de área situados en plataformas como aviones, satélites o naves espaciales, y el análisis de la información adquirida mediante el procesamiento visual y digital de imágenes.»



Conflictos Socio ambientales (CSA)

- Incompatibilidad del uso del suelo y los recursos naturales
- Actividades antrópicas (zona de transición y amortiguamiento) versus conservación (áreas núcleo)

CARRETERAS →

- Construcción de obras de infraestructura sin planificación.
- La construcción de caminos y carreteras es la principal fuente del problema

MINERÍA →

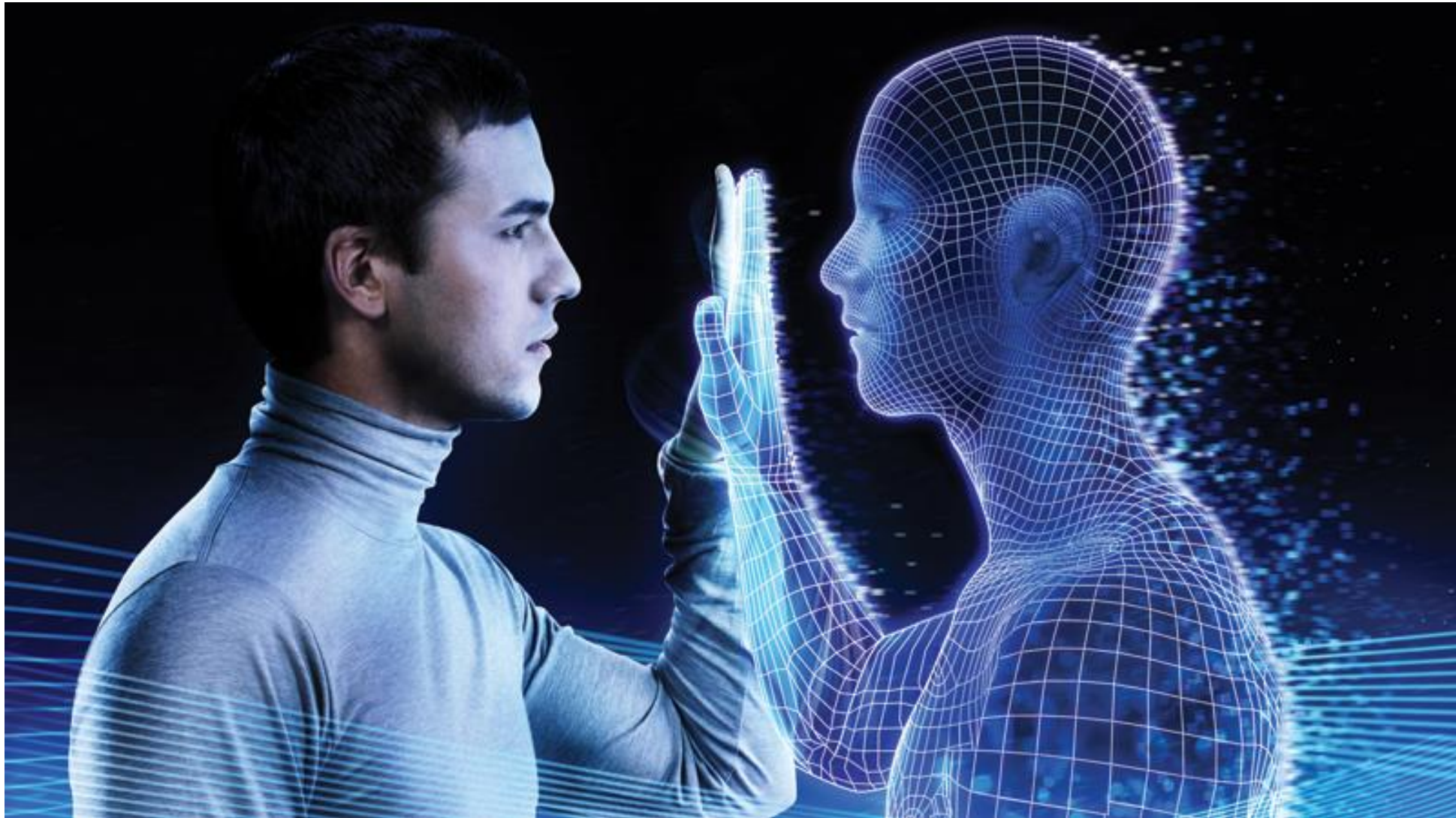
- Minería ilegal en las fuentes hídricas y en el Parque Nacional Podocarpus
- Control de grupos delictivos
- Concentración de la actividad minera en grupos de poder

CONTAMINACIÓN →

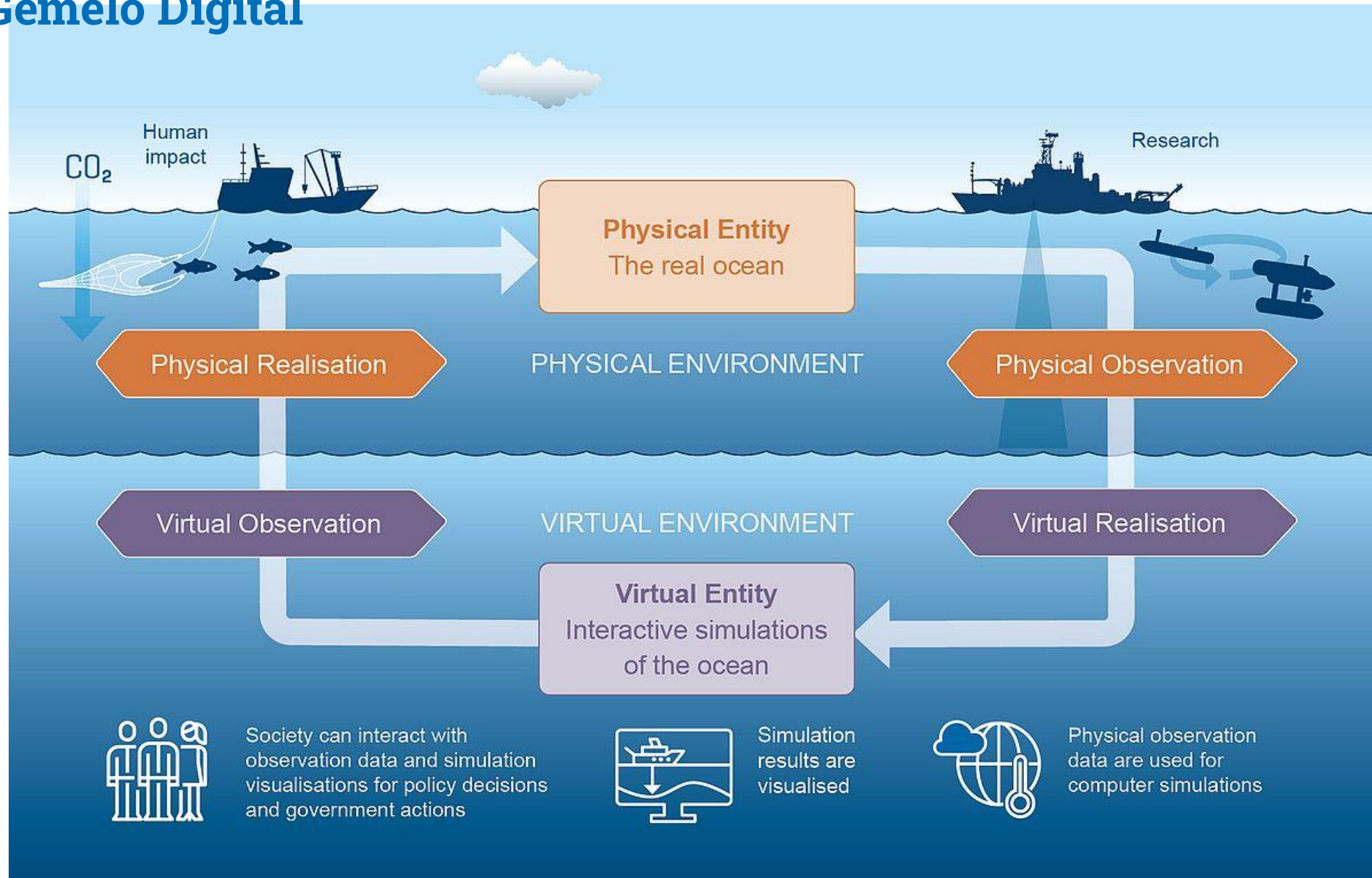
- Contaminación minera por sólidos en suspensión y uso de mercurio
- Río San Luis: se supera 3 y 4 veces los límites permisibles del uso del mercurio (febrero 2025)



4. Gemelo Digital



4. Gemelo Digital

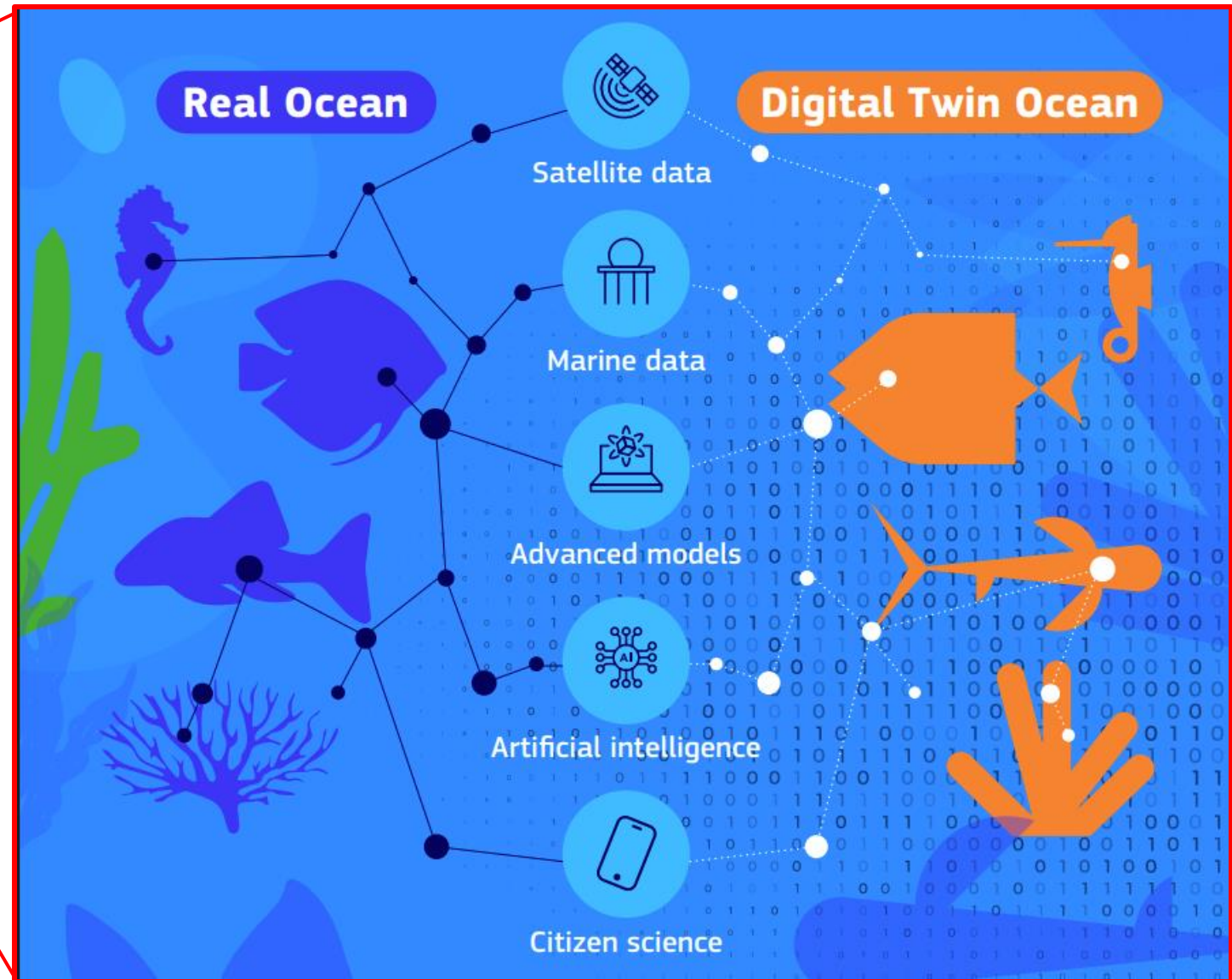


4. Gemelo Digital



The main graphic for 'The DIGITAL TWIN OCEAN' features a light blue background with stylized blue clouds and a pattern of binary code (0s and 1s) at the bottom. At the top center is the European Commission logo, which includes the European Union flag and the text 'European Commission'. The title 'The DIGITAL TWIN OCEAN' is prominently displayed in large, bold, dark blue letters. Below the title, the subtitle 'An interactive replica of the ocean for better decision-making' is written in a smaller, blue font. A dark blue rounded rectangle contains the text 'What is it?' in white. Below this, a paragraph describes the digital twin ocean as a digital space providing access to vast amounts of data, models, artificial intelligence, and other tools, which will allow the replication of the properties and behaviours of marine systems, including ocean currents and waves, marine life and human activities, and their interactions, in and near the sea.

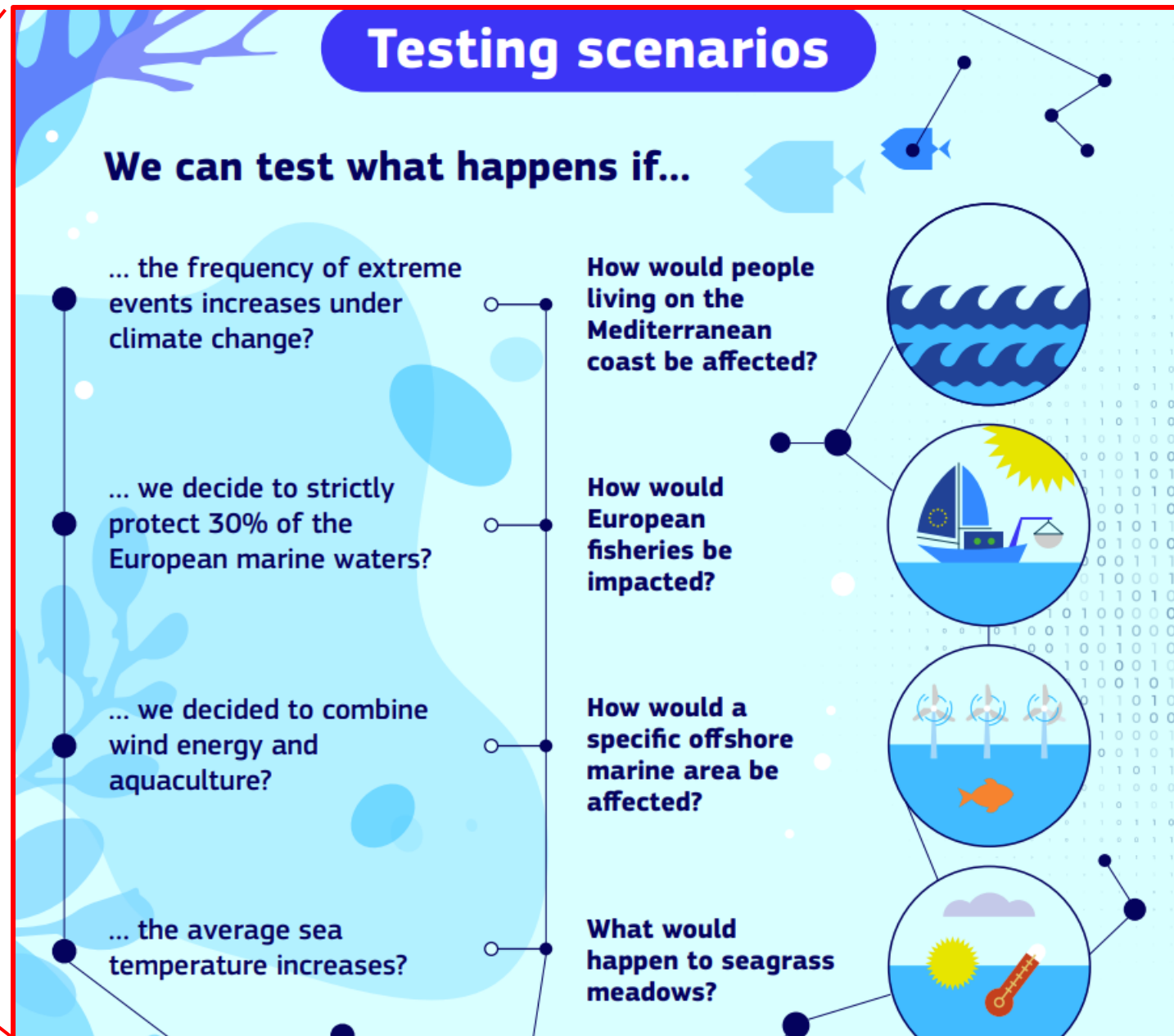
4. Gemelo Digital



4. Gemelo Digital



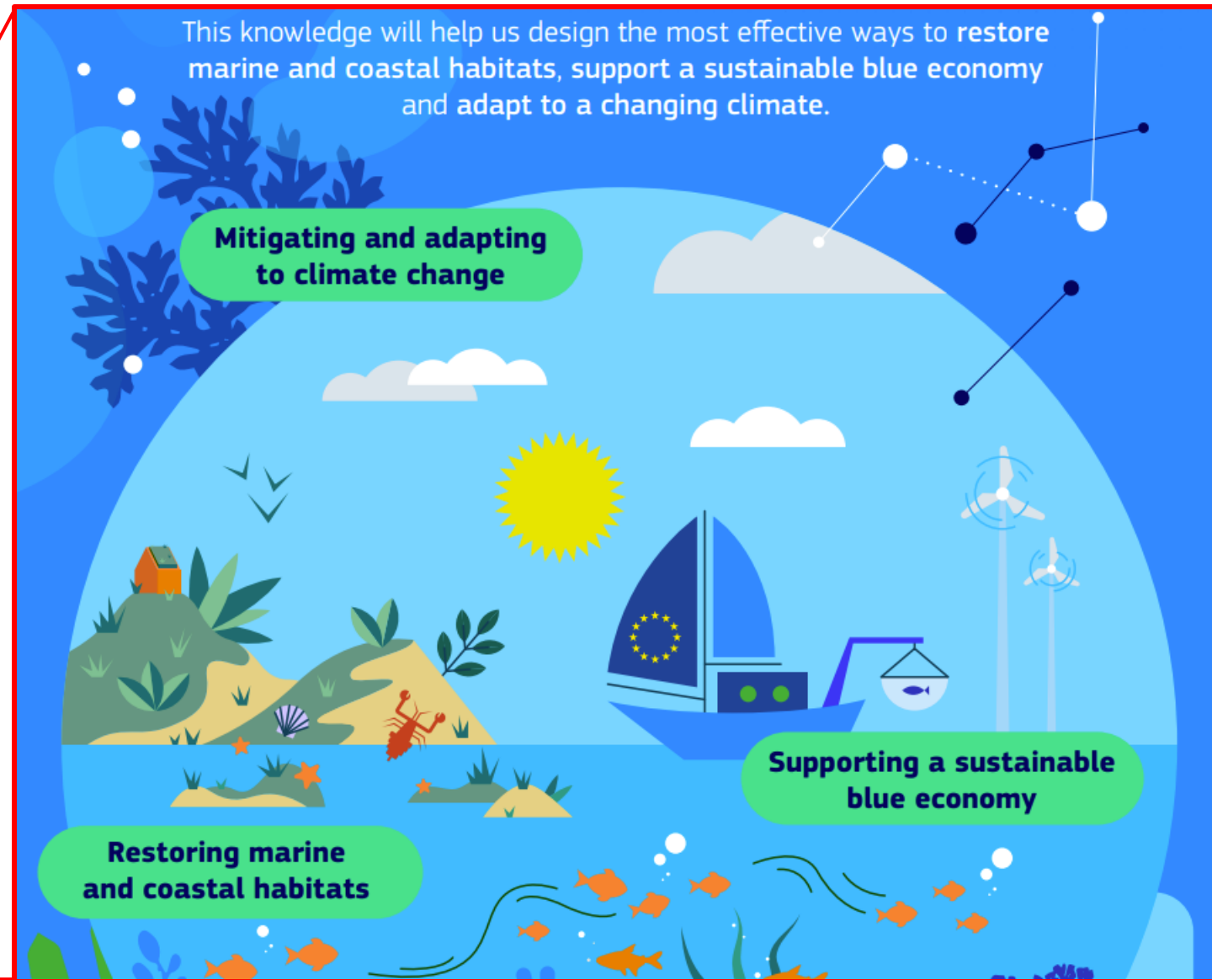
4. Gemelo Digital



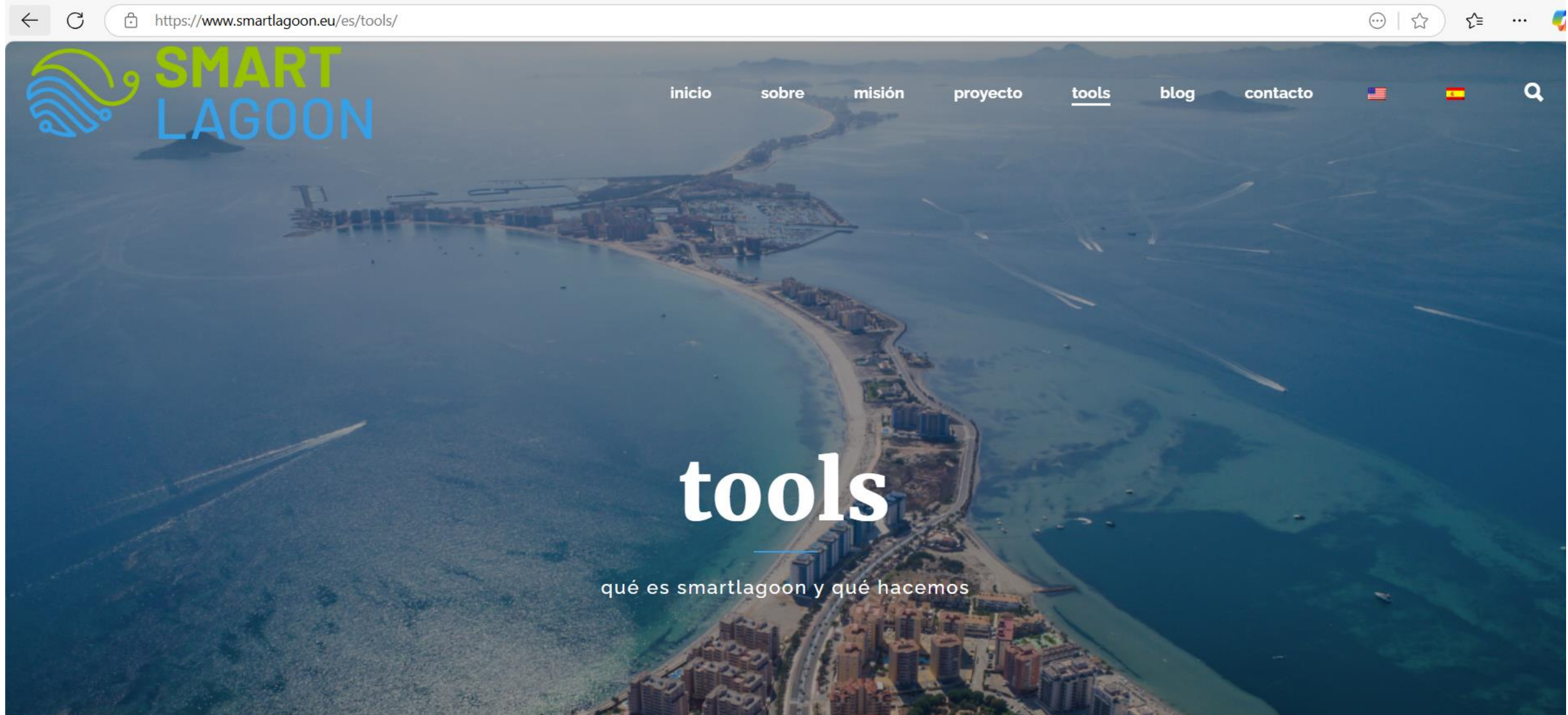
4. Gemelo Digital



4. Gemelo Digital



4. Gemelo Digital



<https://www.smartlagoon.eu/es/tools/>

5. Consideraciones finales



CASE STUDY 1

LOJA WATER SMART

- ¿Dónde encontrar las zonas inundables?
 - > Modelo digital de elevación, SIG, Teledetección (Cubierta terrestre)
- ¿Cuáles son las trayectorias de las precipitaciones?
 - > Modelo digital de elevación, SIG



CASE STUDY 3

WATER FOR ALL

- ¿Dónde encontrar zonas con más precipitaciones?
 - > SIG, Teledetección
- ¿Cómo prever las precipitaciones?
 - > Teledetección, SIG



CASE STUDY 2

FARMING FOR WATER

- ¿Dónde están situados los agricultores?
 - > GPS, modelo digital de elevación, SIG, teledetección (cubierta terrestre)
- ¿Cuáles son los tipos de suelos y la geología?
 - > GPS, SIG
- ¿Dónde encontrar datos medioambientales - Clima, humedad del suelo, fenología?
 - > Teledetección, SIG

Muchas Gracias!



Igor Ogashawara

igor.ogashawara@igb-berlin.de

igoroga@gmail.com

<https://www.igb-berlin.de/en/profile/igor-ogashawara>



UNESCO Amazon Water Resilience Challenge 2025

Desafío de resiliencia hídrica de la Amazonía



EDICIÓN 2025

ECUADOR



PODOCARPUS-EL CÓNDO R BIOSPHERE RESERVE

TRAINING PROGRAM

Training 3. Hidrology and Water Management – IWRM

Pablo A. Ochoa Cueva PhD.

 paochoa@utpl.edu.ec



UTPL



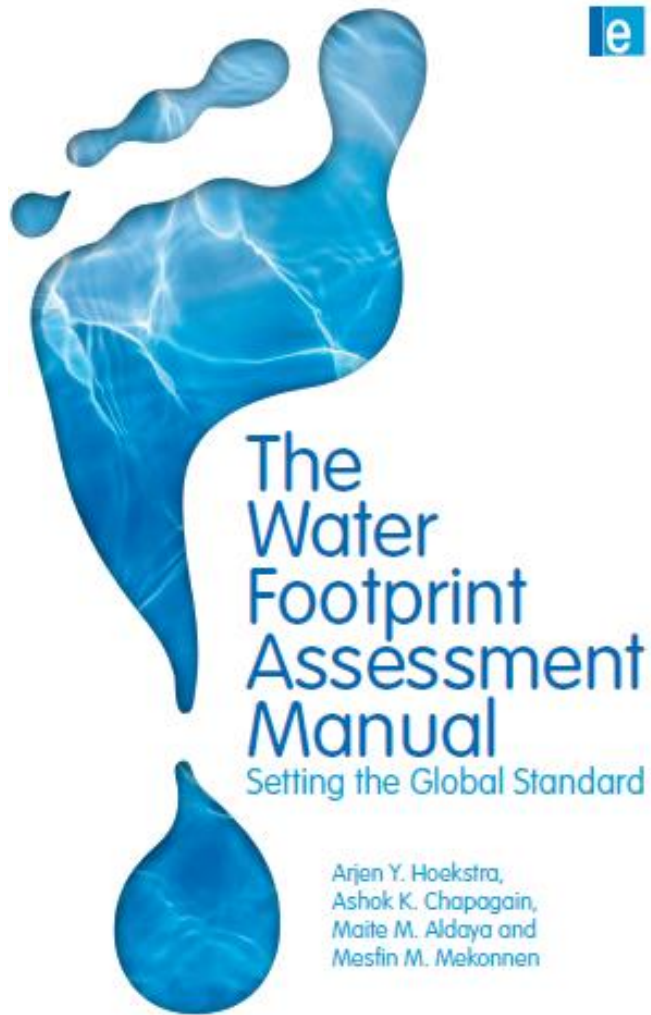
Contenidos:



- a. Definiciones generales
 - Hidrología
 - Cuenca hidrográfica
- b. GIRH – IWRM
 - Reportes ONU
 - Momentos de la planificación, Diagnóstico
 - Principios de la GIRH
- c. Experiencias locales (Reserva de Biosfera Podocarpus – El Condor RBPC)
 - ¿En cuál fase estamos?
 - Sistemas comunitarios intereses diferentes

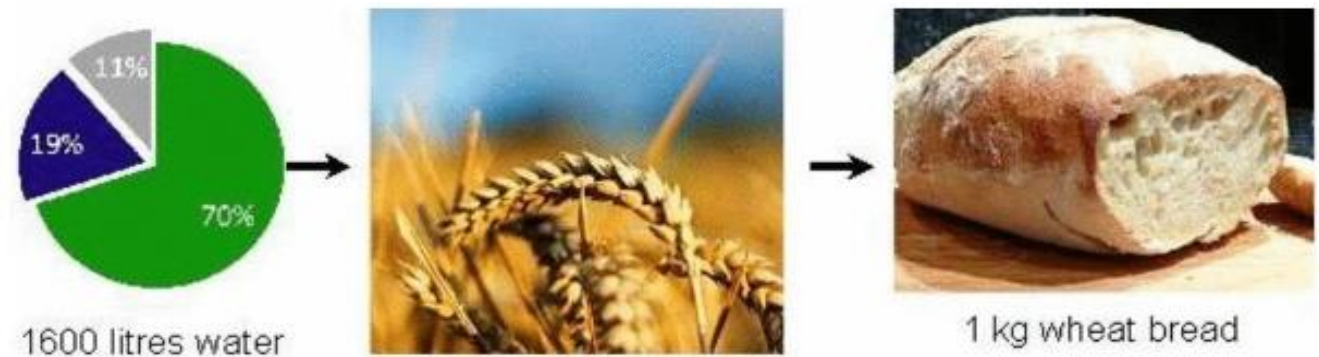


Huella hídrica



– El volumen total de agua dulce para la producción de:

- 1 kg de ternera → 16.000 litros de agua
- 1 kg de arroz → 2.500 litros de agua
- 1 kg cana azúcar → 1.800 litros de agua
- 1 l de leche → 1.000 litros de agua
- 1 l de cerveza → 300 litros de agua
- 1 taza de café → 130 litros de agua
- 1 hamburguesa → 2.400 litros de agua
- unos jeans → 10.850 litros de agua
- Etc.



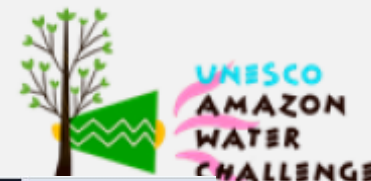
<http://www.waterfootprint.org/>

Feyen, 2012. I Simposio Iberoamericano de hidráulica - UTPL



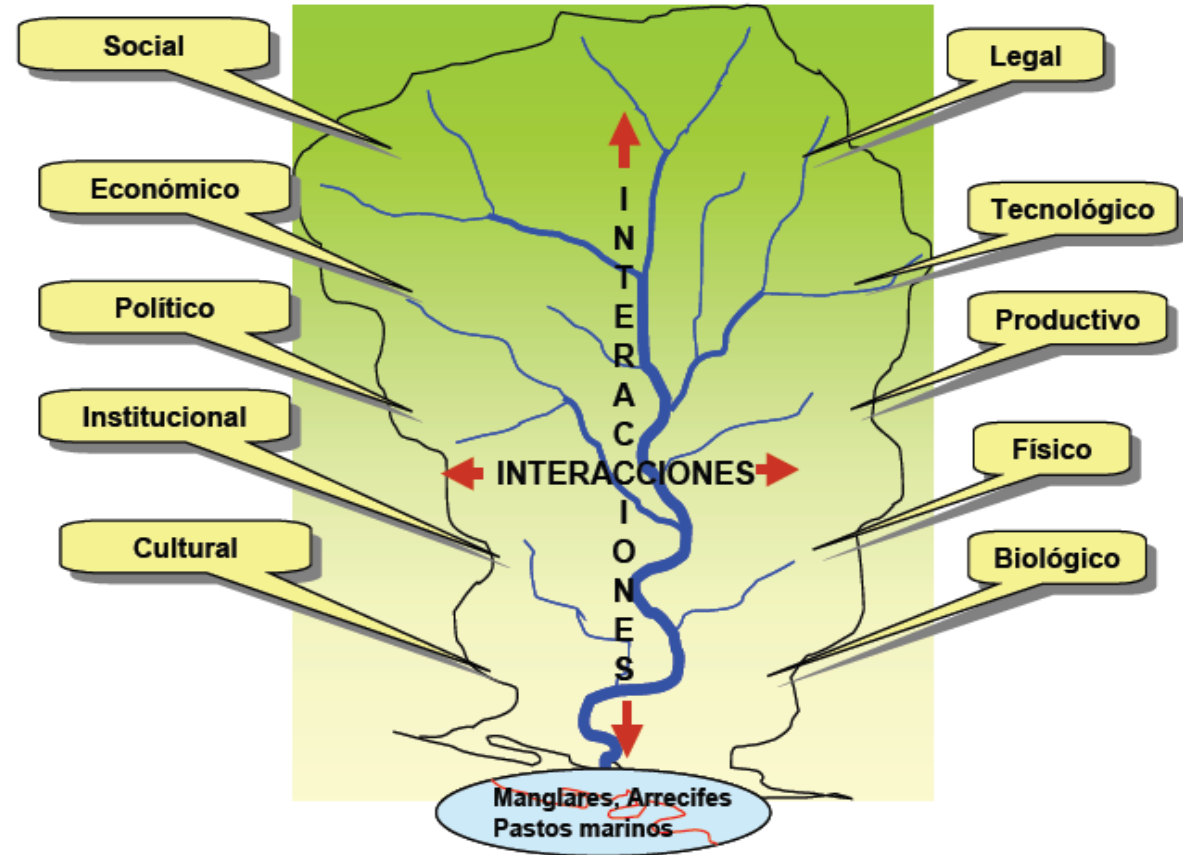
UTPL

a. Definiciones generales: Hidrología



a. Definiciones generales: Cuenca hidrográfica

- La cuenca hidrográfica es un **espacio territorial** donde **coexisten** de manera dinámica los **recursos naturales**, las **infraestructuras humanas** y las **actividades económicas** (FAO, 2017).



Subsistemas de la cuenca que interaccionan en el tiempo y en el

www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/11379/14687



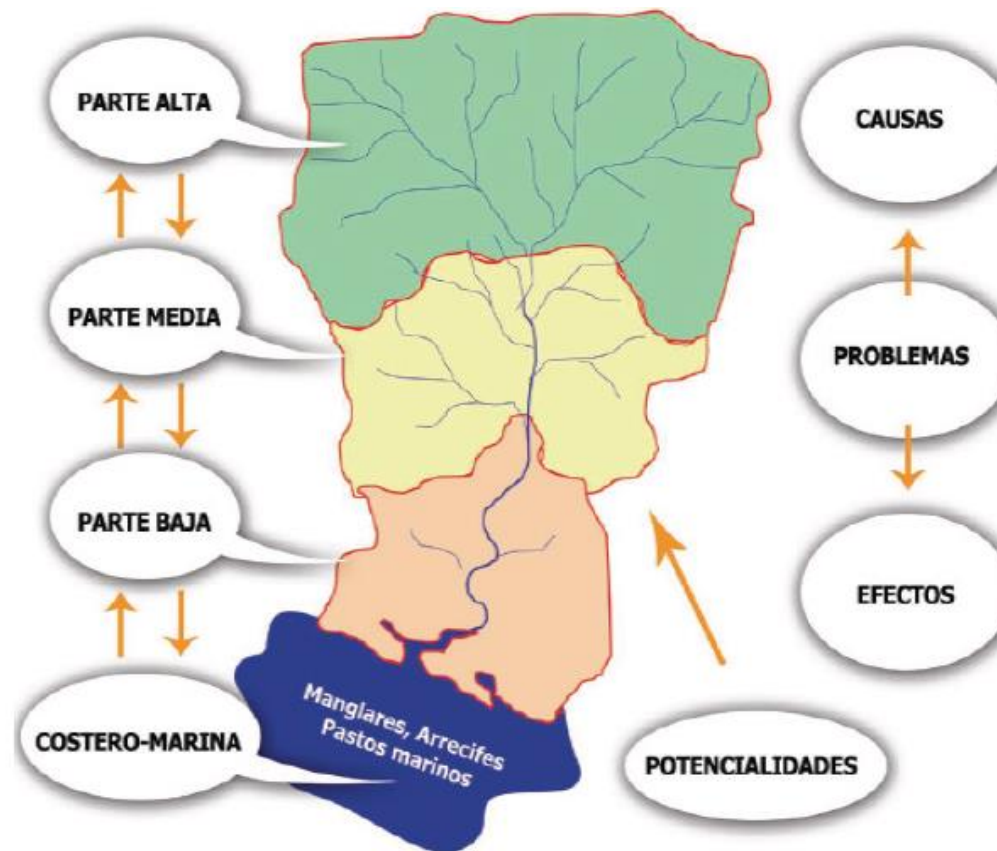
UTPL

a. Definiciones generales: Cuenca hidrográfica – *Conectividad tridimensional*



Una cuenca hidrográfica no puede entenderse sin considerar las interconexiones que la mantienen funcional. Drake y Hogan (2013) describen tres dimensiones esenciales de conectividad:

1. **Conectividad longitudinal:** Garantiza el flujo de agua, sedimentos y nutrientes desde las partes altas hacia las bajas, lo cual es crucial para procesos como la migración de especies acuáticas y el transporte de materia orgánica.
2. **Conectividad lateral:** Establece la relación entre el cauce y las llanuras de inundación. Durante las crecidas, esta conexión permite la distribución de sedimentos y nutrientes, promoviendo la fertilidad del suelo y el equilibrio ecológico de los ecosistemas ribereños.
3. **Conectividad vertical:** Relaciona las aguas superficiales con los acuíferos subterráneos, permitiendo procesos como la recarga de acuíferos y el mantenimiento de los flujos base durante épocas secas.



Visión de la cuenca como sistema con interacciones entre la parte alta, media y baja

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/11379/14687>

Gestión integrada de recursos hídricos en cuencas hidrográficas

a. **Análisis de caso:** Progreso sobre la GIRH: Referencia global para el indicador ODS 6
6.5.1: Grado de aplicación de la ordenación integrada de los recursos hídricos (0-100).

No.	Meta	Indicador
6.5	Para el 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles , incluyendo la cooperación transfronteriza según sea apropiado.	• Grado de implementación (0-100) de la gestión integrada de los recursos hídricos. • Proporción de la superficie de cuencas transfronterizas que dispone de un acuerdo operativo para la cooperación en materia de agua.



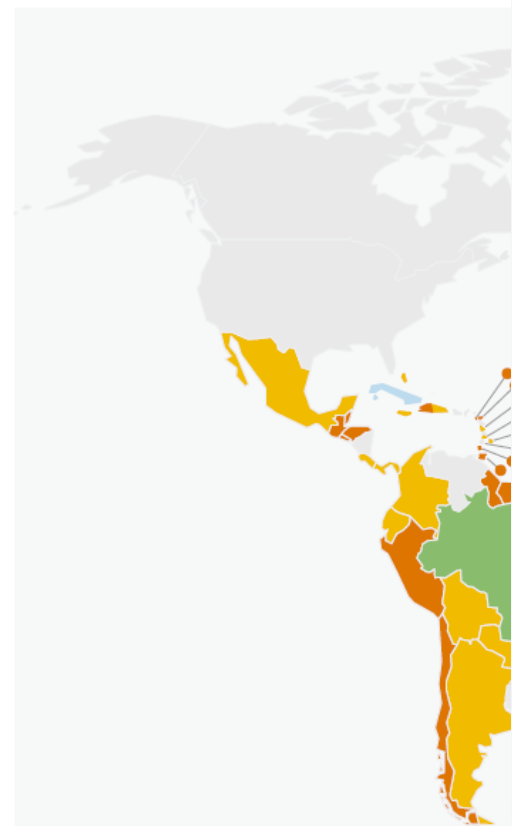
Reportes ONU - GIRH

UTPL

• Datos 2017

• Datos 2020

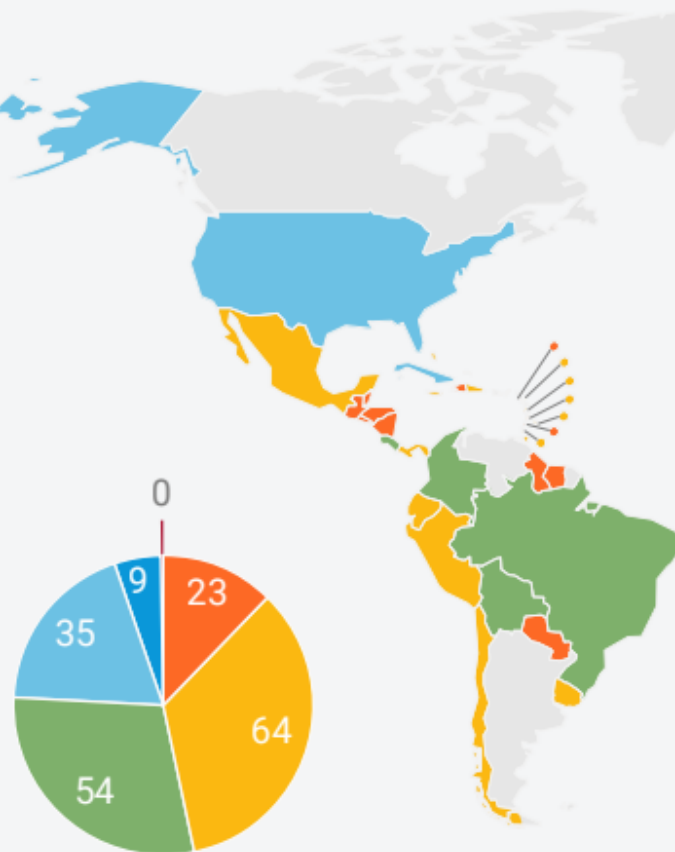
El objetivo global es alcanzar niveles de implementación “muy altos”. Los países pueden necesitar establecer metas nacionales específicas para impulsar la implementación hacia 2030.



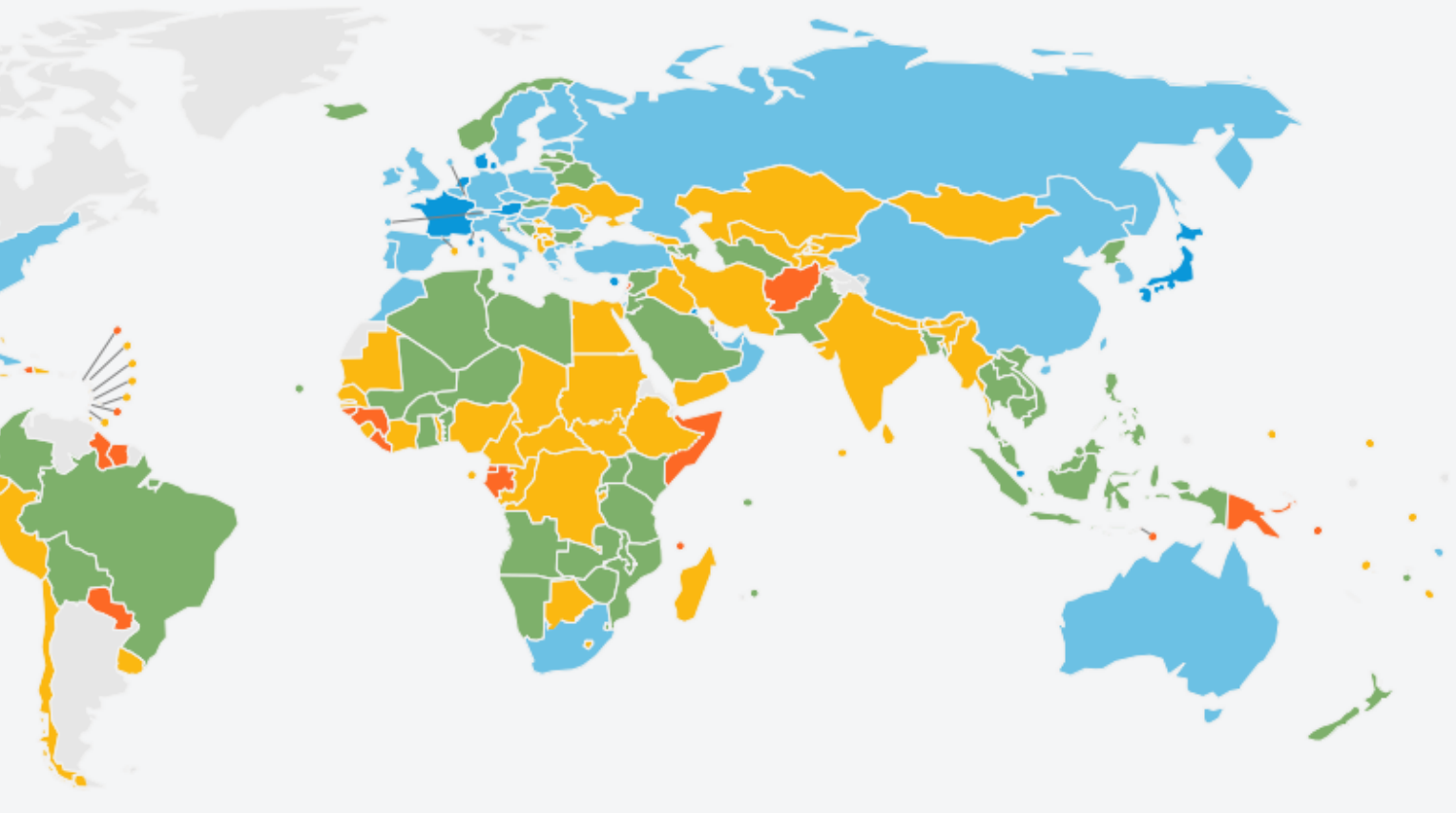
Implementación de GIRH Puntuación

Muy bajo	Bajo	Medio-bajo	Medio-alto	Alto	Muy alto
----------	------	------------	------------	------	----------

Implementación a nivel nacional



Número de países por nivel de implementación



Nivel de implementación de la GIRH en 2020 (Indicador 6.5.1 de los ODS)

Muy bajo	Bajo	Medio-bajo	Medio-alto	Alto	Muy alto	No hay datos
----------	------	------------	------------	------	----------	--------------



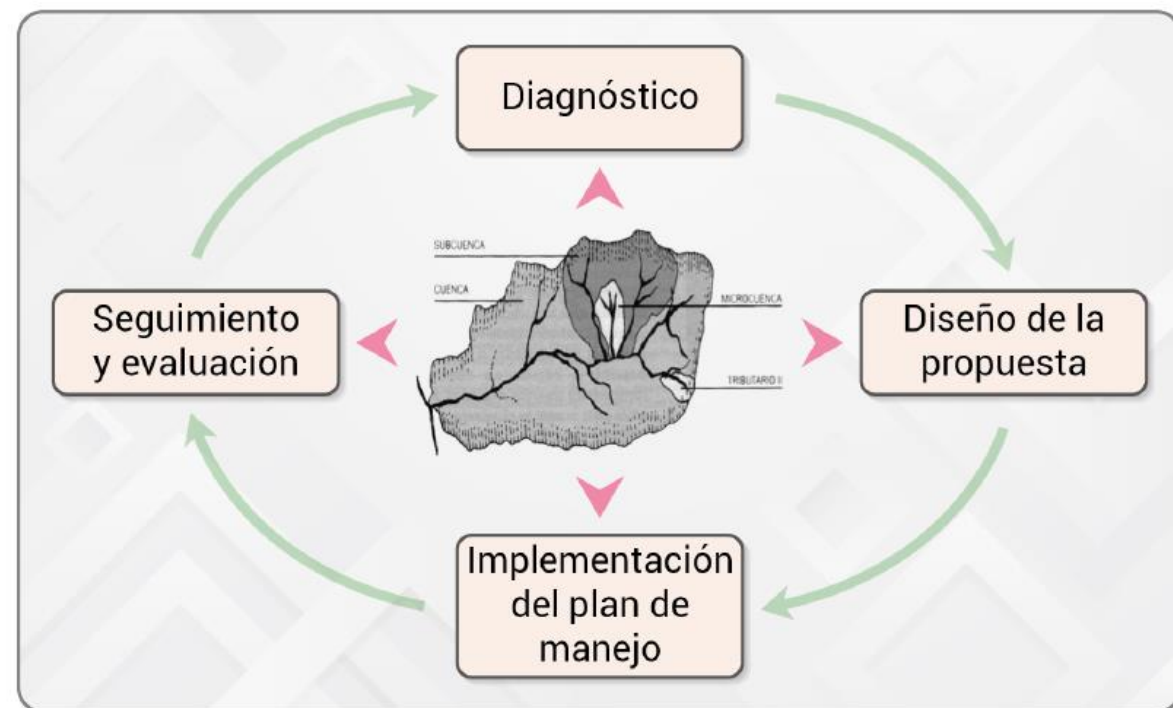
UTPL

b. GIRH en cuencas hidrográficas

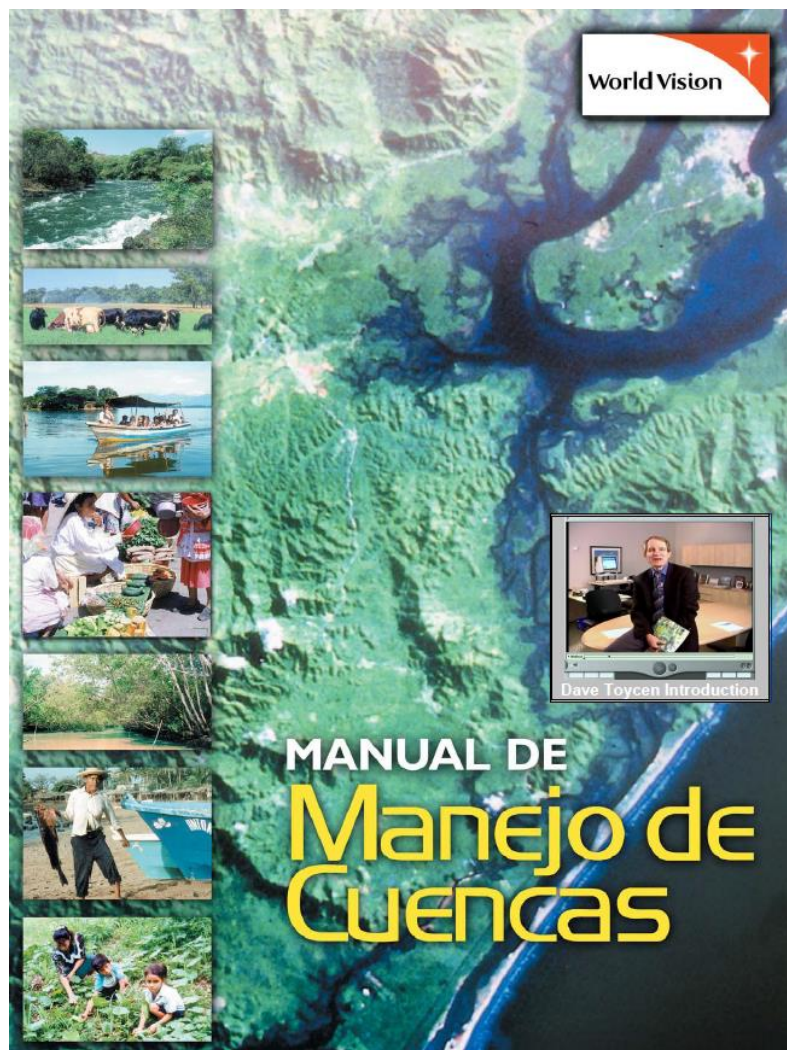


La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es un enfoque que busca el manejo coordinado de los recursos hídricos, la tierra y otros recursos relacionados. Su objetivo es maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas. 

Momentos de la planificación para el manejo y gestión de cuencas hidrográficas



b. GIRH en cuencas hidrográficas - Diagnóstico



Al hablar de enfoque sistémico, hacemos referencia al **análisis de cada uno de los factores** entre ellos: clima local, fisiografía, cobertura vegetal, uso de la tierra, suelos, material parental y topografía; que tienen incidencia en una cuenca hidrográfica, y que pueden provenir de distintas fuentes de consulta. Para hacer un diagnóstico, basados en el enfoque sistémico, tenemos dos componentes: 1. El inventario, y 2. La caracterización.

Módulo 4 Diagnóstico y Línea Base



UTPL

b. GIRH en cuencas hidrográficas – Principios GWP



Los principios de

1. El agua dulce es un **recurso** y mantener la vida, el desarrollo
2. El desarrollo y manejo del agua **participativo**, involucrando a de política a todo nivel.
3. La **mujer** juega un papel central en la protección del agua.
4. El agua es un **bien económico** y tiene un **valor económico** en todos sus usos competitivos y debe ser reconocido como un bien económico. (precio)





UTPL

b. GIRH en cuencas transfronterizas

ODS 6 – Meta 6.5. Indicador 6.5.2: Proporción de la superficie de cuencas transfronterizas que dispone de un acuerdo operativo para la cooperación en materia de agua.



El pasado 4 de junio de 2024 se llevó a cabo la
Hídricos de las 9 Cuencas Transfronterizas en
Relaciones Exteriores del Perú.

Luego de un exitoso proceso de negociaciones
conformación oficial de la Comisión Binacional
pilar sobre el cual se construye la cooperación



iucn.org/es/noticias/202406/la-comision-binacional-girh-ecuador-peru-fortalece-sus-mecanismos-de-cooperacion

NOTICIAS 20 JUN, 2024

La Comisión Binacional GIRH Ecuador – Perú fortalece sus mecanismos de cooperación bilateral

La Comisión para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de las 9 Cuencas Transfronterizas entre Ecuador y Perú, que busca avanzar en la buena gobernanza y gestión sostenible del agua compartida para garantizar la seguridad hídrica en la zona de frontera de ambos países, se reunió en Lima para el traspaso de la Presidencia Pro Tempore.



Riesgo 1 – C.Cl.

10-30-2023



11-01-2024



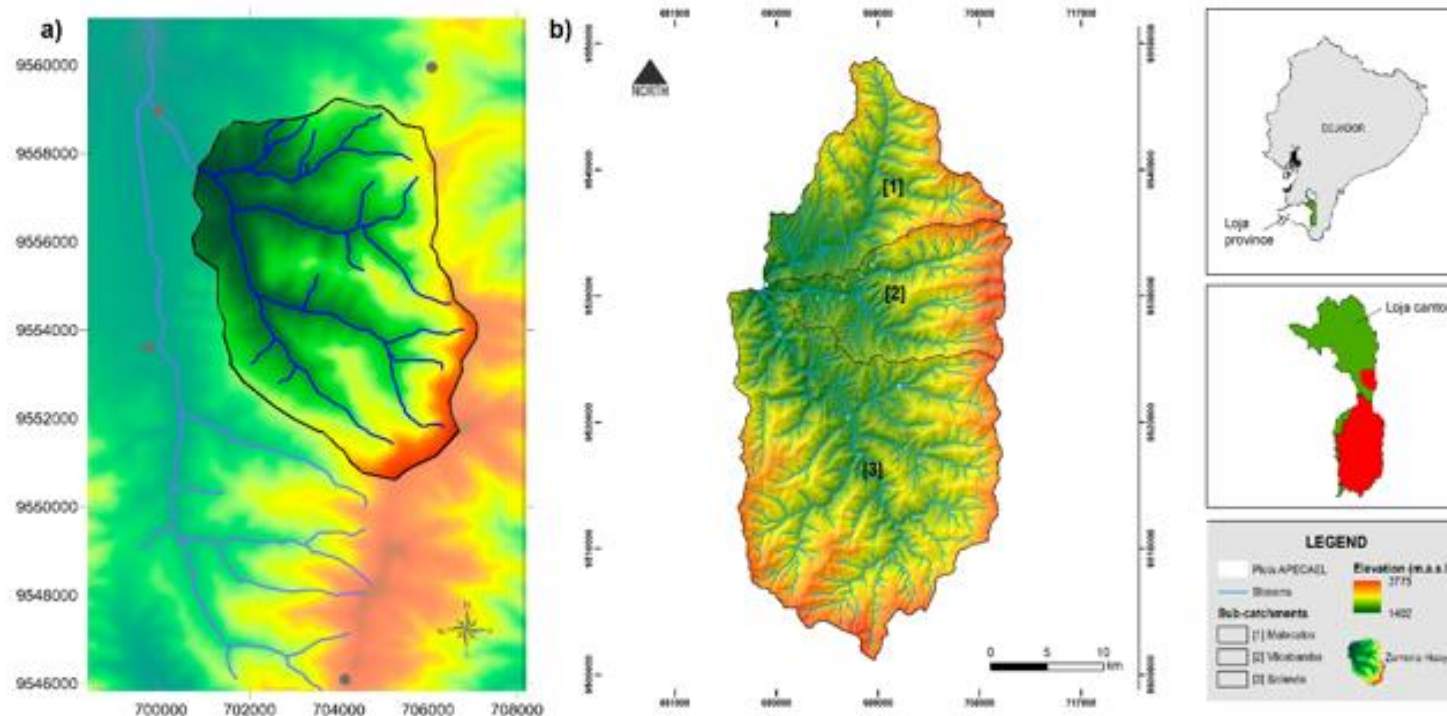


UTPL

c. Experiencias locales



Área de RBPC



a) Zamora Huayco

Área de amortiguamiento PNP, provee cerca del 50% del caudal...

b) Malacatos, Vilcabamba y Solanda

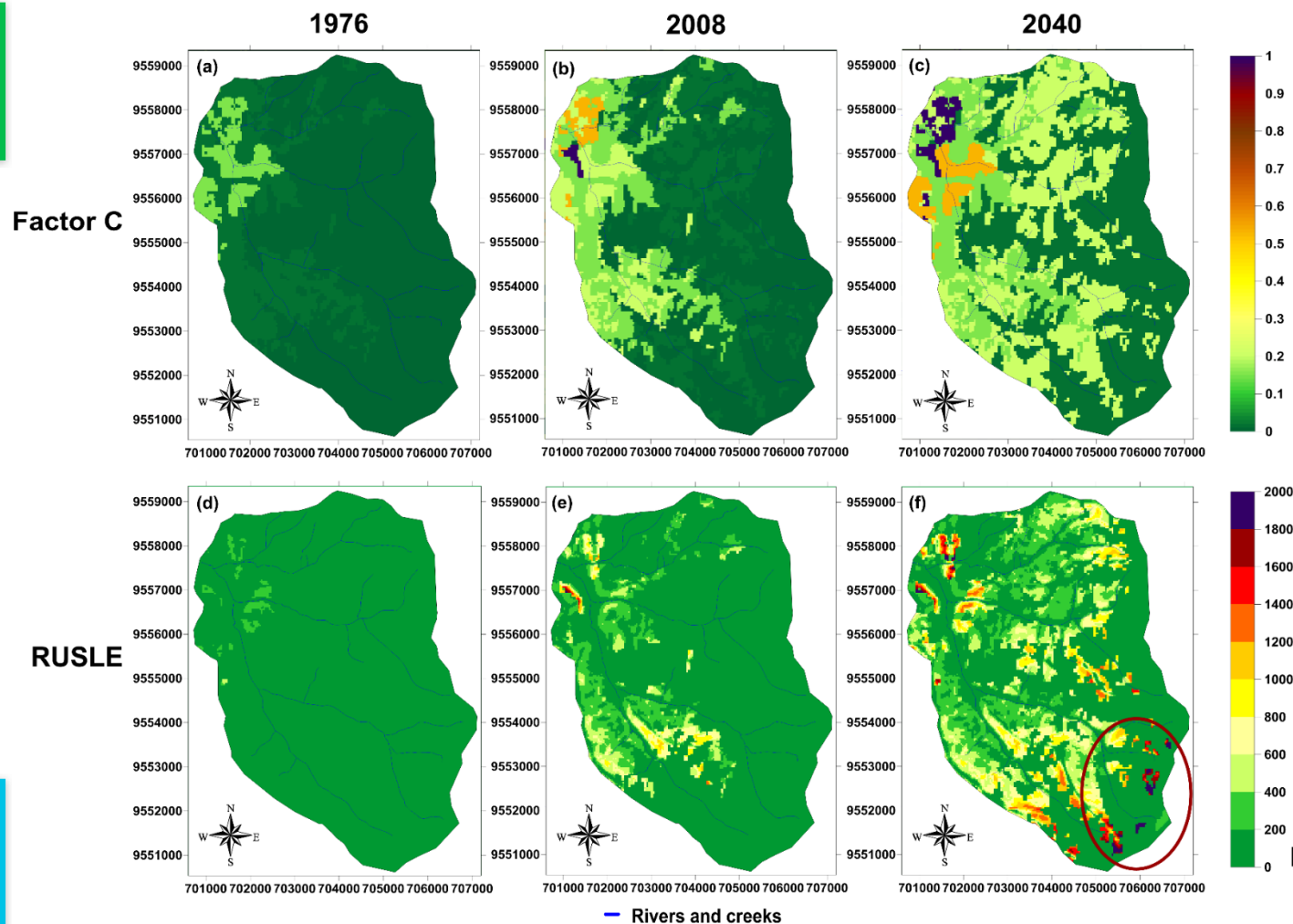
APECAEL (aprox. 70 familias)

Figura 1. Descripción del área de estudio: a) Zamora Huayco, y b) Cuencas delsur del cantón Loja.



UTPL

c. Experiencias locales a) Zamora Huayco, 2015



LAND DEGRADATION & DEVELOPMENT
Land Degrad. Develop. 26: 565–573 (2015)
Published online 14 May 2013 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/ldr.2219

SPATIAL ESTIMATION OF SOIL EROSION RISK BY LAND-COVER CHANGE IN THE ANDES OF SOUTHERN ECUADOR

Pablo Ochoa-Cueva^{1*}, Andreas Fries^{2,3}, Pilar Montesinos⁴, Juan A. Rodríguez-Díaz⁴, Jan Boll⁵

¹Departamento de Ciencias Agropecuarias y Alimentos, Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto shb, 1101608 Loja, Ecuador
²Unidad de Ingeniería Civil y Geología (UCG), Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto shb, 1101608 Loja, Ecuador
³LCRS, Faculty of Geography (FQG), University of Marburg, 35032 Marburg, Germany
⁴Department of Agronomy, University of Córdoba, Campus Rabanales, Edif. de Vinci, 14071 Córdoba, Spain
⁵Department of Biological and Agricultural Engineering, University of Idaho, Moscow, ID 83844-3006, USA

ABSTRACT

Ecuador has the highest deforestation rate in South America, causing large-scale soil erosion. Inter-Andean watersheds are especially affected by a rapid increase of the population leading to the conversion of large areas of montane forest into pasture and cropland. In this study, we estimate soil erosion risk in a small mixed land-use watershed in the southern Andes of Ecuador. Soil loss was estimated at a spatial resolution of 30 m, using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) where the RUSLE factors were estimated on the basis of limited public available data. Land-cover maps for 1976, 2008 and 2040 were created assuming increasing deforestation rates over the ensuing decades. Greater erosion rates are estimated for succession areas with agricultural cropland and pasture with maximum values of $936 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$, where slopes and precipitation amounts are the greatest. Under natural forest vegetation, the estimated soil erosion rates are negligible ($1\text{--}5$ to $40 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$) even at steep slopes and higher elevations where rainfall amounts and intensities are generally higher. When the entire watershed has undergone substantial deforestation in 2040, erosion values may reach $2,021 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$. Vegetation cover is the most important factor for potential soil erosion. Secondary factors are related to rainfall (*R*-factor) and topography (*LS* factors). Although the spatial predictions of potential soil erosion have only limited meaning for erosion risk, this method provides an important screening tool for land management and assessment of land-cover change. Copyright © 2013 John Wiley & Sons, Ltd.

KEYWORDS: soil erosion; RUSLE; land-cover change; future scenarios; C-factor; Ecuadorian Andes

INTRODUCTION

Human impacts such as deforestation and road and building construction increase the risk of soil erosion (Harden, 1988). These impacts cause accelerated reduction in soil fertility and increased sedimentation in rivers (De Koning *et al.*, 1999; Vanacker *et al.*, 2007). Replacing forests and other natural vegetation with pasture and cropland causes soil erosion in the world and in South America in particular (Mosandl *et al.*, 2008). In many parts of the world, however, the consequences of land-cover change are not well understood because of a lack of adequate spatial and temporal information about land degradation.

typically by slash and burn activities for vegetation clearance (Podwojewski *et al.*, 2002; Molina *et al.*, 2007), followed by establishing cropland and pasture. In deforested areas, unprotected soil experiences sealing or crusting, disturbance of soil structure and rain drop impact (splash erosion), leading to increased soil erosion potential, especially in steep terrain. This is a key problem for the management and conservation of soil in the 21st century.

Studies related to deforestation and its influence on land degradation, as well as knowledge about soil erosion, are extremely rare in Ecuador compared with other tropical countries (Schoorl *et al.*, 2006; Zehetner & Miller, 2006;

Deslizamientos

Los deslizamientos se producen cuando las laderas pierden estabilidad, a menudo como resultado de:

- Saturación de agua en el suelo
- Deforestación en pendientes pronunciadas
- Construcción en zonas inestables
- Eventos previos como incendios forestales

Estrategias de mitigación:

- Reforestación estratégica
- Creación de estructuras de control como barreras naturales
- Monitoreo continuo de áreas afectadas por incendios



"Los efectos de los incendios no terminan cuando se apagan las llamas. Pueden generar peligros naturales años después."— (Gómez-Gutiérrez et al., 2025)



b) Malacatos, Vilcabamba, Solanda

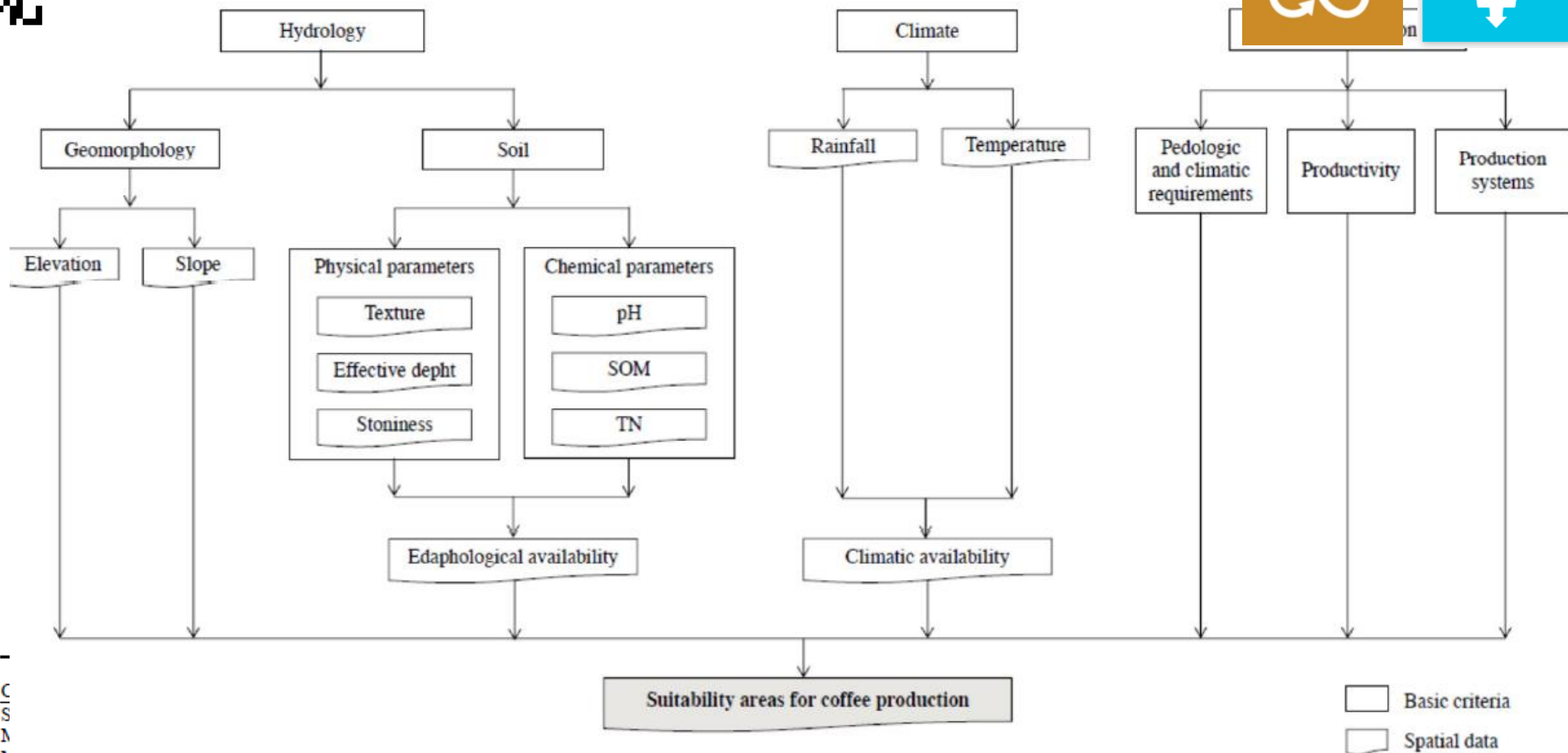
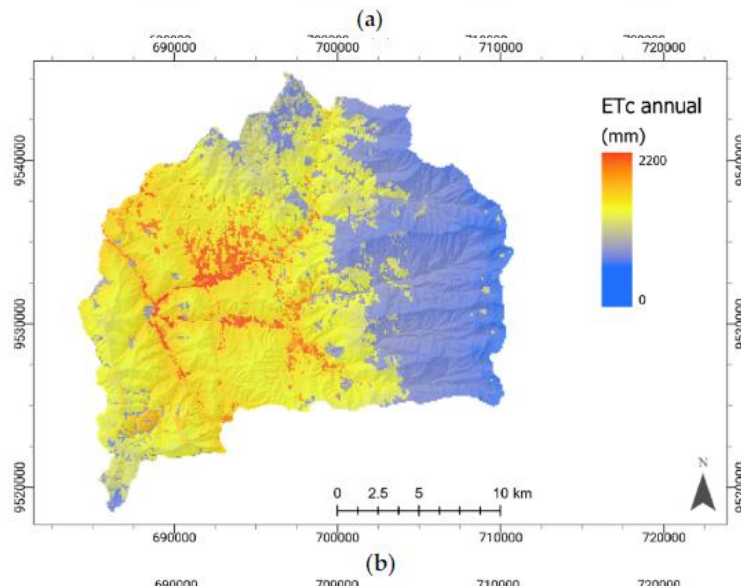
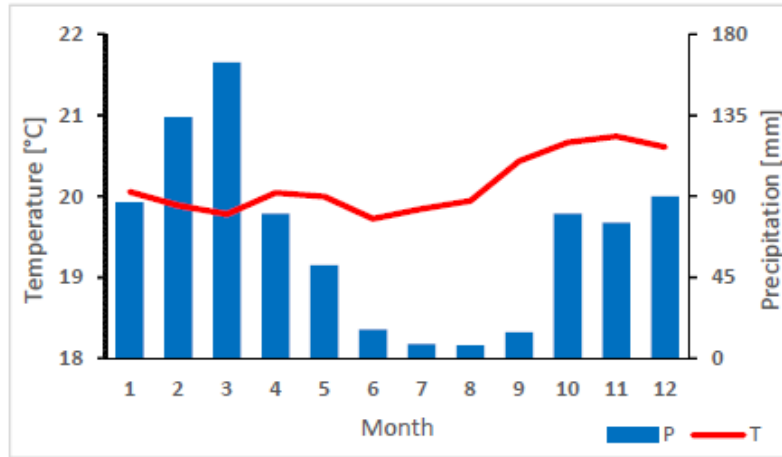


Figure 2. Flowchart of the methodology followed in the study.



c) Malacatos - Vilcabamba



Article

Water Balance and Soil Moisture Deficit of Different Vegetation Units under Semiarid Conditions in the Andes of Southern Ecuador

Andreas Fries ^{1,2,*}, Karen Silva ², Franz Pucha-Cofrep ^{1,3}, Fernando Oñate-Valdivieso ^{1,2} and Pablo Ochoa-Cueva ^{2,4}

¹ Department of Geology and Mine and Civil Engineering (DGMIC), Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto s/n, 1101608 Loja, Ecuador; fapucha@utpl.edu.ec (F.P.-C.); fronate@utpl.edu.ec (F.O.-V.)

² Master's in Water Resources, Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto s/n, 1101608 Loja, Ecuador; karenceins@hotmail.com (K.S.); paochoa@utpl.edu.ec (P.O.-C.)

³ Laboratory for Climatology and Remote Sensing (LCRS), Faculty of Geography, University of Marburg, Deutschhausstr. 10, 35032 Marburg, Germany

⁴ Department of Biological Science, Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto, 1101608 Loja, Ecuador

* Correspondence: aefries@utpl.edu.ec; Tel.: +593-072-370-1444 (ext. 3211)

Received: 9 January 2020; Accepted: 4 February 2020; Published: 8 February 2020

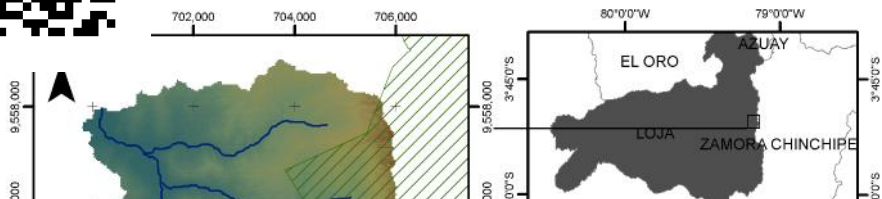


Abstract: Water availability in semiarid regions is endangered, which is not only due to changing climate conditions, but also to anthropogenic land use changes. The present study analyzed the annual and monthly water balance (Wb) and the soil moisture deficit (Ds) for different vegetation units under semiarid conditions in the Andes of southern Ecuador, based on limited meteorological station data and field measurements (soil samples). To calculate crop evapotranspiration (ETc) the Blaney–Criddle method was applied, and the specific crop factor (Kc) included, because only temperature (T) and precipitation (P) data were available. By means of the soil samples the water retention capacity (RC) of the different soil types present in the study area were estimated, which, in combination with Wb , provided reliable results respective to water surpluses or deficits for the different vegetation units. The results indicated highest Ds for cultivated areas, particularly for

Fries, A.; Silva, K.; Pucha-Cofrep, F.; Oñate-Valdivieso, F.; Ochoa-Cueva, P. (2020). Water Balance and Soil Moisture Deficit of Different Vegetation Units under Semiarid Conditions in the Andes of Southern Ecuador. *Climate*, 8, 30.



d) Zamora Huayco, 2021-2022



Article

Table II. Maximum and minimum soil parameters (0–20 cm) of 38 points to calculate the *K*-factor

	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	VFS (%)	OM (%)	Permeability parameter ^a	Structural parameter ^a	<i>K</i> -Factor calculated	Slope (%)
Minimum	7	16	49	4.5	1.3	2	1	0.025	10
Maximum	25	30	78	22.6	8.6	5	3	0.054	115

VFS, very fine sand; OM, organic matter.
^aCoded values with the Wischmeier nomograph.

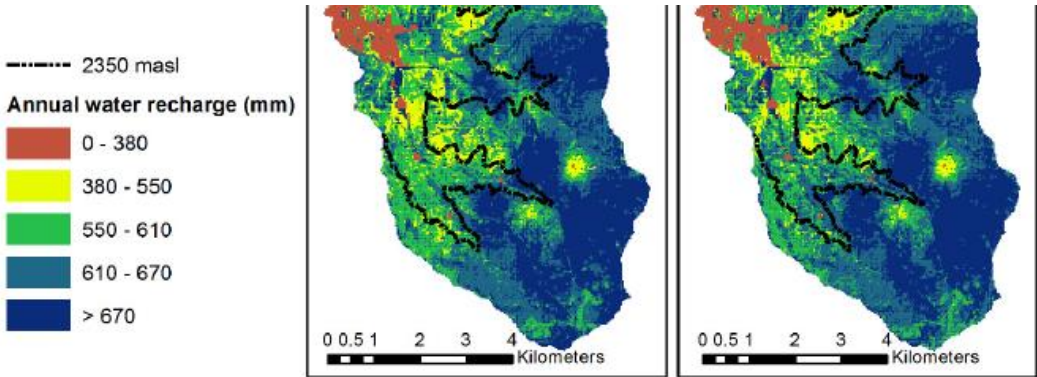


Figure 4. Multi-year average hydric recharge for (a) LULC scenario (1) and (b) LULC scenario (2).

Oñate-Valdivieso, F.; Massa-Sánchez, P.; Ochoa-Cueva, P. Establishment of the Baseline for the IWRM in the Ecuadorian Andean Basins: Land Use Change, Water Recharge, Meteorological Forecast and Hydrological Modeling. *Land* 2021, 10, 513. <https://doi.org/10.3390/land10050513>

Academic Editor: Antonio Novelli

Flash floods were estimated using lumped models, concatenating the information to HEC RAS. Water availability was estimated with a semi-distributed hydrological model (SWAT). Precipitation and temperature data were forecasted using autoregressive and exponential smoothing models. Under the forecast, forest and shrub covers show a growth of 6.6%, water recharge projects an increase of 7.16%. Flood flows suffer a reduction of up to 16.54%, and the flow regime with a 90% of probability of exceedance is 1.85% (7.72 l/s) higher for 2029 than for the 2019 scenario, so an improvement in flow regulation is evident. Forecasts show an increase in average temperature of 0.11 °C and 15.63% in extreme rainfall by 2029. Therefore, intervention strategies in Andean basins should be supported by prospective studies that use these key variables of the system for an integrated management of water resources.

Mera-Parra, C.; Massa-Sánchez, P.; Oñate-Valdivieso, F.; Ochoa-Cueva, P. Territorial Prospective to Sustainability: Strategies for Future Successful of Water Resource Management on Andean Basins. *Land* 2022, 11, 1100.

Inundaciones

Las inundaciones ocurren cuando el caudal de los ríos excede la capacidad de sus cauces naturales, fenómeno agravado por:

- Urbanización y reducción de la capacidad de infiltración
- Pérdida de vegetación en zonas altas de la cuenca
- Acumulación de sedimentos en los cauces
- Conectividad hidrológica alterada por eventos como incendios



Estrategias de mitigación:

- Restauración de humedales
- Reforestación de áreas riparias
- Implementación de terrazas agrícolas
- Estructuras de control de caudales



Article

River Discharge Simulation in the High Andes of Southern Ecuador Using High-Resolution Radar Observations and Meteorological Station Data

Diego Mejía-Veintimilla ^{1,2}, Pablo Ochoa-Cueva ^{2,3}, Natalia Samaniego-Rojas ⁴, Ricardo Félix ¹, Juan Arteaga ², Patricio Crespo ⁵, Fernando Oñate-Valdivieso ^{2,6} and Andreas Fries ^{2,6,*}

¹ INAMHI-Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Quito 170507, Ecuador; dmejia@inamhi.gob.ec (D.M.-V.); rfelix@inamhi.gob.ec (R.F.)

² Master's Program in Water Resources, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), San Cayetano Alto s/n, Loja 1101608, Ecuador; paochoa@utpl.edu.ec (P.O.-C.); jgarteaga@utpl.edu.ec (J.A.); fronate@utpl.edu.ec (F.O.-V.)

³ Department of Biological Sciences, Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto s/n, Loja 1101608, Ecuador

⁴ Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja (UNL), Avenida Pio Jaramillo Alvarado s/n, Sector La Argelia, Loja 1101608, Ecuador; natalia.samaniego@unl.edu.ec

⁵ Departamento de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias Agropecuarias, University of Cuenca, Av. 12 de abril, Cuenca EC010105, Ecuador; patricio.crespo@ucuenca.edu.ec

⁶ Department of Geology, Mine and Civil Engineering (DGMIC), Section Water Resources, Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto s/n, Loja 1101608, Ecuador

* Correspondence: aefries@utpl.edu.ec; Tel.: +593-072-370-1444 (ext. 3211)

Received: 10 September 2019; Accepted: 21 November 2019; Published: 27 November 2019



Abstract: The prediction of river discharge using hydrological models (HMs) is of utmost importance, especially in basins that provide drinking water or serve as recreation areas, to mitigate damage to civil structures and to prevent the loss of human lives. Therefore, different HMs must be tested to determine their accuracy and usefulness as early warning tools, especially for extreme precipitation events. This study simulated the river discharge in an Andean watershed, for which the distributed HM Runoff Prediction Model (RPM) and the semi-distributed HM Hydrologic Modelling System (HEC-HMS) were applied. As precipitation input data for the RPM model, high-resolution radar observations were used, whereas the HEC-HMS model used the available meteorological station



Article

Evaluation of the Hydrological Response to Land Use Change Scenarios in Urban and Non-Urban Mountain Basins in Ecuador

Diego Mejía-Veintimilla ^{1,2}, Pablo Ochoa-Cueva ^{1,3} and Juan Arteaga-Marín ^{1,4,*}

¹ Maestría en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), París s/n y Praga, Loja 110108, Ecuador; dgmejia2@utpl.edu.ec (D.M.-V.); paochoa@utpl.edu.ec (P.O.-C.)

² ECUACORRIENTE S.A.—ECSA, Campamento Mirador, Tundayme 190653, Ecuador

³ Department of Biological and Agricultural Sciences, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), París s/n y Praga, Loja 110108, Ecuador

⁴ UNESCO Chair on Sustainable Development, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), París s/n y Praga, Loja 110108, Ecuador

* Correspondence: jgarteaga@utpl.edu.ec

Abstract: Land cover is a crucial factor in controlling rainfall-runoff processes in mountain basins. However, various anthropogenic activities, such as converting natural vegetation to agricultural or urban areas, can affect this cover, thereby increasing the risk of flooding in cities. This study evaluates the hydrological behavior of two mountain basins in Loja, Ecuador, under varying land use scenarios. El Carmen small basin (B1), located outside the urban perimeter, and Las Pavas small basin (B2), within the urban area, were modeled using HEC-HMS 4.3 software. The results highlight the significant influence of vegetation degradation and restoration on hydrological processes. In degraded vegetation scenarios, peak flows increase due to reduced soil infiltration capacity, while baseflows decrease. Conversely, the conserved and restored vegetation scenarios show lower peak flows and higher baseflows, which are attributed to enhanced evapotranspiration, interception, and soil water storage. The study underscores the importance of ecosystem management and restoration in mitigating extreme hydrological events and improving water resilience. These findings provide a foundation for decision-making in urban planning and basin management, emphasizing the need for comprehensive and multidisciplinary approaches to develop effective public policies.

Keywords: land use change; hydrological modeling; HEC-HMS; urban sprawl; natural forest; mountain basins



Citation: Mejía-Veintimilla, D.; Ochoa-Cueva, P.; Arteaga-Marín, J. Evaluation of the Hydrological Response to Land Use Change Scenarios in Urban and Non-Urban Mountain Basins in Ecuador. *Land*



Calidad Ecológica de las Cuencas Abastecedoras de Agua en la Ciudad de Loja – Ecuador

Martínez, Fabiola^{1*} ; Prieto, Cristhian¹ ; Martínez, Paulina¹ ; Ochoa, Pablo² 

¹Instituto Superior Tecnológico Sudamericano (ISTS), Tecnología Superior en Desarrollo Ambiental, Loja, Ecuador

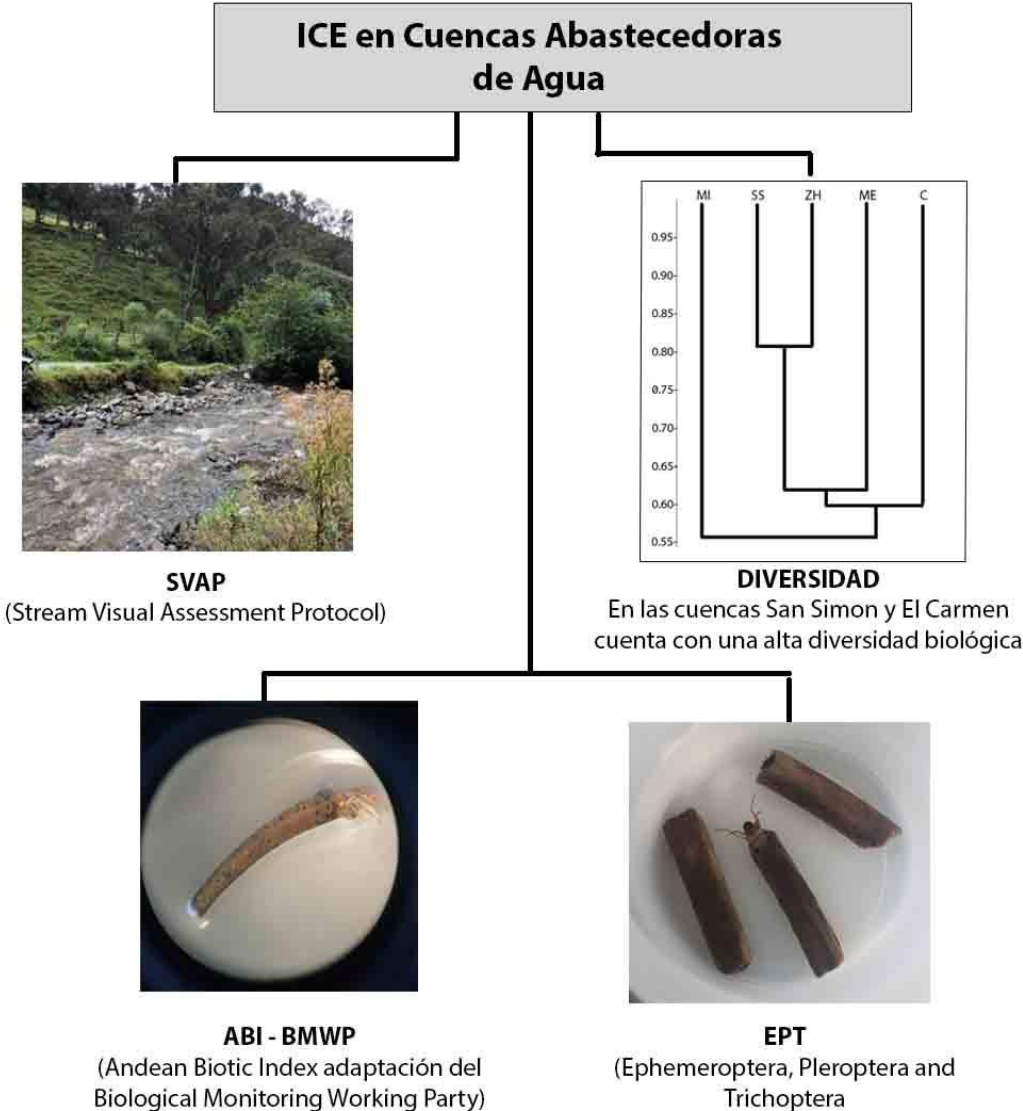
²Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Loja, Ecuador

Resumen: La calidad del agua superficial en cuencas con baja oferta y alta demanda de este recurso, debe evaluarse principalmente en países en desarrollo. Sin embargo, por la disponibilidad de recursos, únicamente se ha venido considerando a los parámetros físicoquímicos para hacerlo, por lo que el relacionar elementos bióticos y abióticos permitirá conocer el estado ecológico, como una lectura más integral de la salud o calidad del ecosistema acuático. Por ello, el objetivo de este estudio fue estimar la calidad ecológica en microcuencas con diverso estado de conservación del suelo y que abastecen con agua para su potabilización en la ciudad de Loja al Sur del Ecuador. Para ello, fueron usados diversos índices bióticos, partiendo desde los más comunes como los índices de diversidad, el índice ABI (Andean Biotic Index) basado en el BMWP (Biological Monitoring Working Party), el EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera); y el índice de calidad de hábitat SVAP (Stream Visual Assessment Protocol). Los resultados de estos índices ubican a las tres microcuencas que abastecen actualmente de agua (San Simón, El Carmen y Mendieta) con buena calidad; sin embargo, no se deben descuidar sus condiciones de uso, manejo y conservación. Para las dos microcuencas restantes, se estimó una calidad de agua dudosa debido al impacto de ciertas actividades antrópicas que se presentan en ellas. Por esta razón, usar el índice de calidad ecológica (ICE) en cuencas abastecedoras de agua, puede ser muy útil para la gestión integral de cuencas, el ordenamiento territorial, o generar normativa por parte de los gobiernos autónomos descentralizados (GAD) con una visión más holística y prospectiva.

Palabras clave: Calidad del agua, macroinvertebrados, ABI-BMWP, EPT, SVAP, ICE

Ecological Quality of the Water Supply Basins in the City of Loja – Ecuador

Abstract: The quality of surface water in basins with low supply and high demand for this resource must be evaluated, mainly in developing countries. However, due to the availability of resources, only the physicochemical parameters have been considered to do it, in order that relating biotic and abiotic elements will allow knowing the ecological status, as a more comprehensive reading of the health or quality of the aquatic ecosystem. Therefore, the objective of this study was to estimate the ecological quality in micro-basins with different soil conservation status and that supply water for its purification in the city of Loja in southern Ecuador. For this, various biotic indices were used, starting from the most common as diversity indices, the ABI (Andean Biotic Index) based on the BMWP (Biological Monitoring Working Party), the EPT (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera); and the habitat quality index SVAP (Stream Visual Assessment Protocol). The results of these indices place the three micro-basins that currently supply water (San Simón, El Carmen and Mendieta), with good quality; however, their conditions of use, management and conservation should not be neglected. For the two remaining micro-basins





UTPL



GRACIAS



paochoa@utpl.edu.ec



CLIMATE CHANGE, ADAPTATION AND RESILIENCE

LOCAL CONTEXT – SOUTHERN ECUADOR

Santiago Núñez Mejía



**UNESCO Amazon Water
Resilience Challenge 2025**

Desafío de resiliencia hídrica de la Amazonía



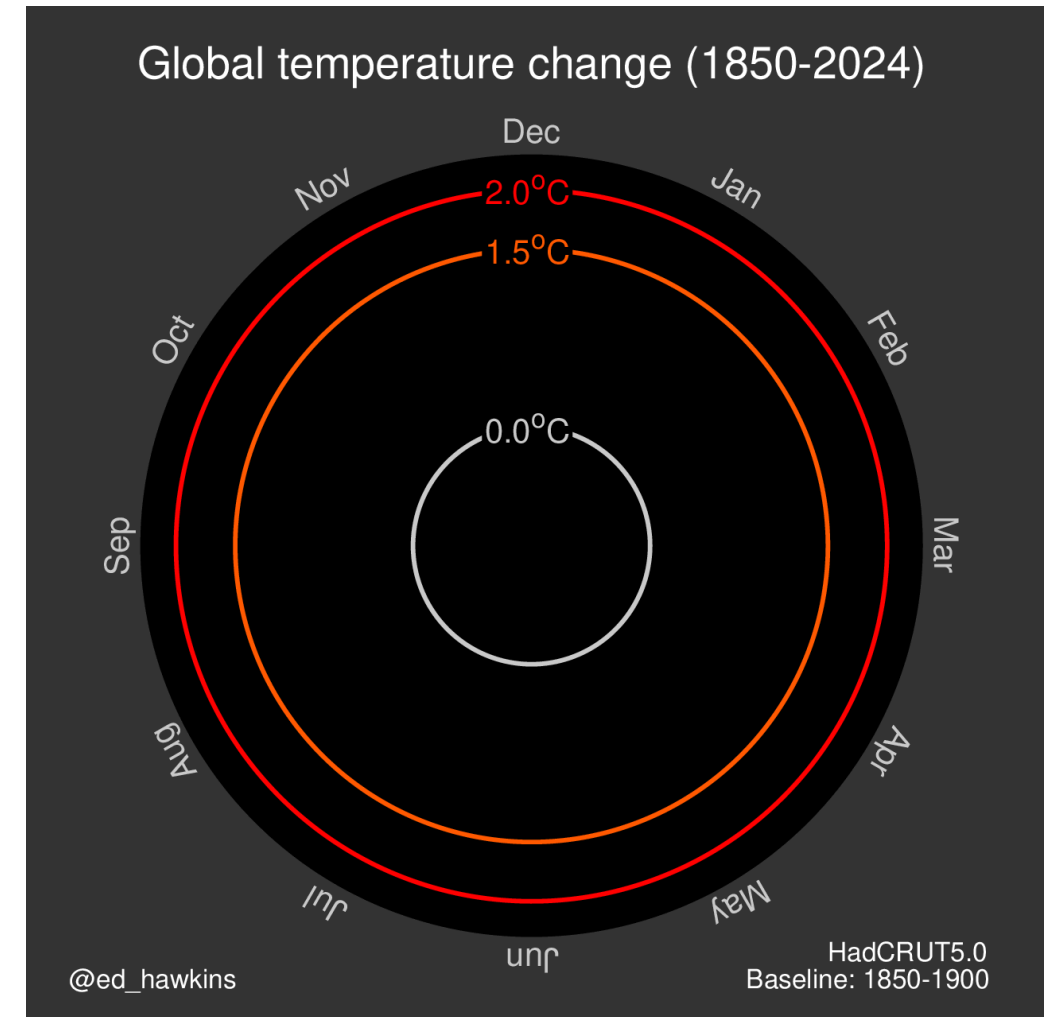
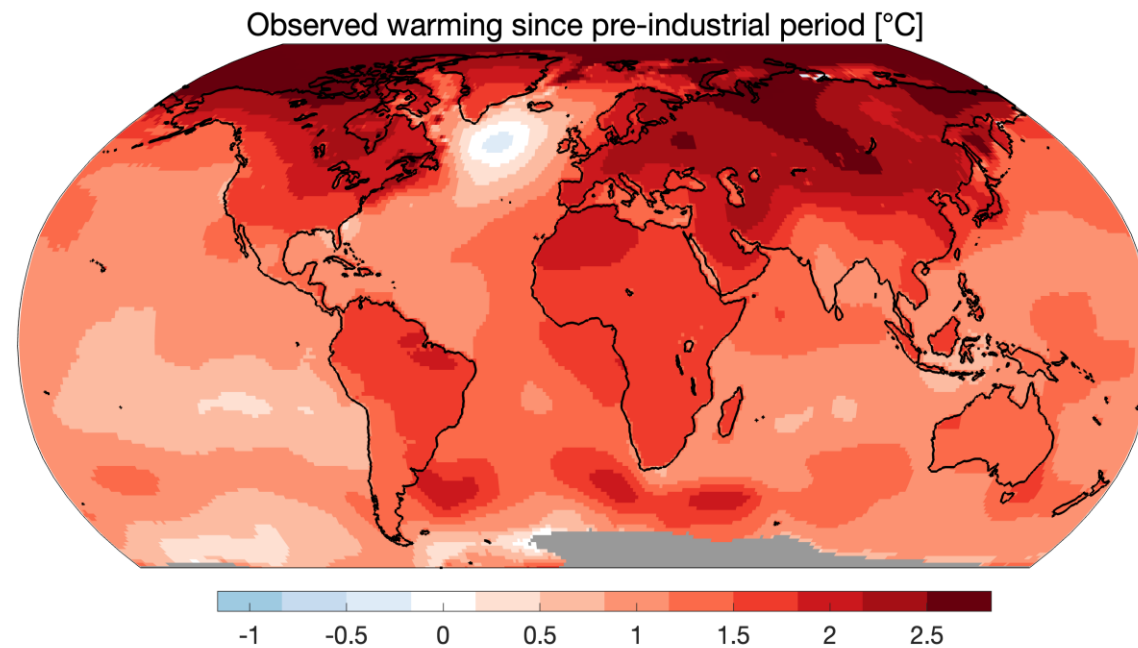


Fotos Santiago Núñez

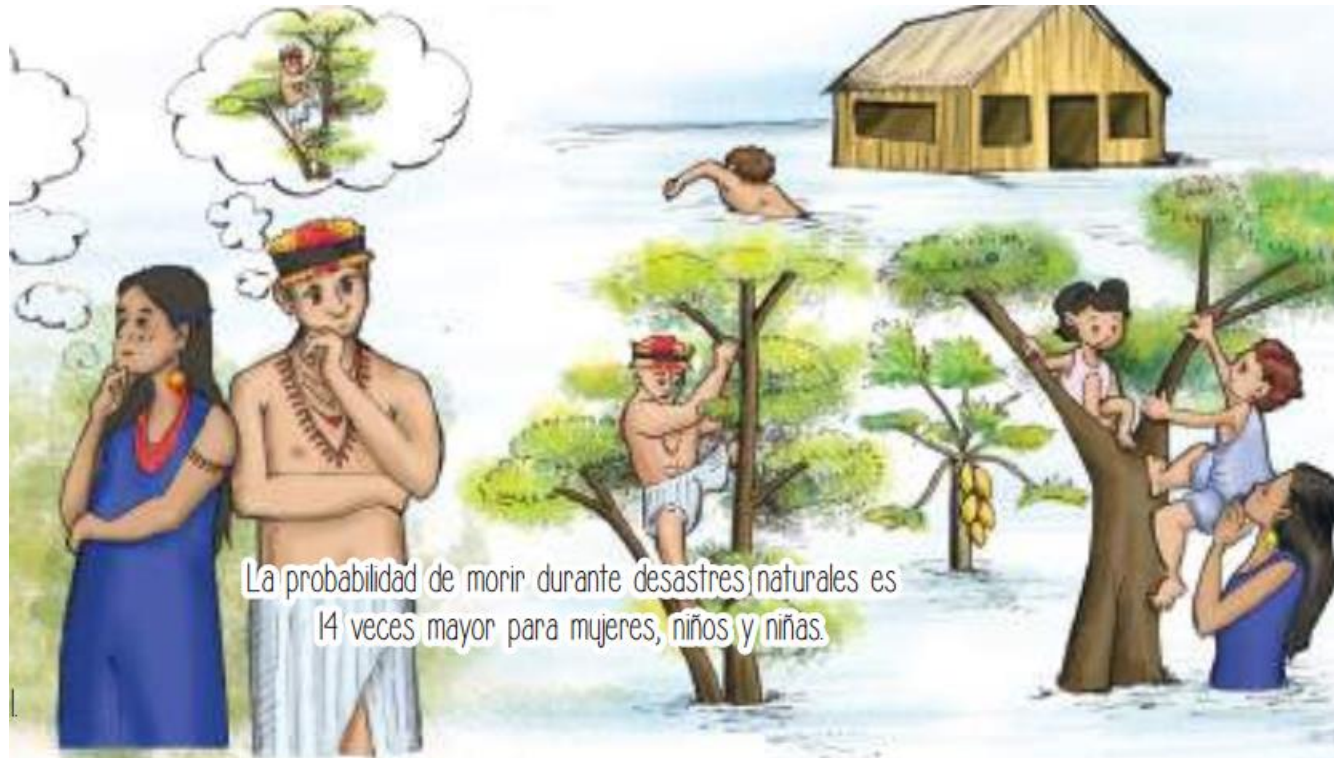


El contexto local

El calentamiento global no es uniforme



Los impactos son diferenciados



Solo alrededor del 17,8% de la tierra es propiedad de la mujer, tanto en el campo como en la ciudad.

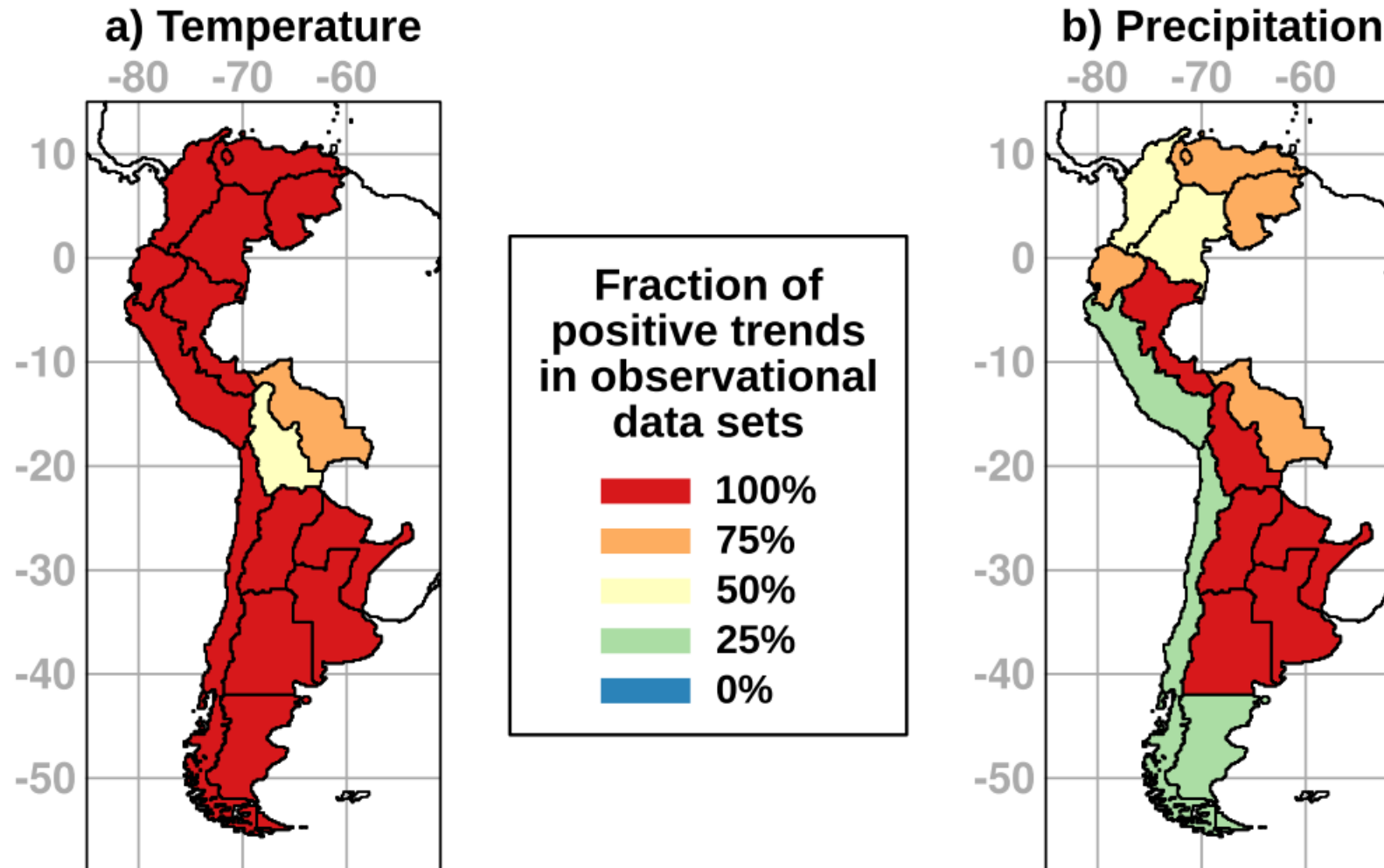


El 80% de personas desplazadas en desastres climáticos, son mujeres.

Las tareas de cuidado ponen a las mujeres en una situación de mayor vulnerabilidad frente a riesgos climáticos.

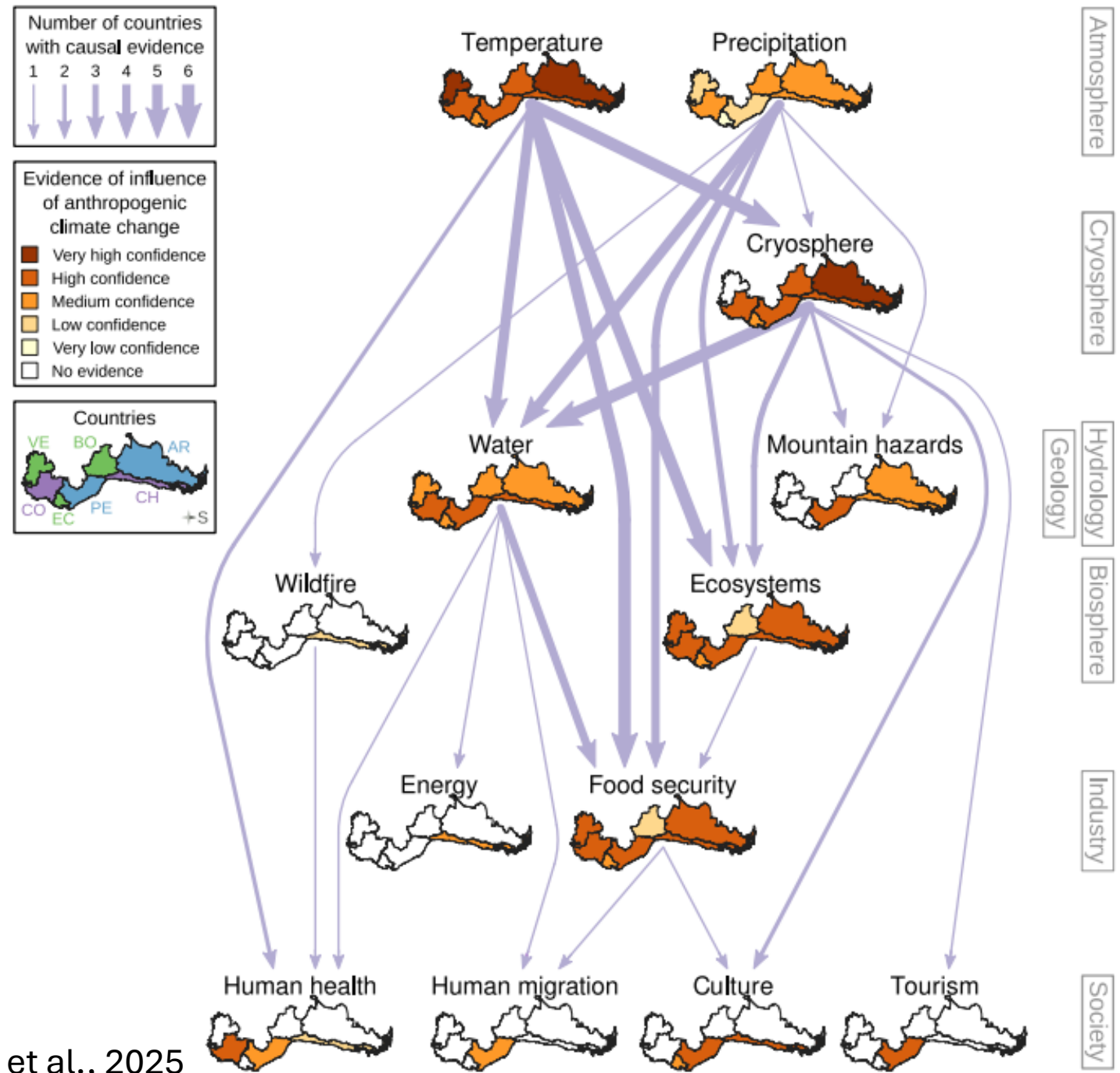


Las tendencias son claras en los andes

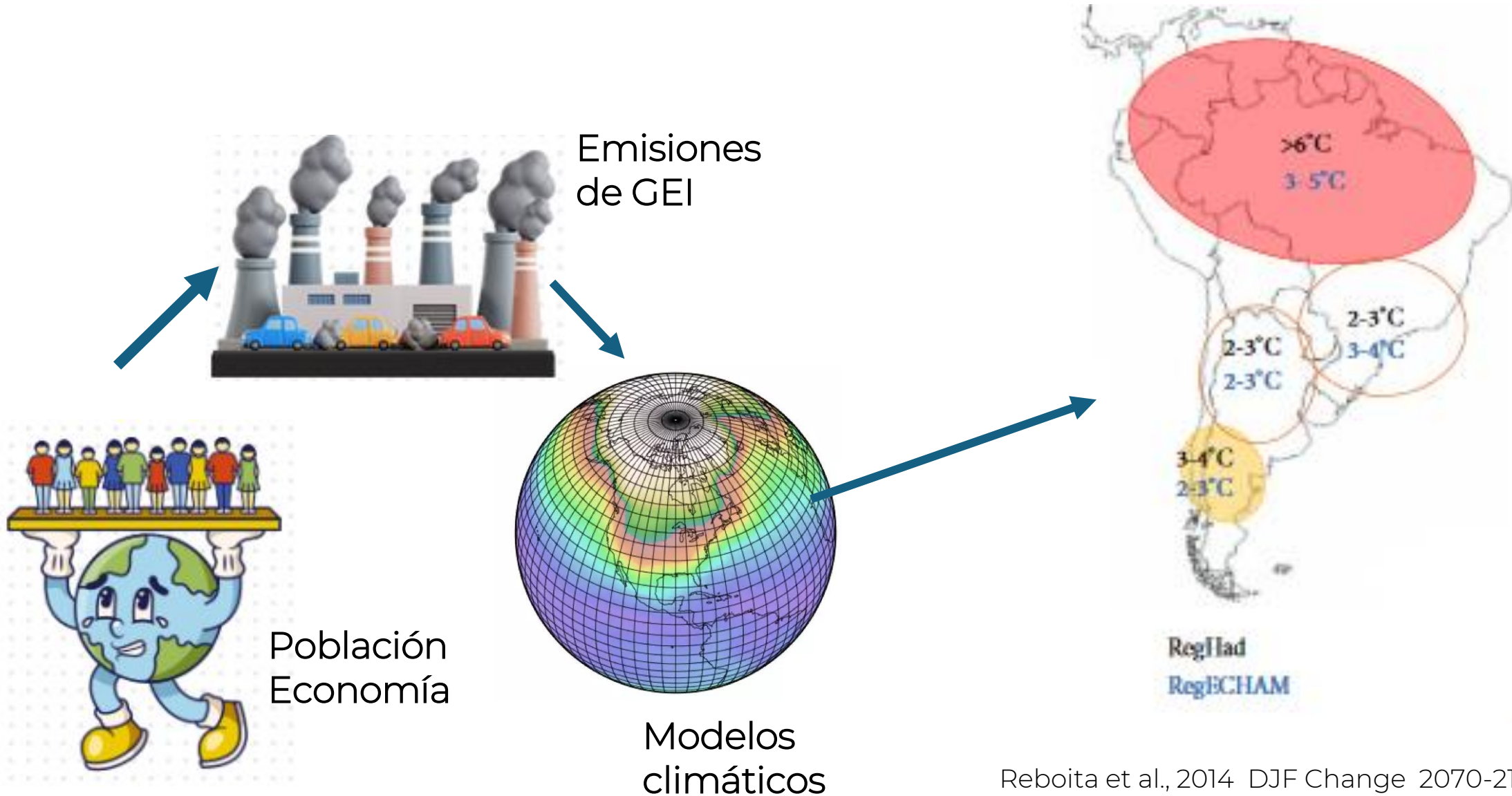


No es solamente temperatura y precipitación

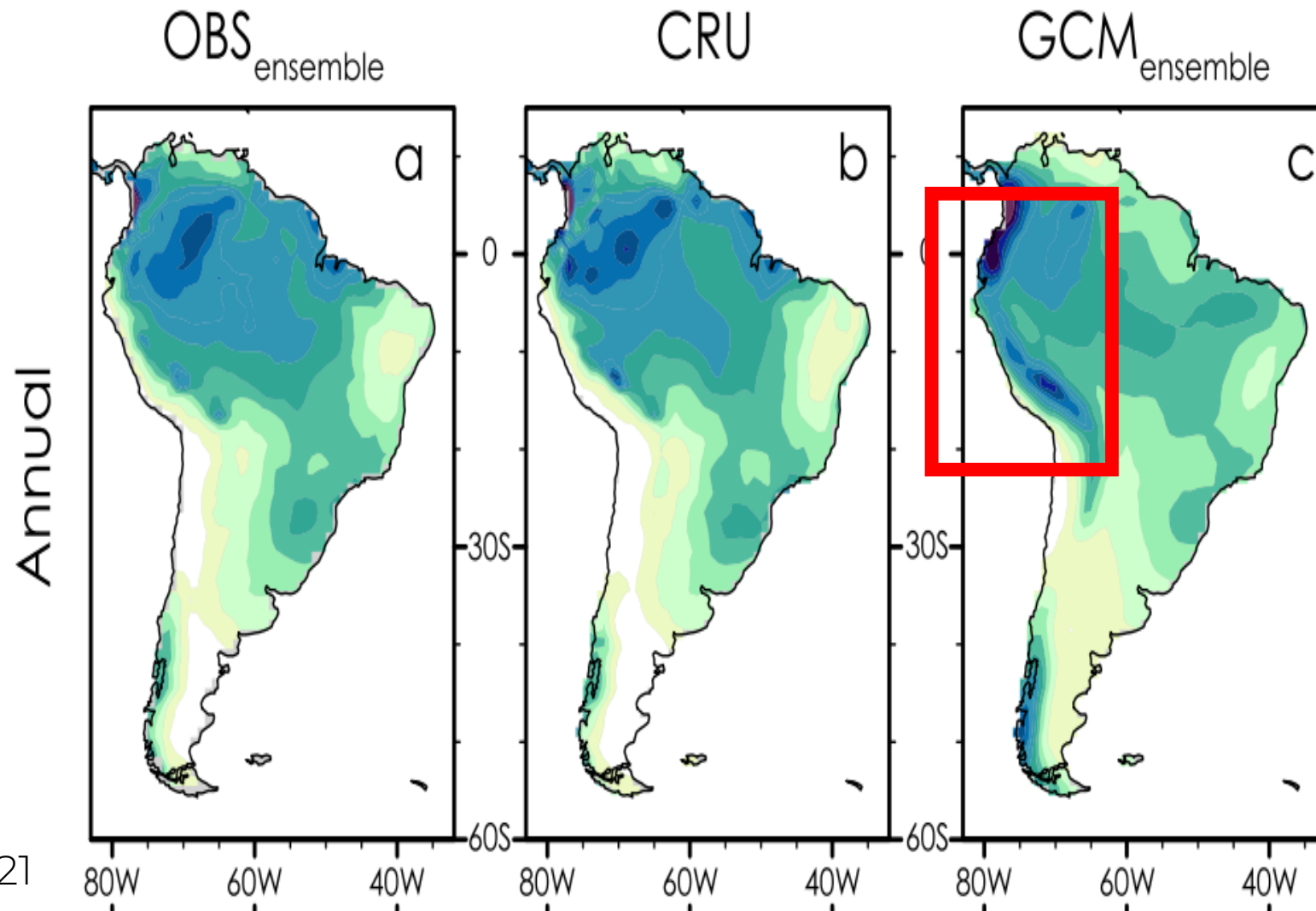
- Pensar en las cadenas de impacto, con las consecuencias hidrológicas, ambientales, industriales, sociales, económicas, culturales.



Las proyecciones futuras consideran más que modelos

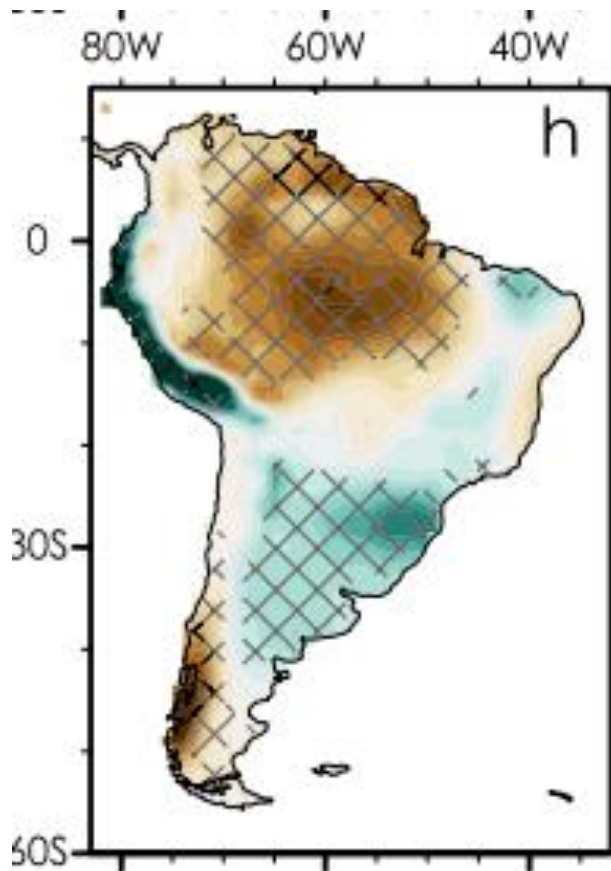


En los Andes y transición, los modelos sobreestiman las lluvias y tienen sesgo frío



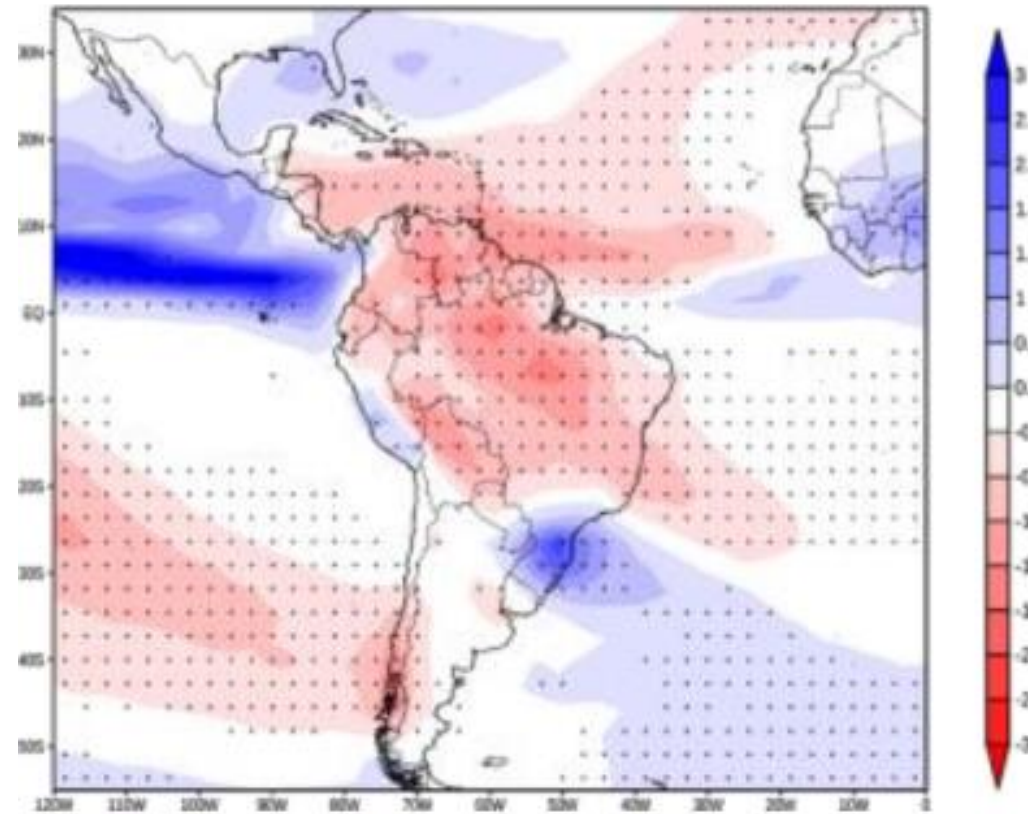
Andes no tienen señal robusta, pero hay patrones

SSP5-8.5 2080-2099 O-M



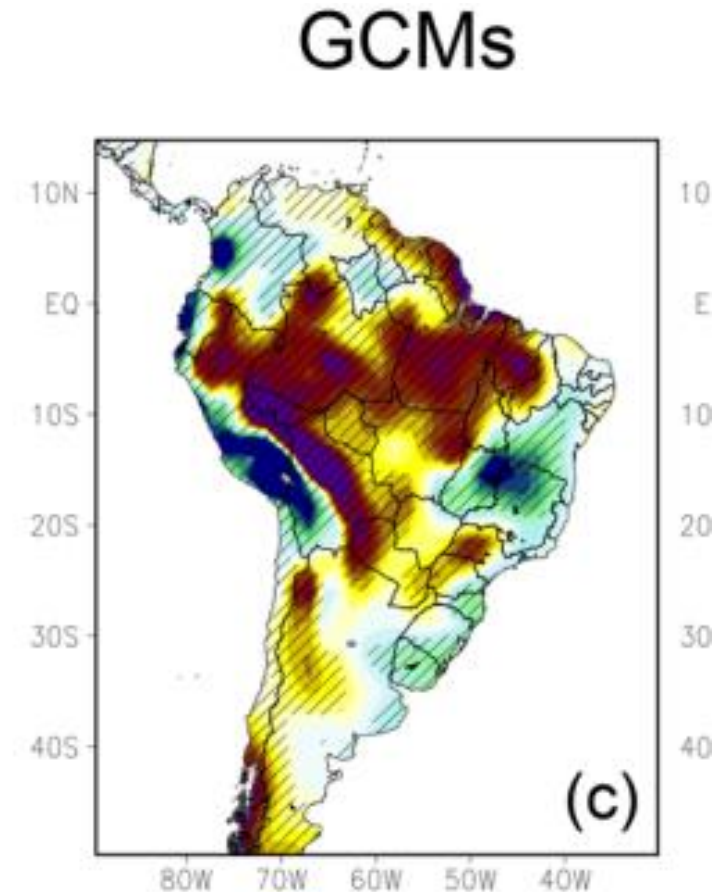
Almazroui et al., 2021

RCP8.5 2071-2100 SON



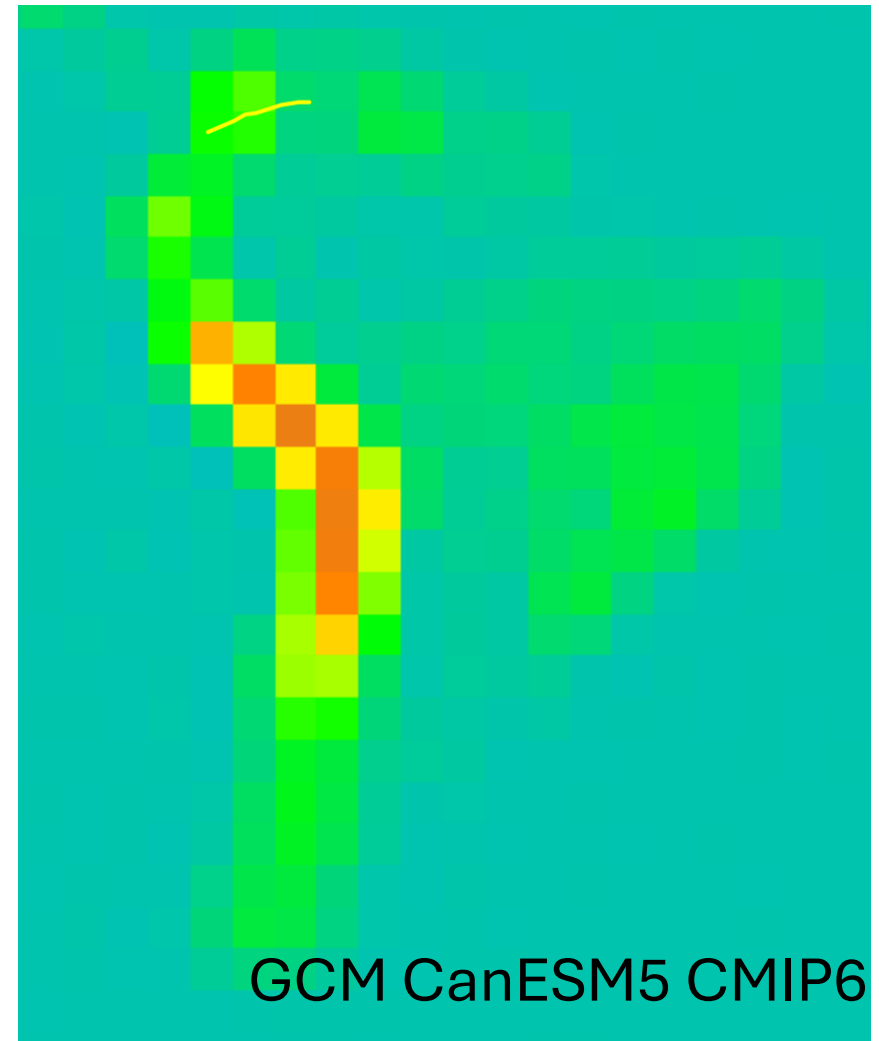
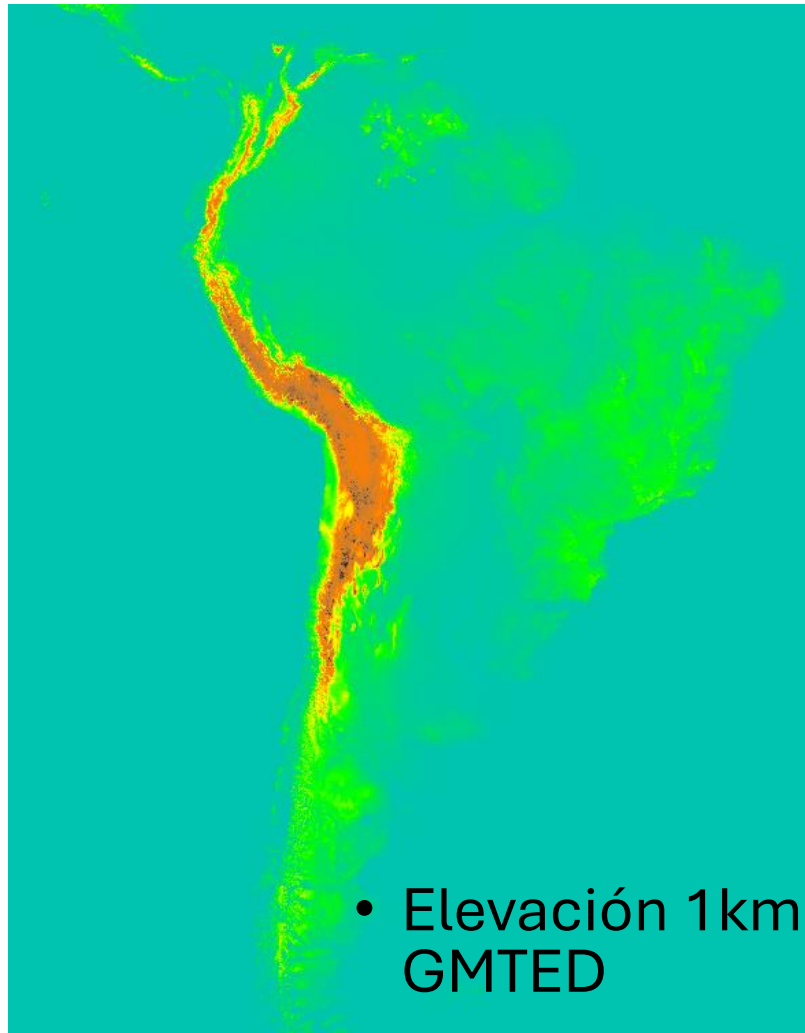
Pabón-Caicedo et al., 2020

RCP8.5 2050-2080 DJF

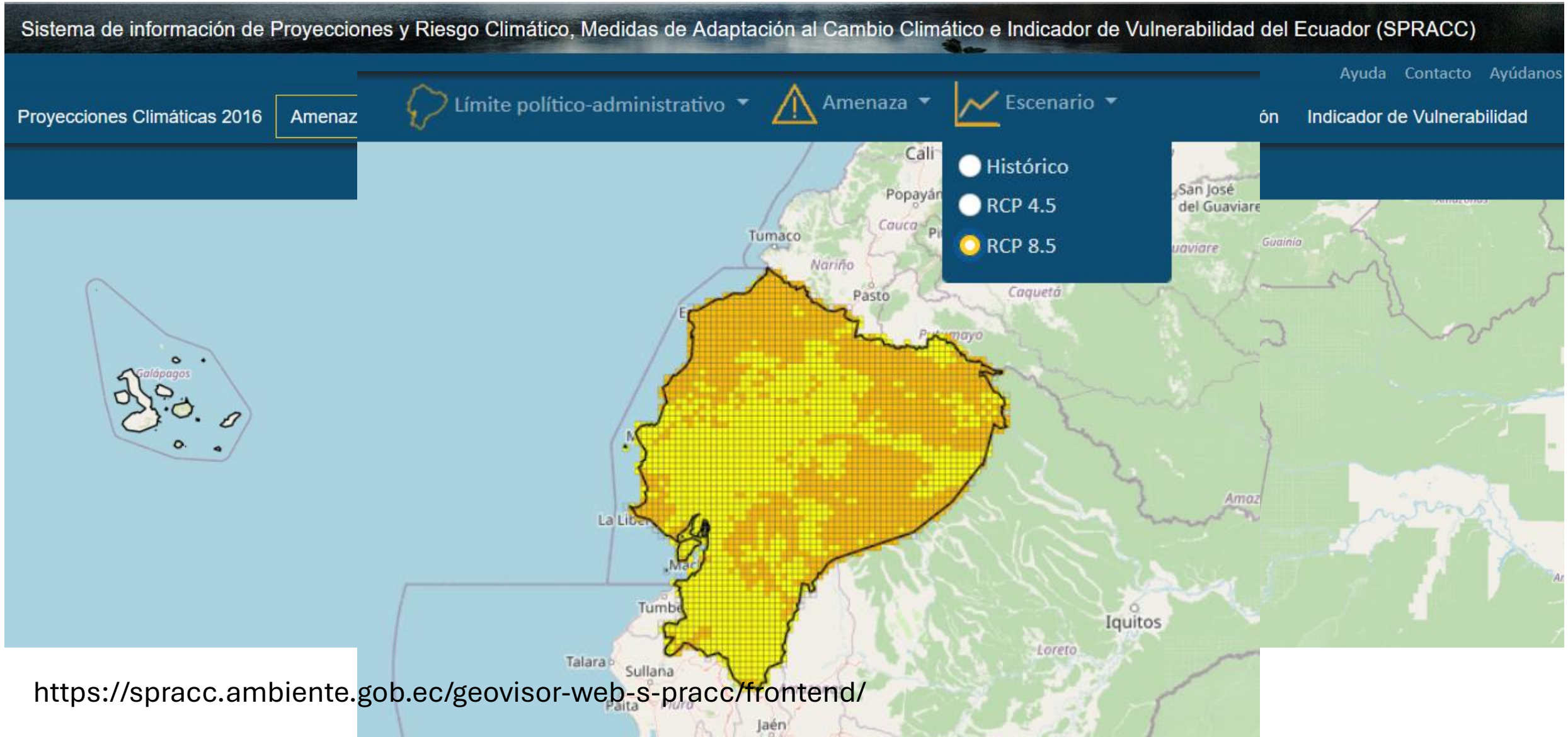


Reboita et al., 2021

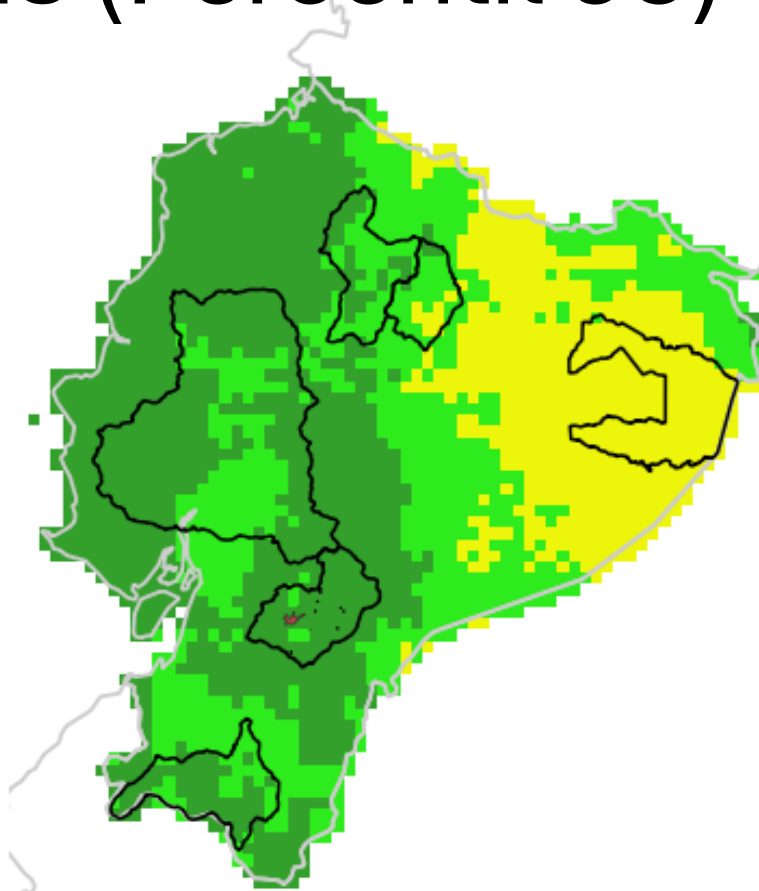
La importancia de la resolución espacial



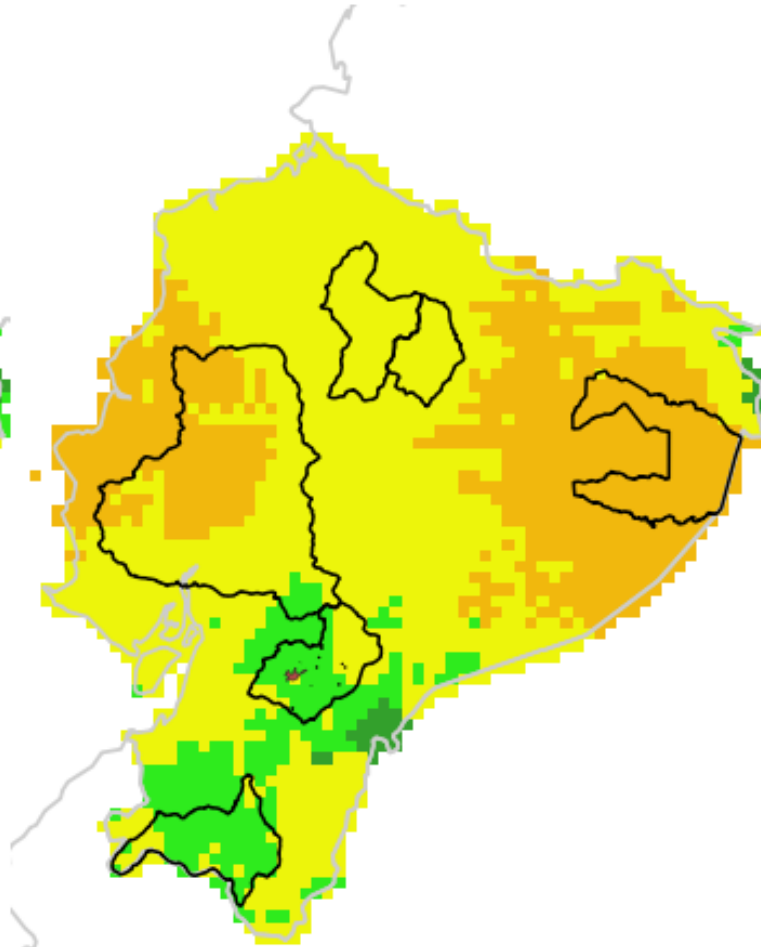
Amenaza a temperaturas muy altas



Es claro el aumento de amenazas a lluvias intensas (Percentil 95)



Periodo histórico 1981-2005

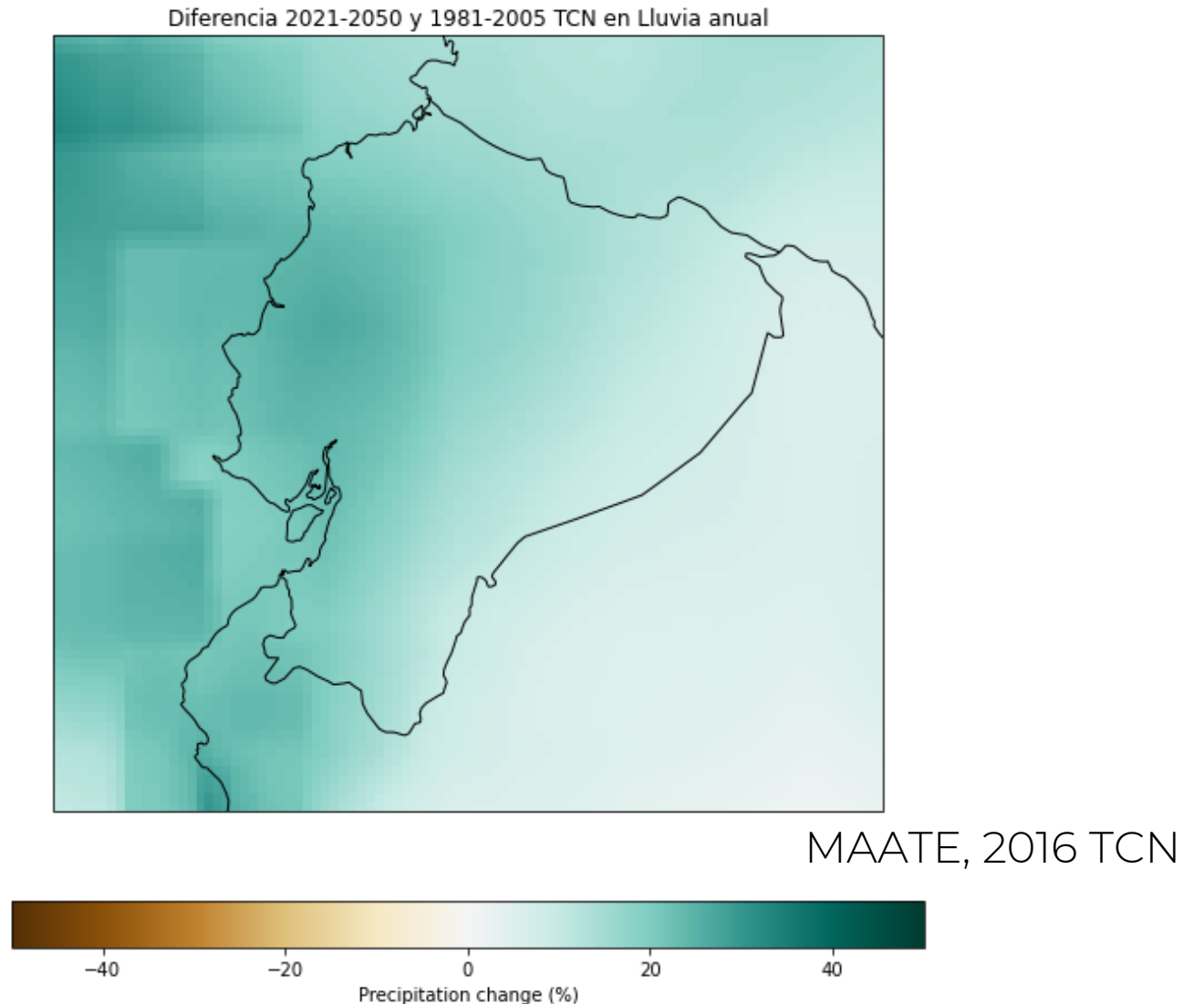


Periodo futuro 2011-2040 RCP 8.5

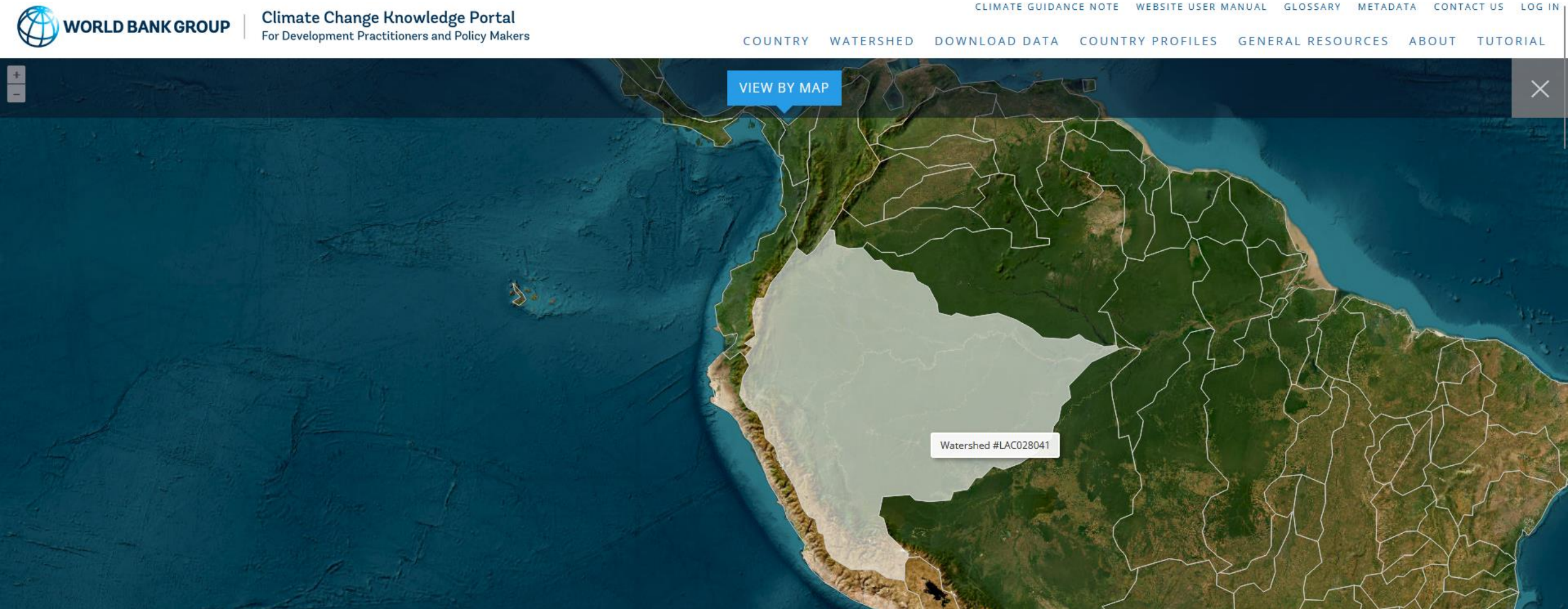
La historia mal contada es peligrosa

Anomalía anual o
tendencia anual oculta
muchos peligros.

Usar datos mensuales o
estacionales.



Buenas fuentes de información en portales



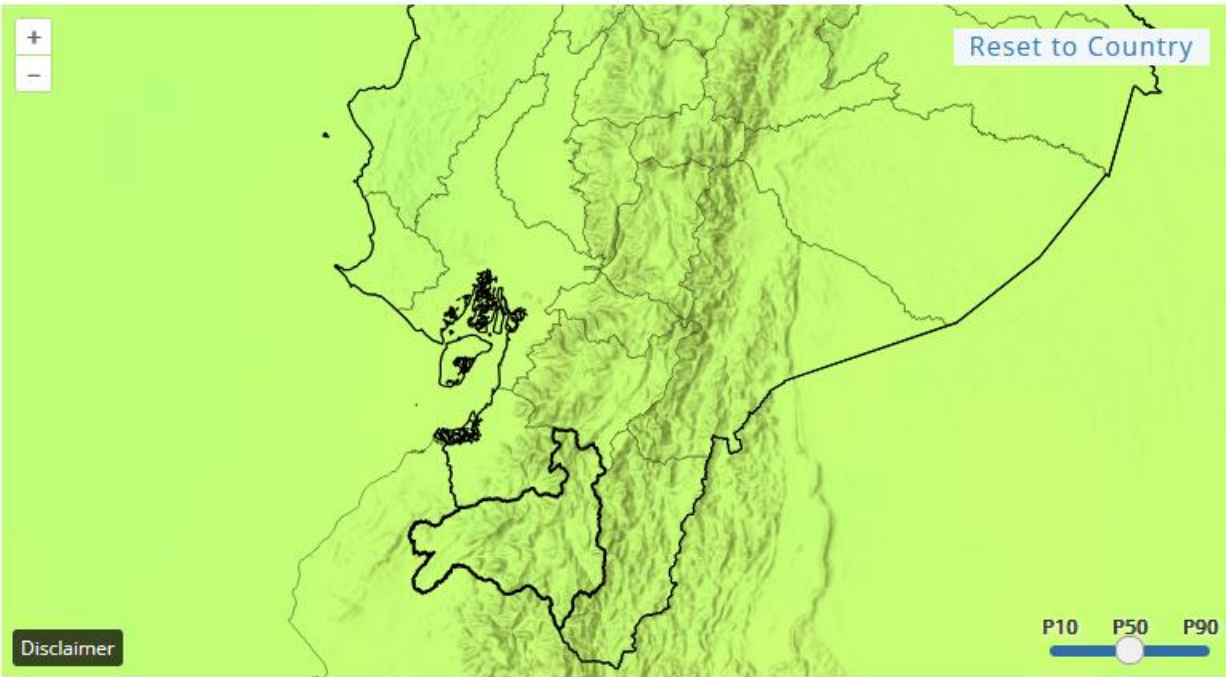
<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>

Aumento de temperatura en Loja bajo cualquier escenario

Projected Average Mean Surface Air Temperature Anomaly for 2020-2039 (Annual)
Loja, Ecuador; (Ref. Period: 1995-2014), SSP5-8.5, Multi-Model Ensemble



Reset to Country



Disclaimer

P10 P50 P90

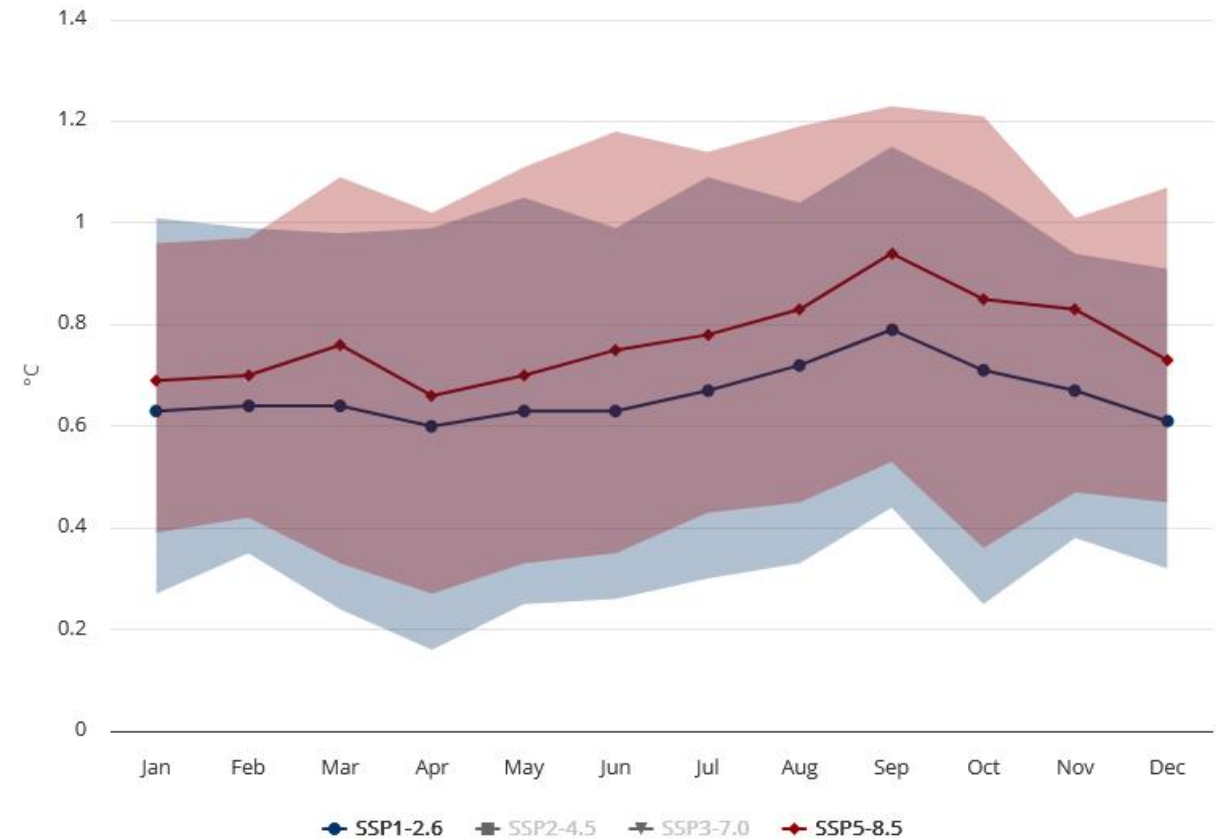
TEMPERATURE (°C)



ANNUAL DEC-JAN-FEB MAR-APR-MAY JUN-JUL-AUG SEP-OCT-NOV

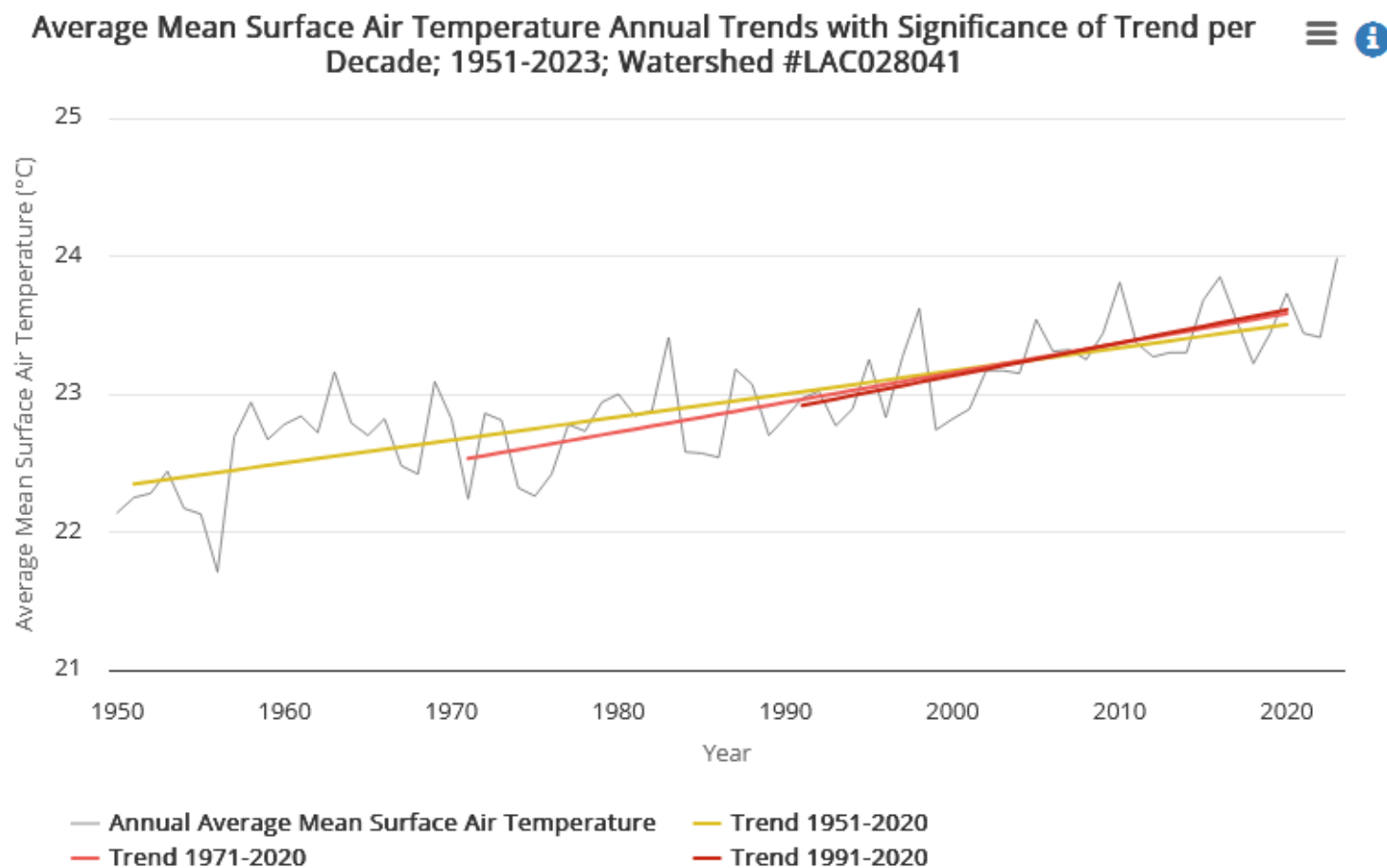
Projected Average Mean Surface Air Temperature Anomaly for 2020-2039
Loja, Ecuador; (Reference Period: 1950-2014), SSP1-2.6 & SSP5-8.5, Multi-Model Ensemble

SHOW BY YEAR

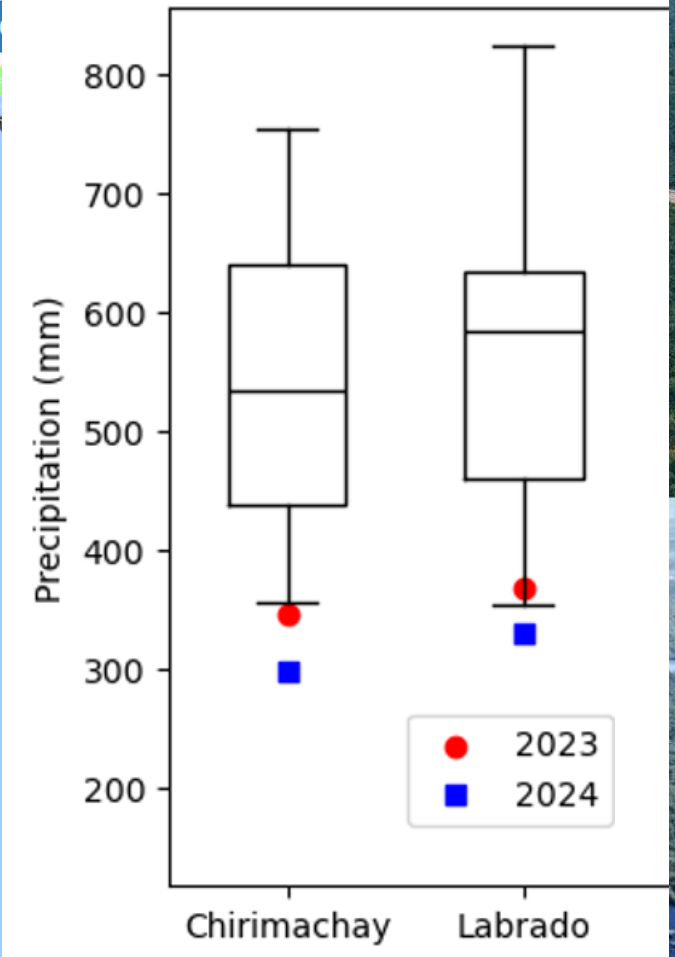
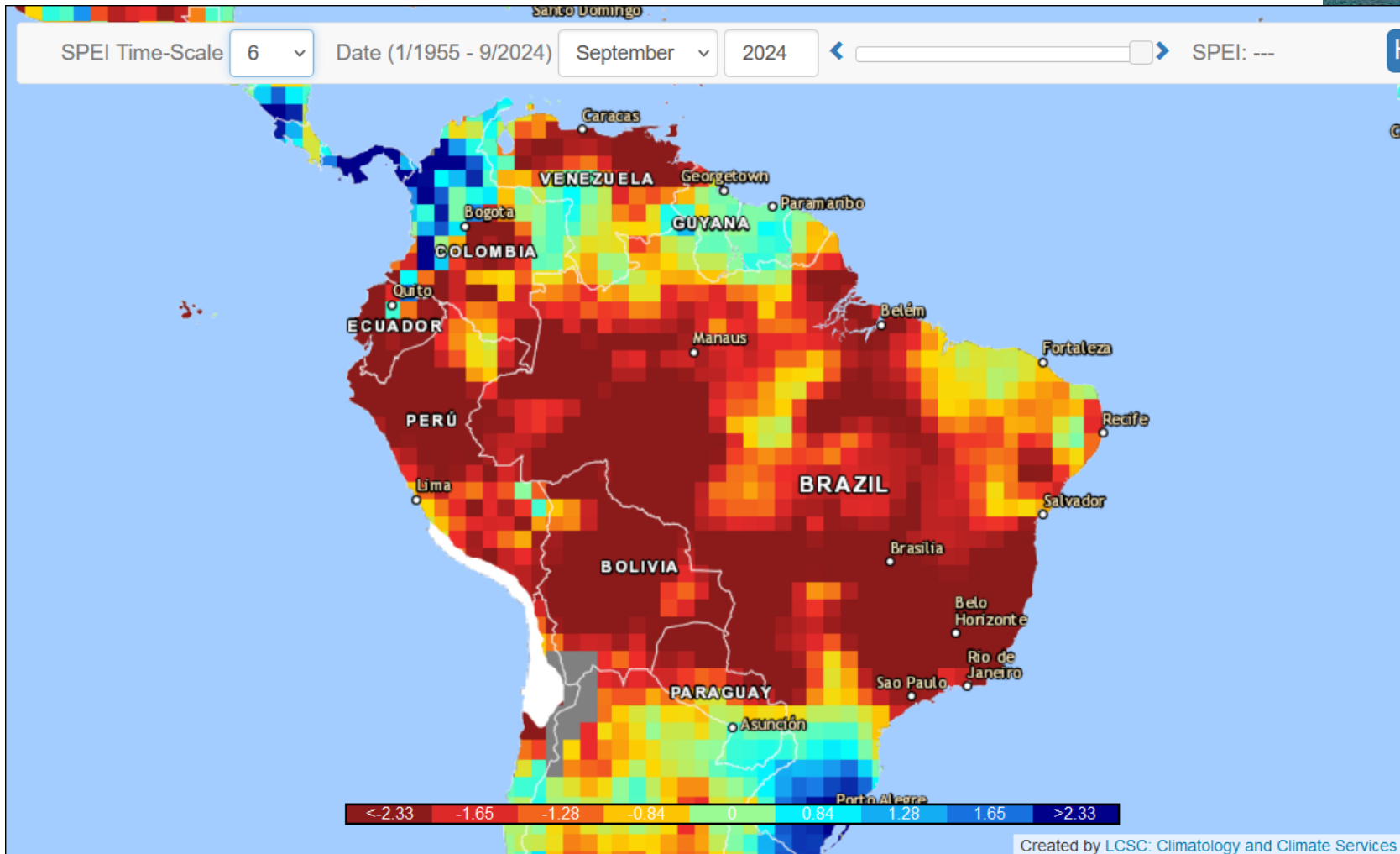


<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>

La tendencia es clara en la cuenca del Amazonas



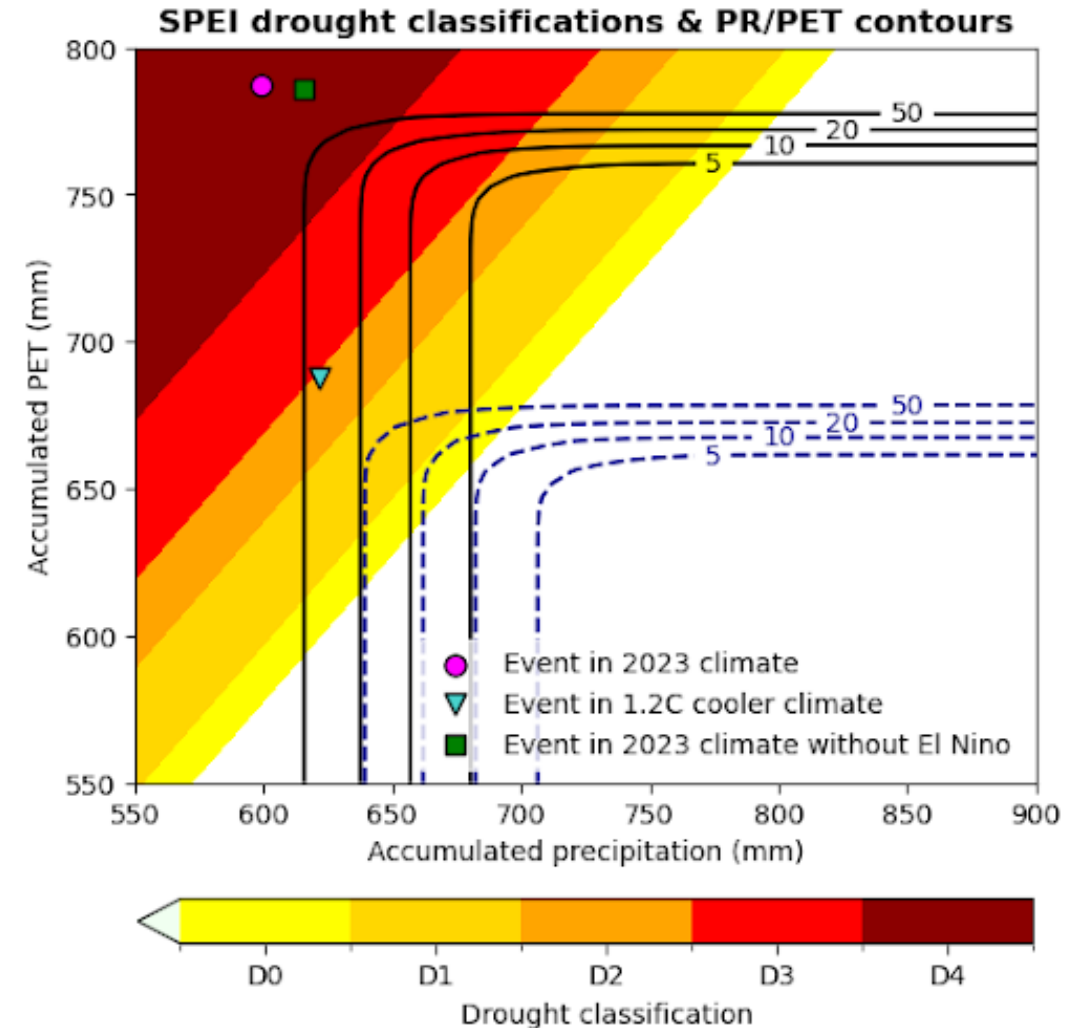
Esto origina problemas regionales: Sequía 2023 y 2024



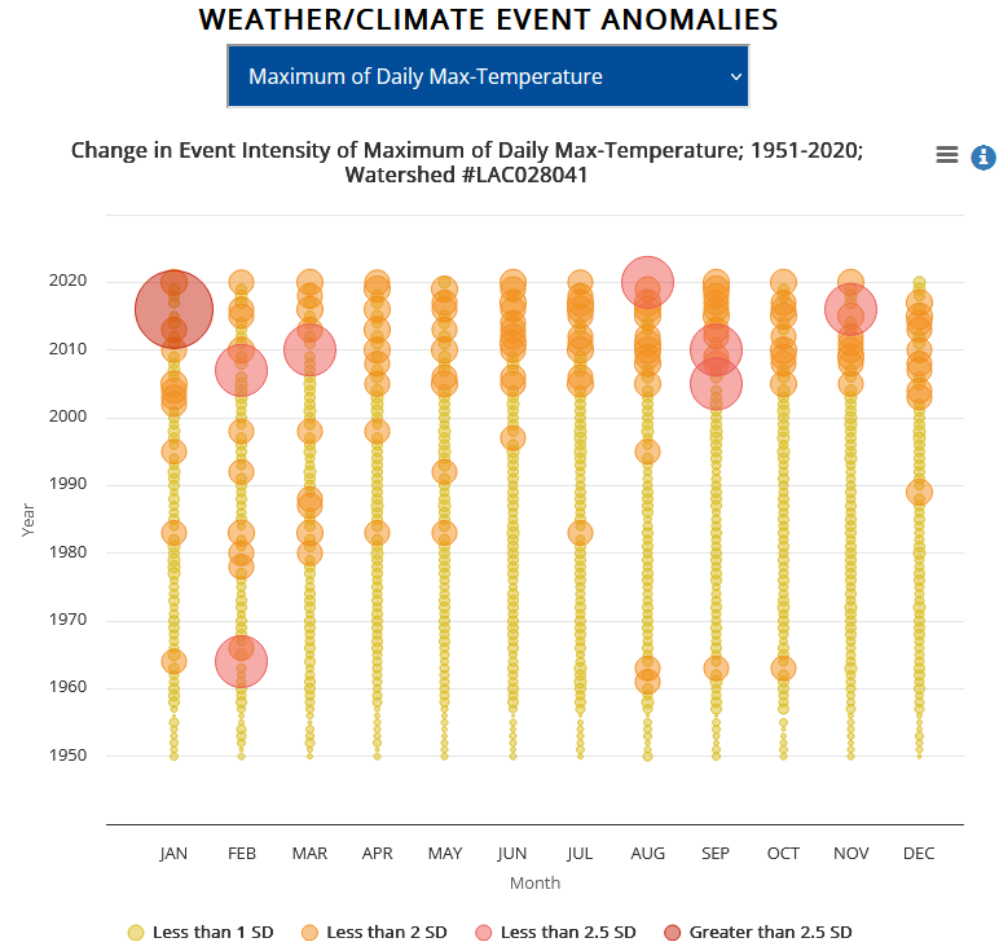
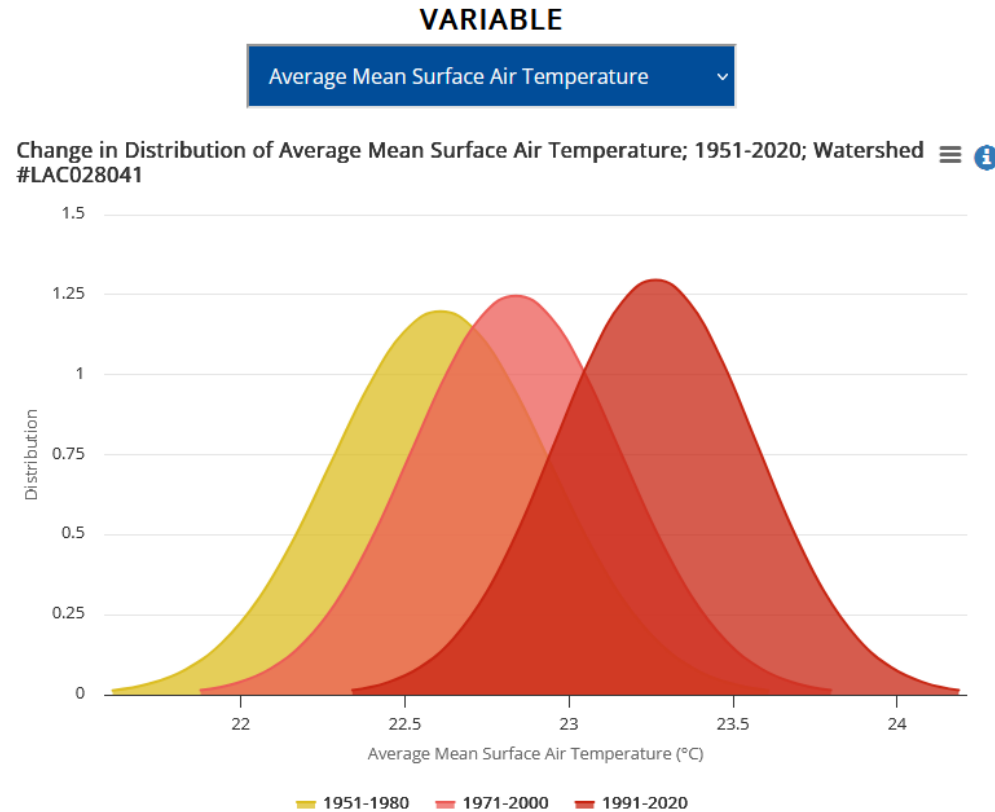
Algunos eventos ya son atribuidos al Cambio Climático

Climate change, not El Niño, main driver of exceptional drought in highly vulnerable Amazon River Basin

<https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-not-el-nino-main-driver-of-exceptional-drought-in-highly-vulnerable-amazon-river-basin/>



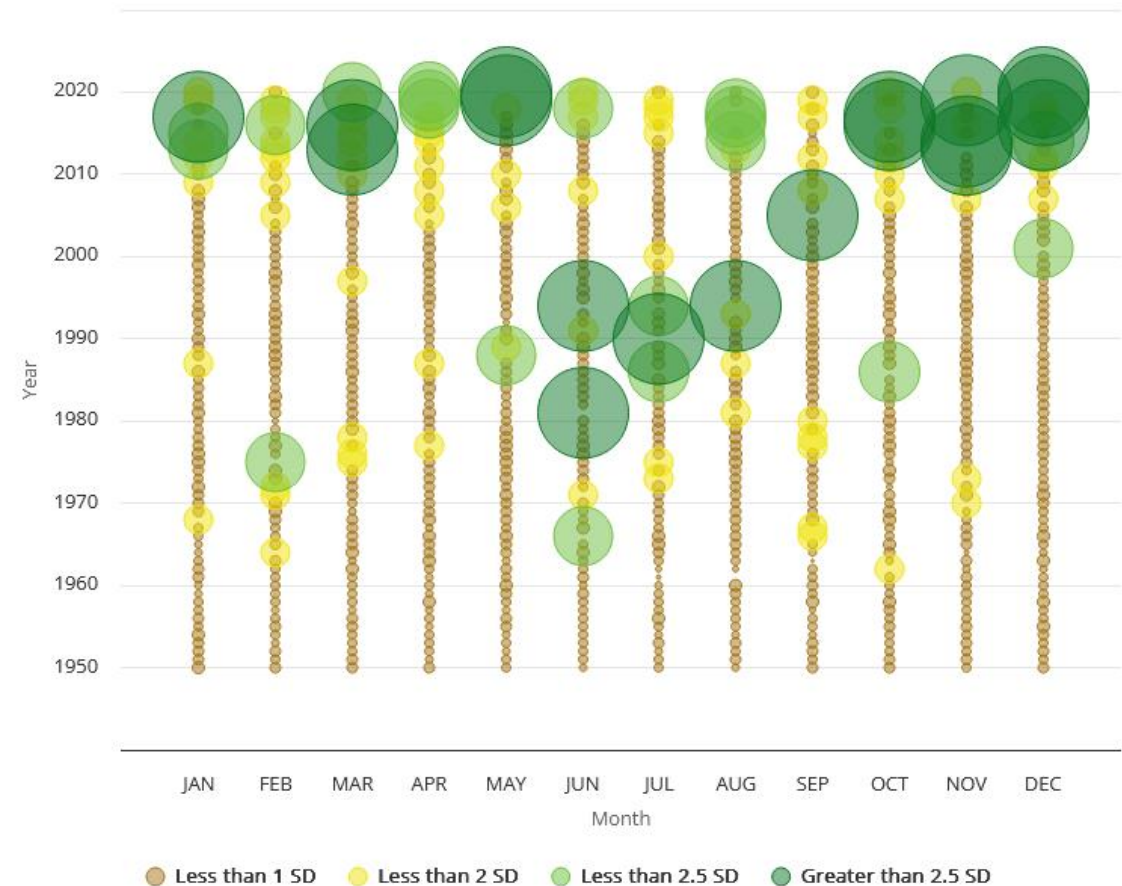
Estamos experimentando condiciones no observadas



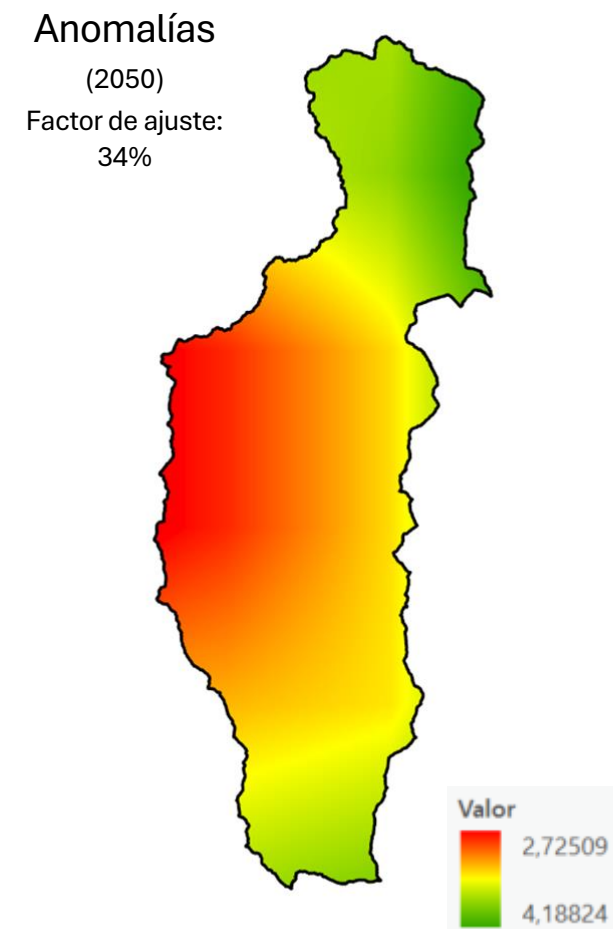
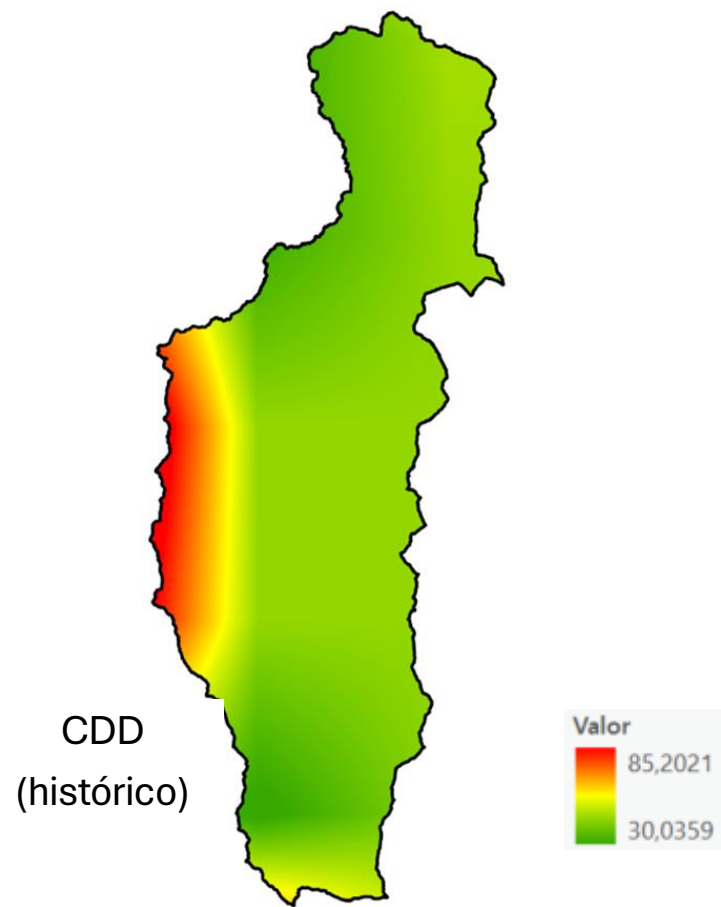
No es una percepción, es una realidad

Aumento de intensidades de precipitación de 1 día.

Change in Event Intensity of Average Largest 1-Day Precipitation; 1951-2020; LAC028041

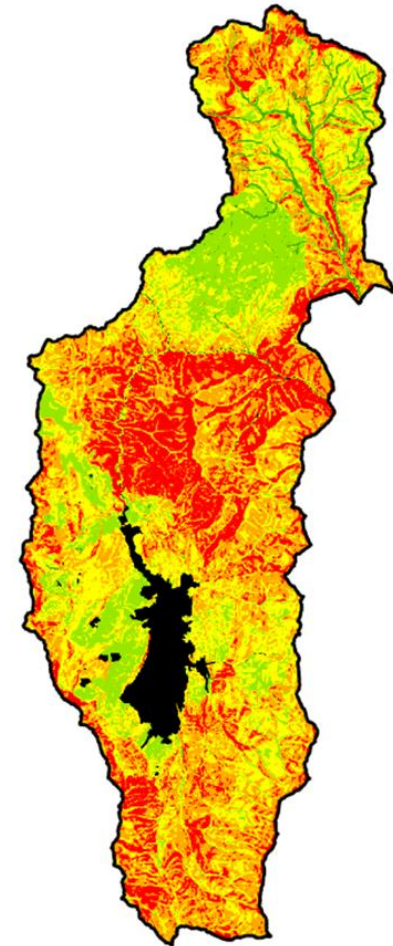
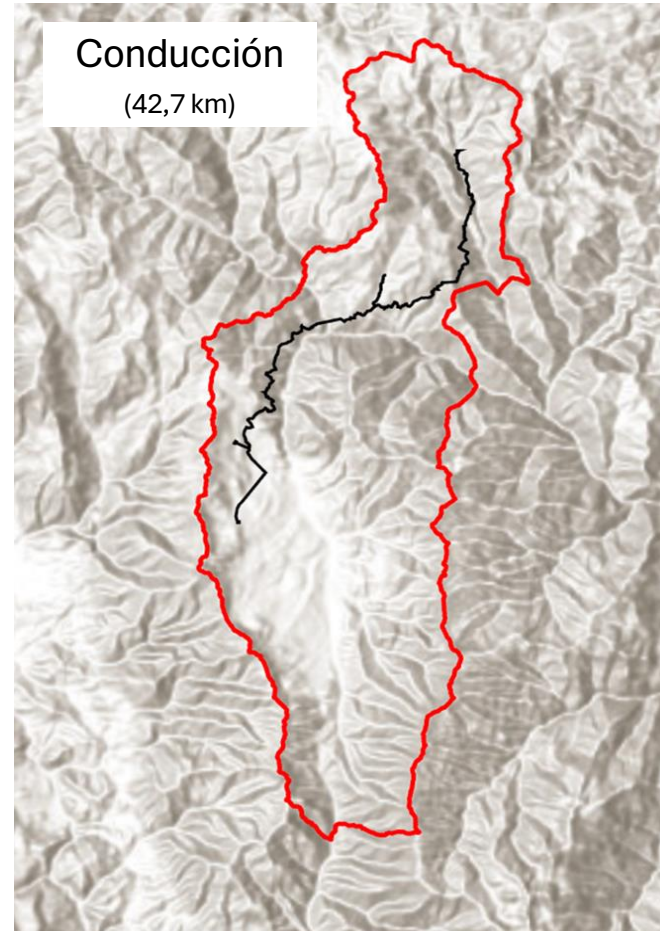
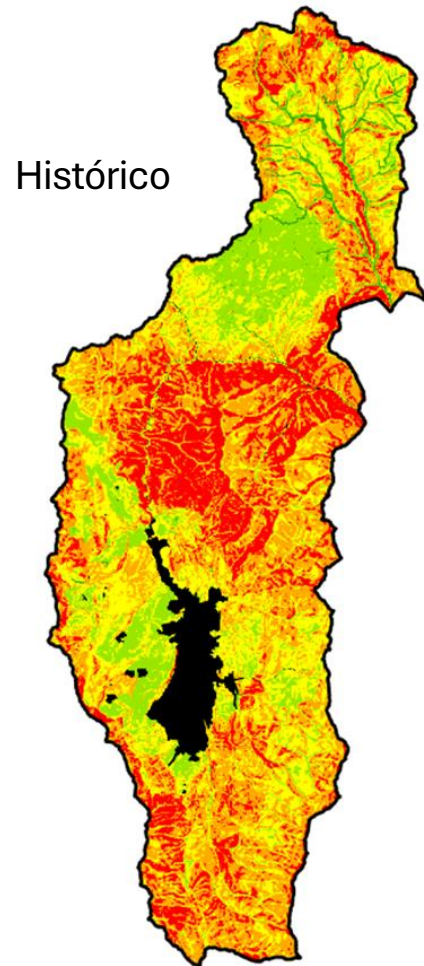


La situación en la ciudad de Loja



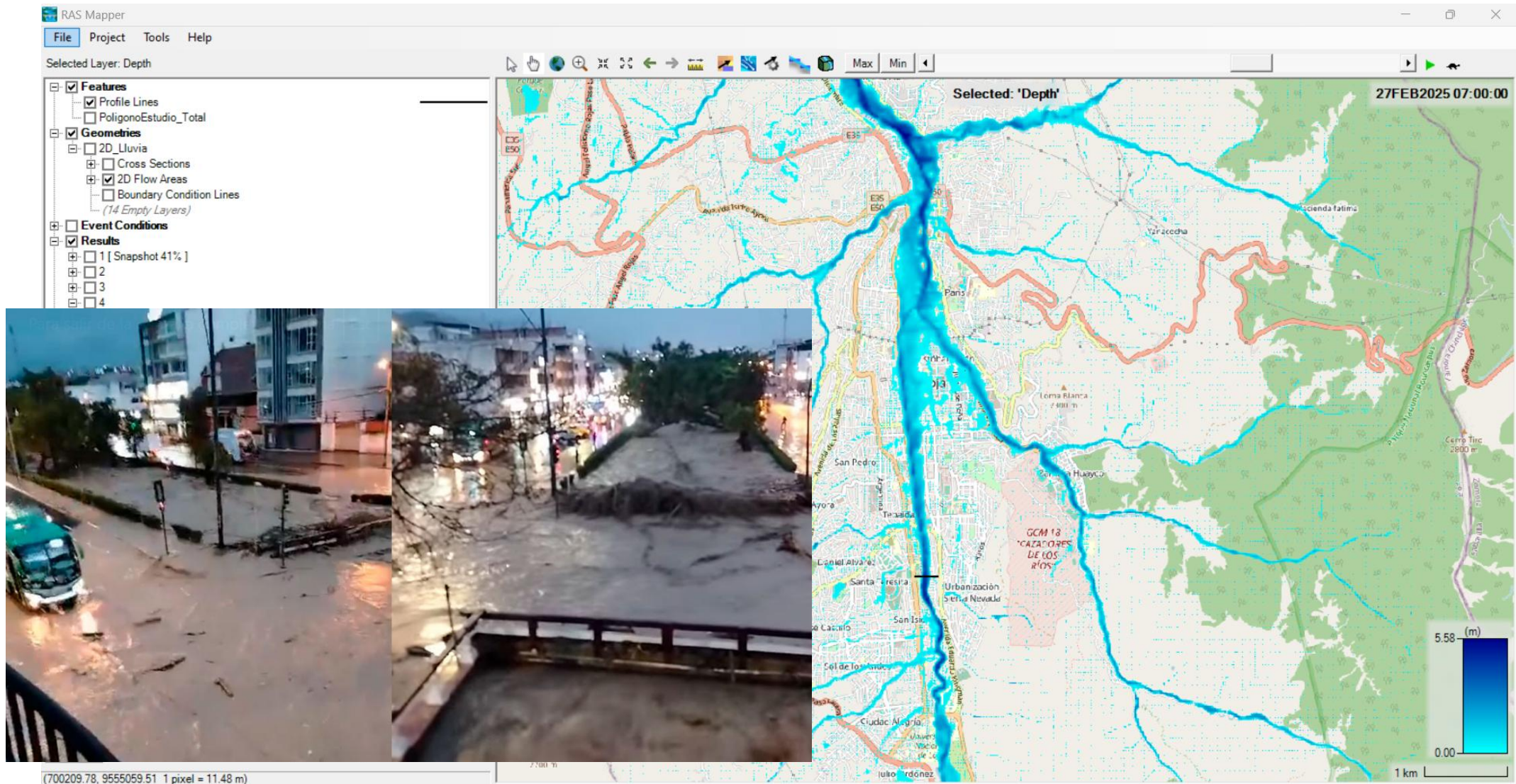
Fuente: GIZ, Resultados Preliminares Consultoría Riesgos Climáticos

El problema de los deslizamientos es actual, no futuro



Fuente: GIZ, Resultados Preliminares Consultoría Riesgos Climáticos

Inundaciones en la ciudad de Loja



Fuente: GIZ, Resultados Preliminares Consultoría Riesgos Climáticos



Ch. Darwin

“

**It is not the strongest
of the species that survives,
nor the most intelligent;
it is the one most adaptable to change.**

”

Cómo se ve la mitigación?



Cómo se ve la adaptación?



Ejemplos de Adaptación Locales

<https://linktr.ee/swach.ec>



SWACH

**Manejo sostenible del agua bajo
escenarios de cambio climático en Cuenca**

<https://swach.uazuay.edu.ec/>

Reducción de consumo, optimización de suministro, proyecciones climáticas para toma de decisiones.

Control y reducción de consumo



Nueva Lectura



Plataformas de Geoinformación

The screenshot displays a web application for monitoring forest fires. On the left, a sidebar lists various locations: Chaucha, Llaviuco, Molleturo, Yanasacha, Quilanga, Turupamba, La Cría, Quimsacocha, Cerro Quingo, Busa, and Pillachiquir. The main map area shows a topographic view of the region with several fire hotspots marked by orange flame icons. A map overlay shows the location of Chaucha within the Cajas Biosphere Reserve. On the right, an 'Información' panel provides details about the fire in Chaucha, stating it occurred on November 9, 2024, affecting over 1300 hectares. Below the text is a satellite image of the fire site.

Información

Chaucha

El reciente incendio forestal en Chaucha, parroquia del cantón Cuenca en la provincia de Azuay, Ecuador, afectó áreas cercanas al Parque Nacional Cajas. Iniciado el 9 de noviembre de 2024, el fuego devastó más de 1300 hectáreas, incluyendo zonas protegidas y bosques importantes para la biodiversidad.

Monitoreo de Incendios Forestales
Reserva de Biósfera del macizo del Cajas - Ecuador

2025-05-02 13:10

MACAS

AZOGUES

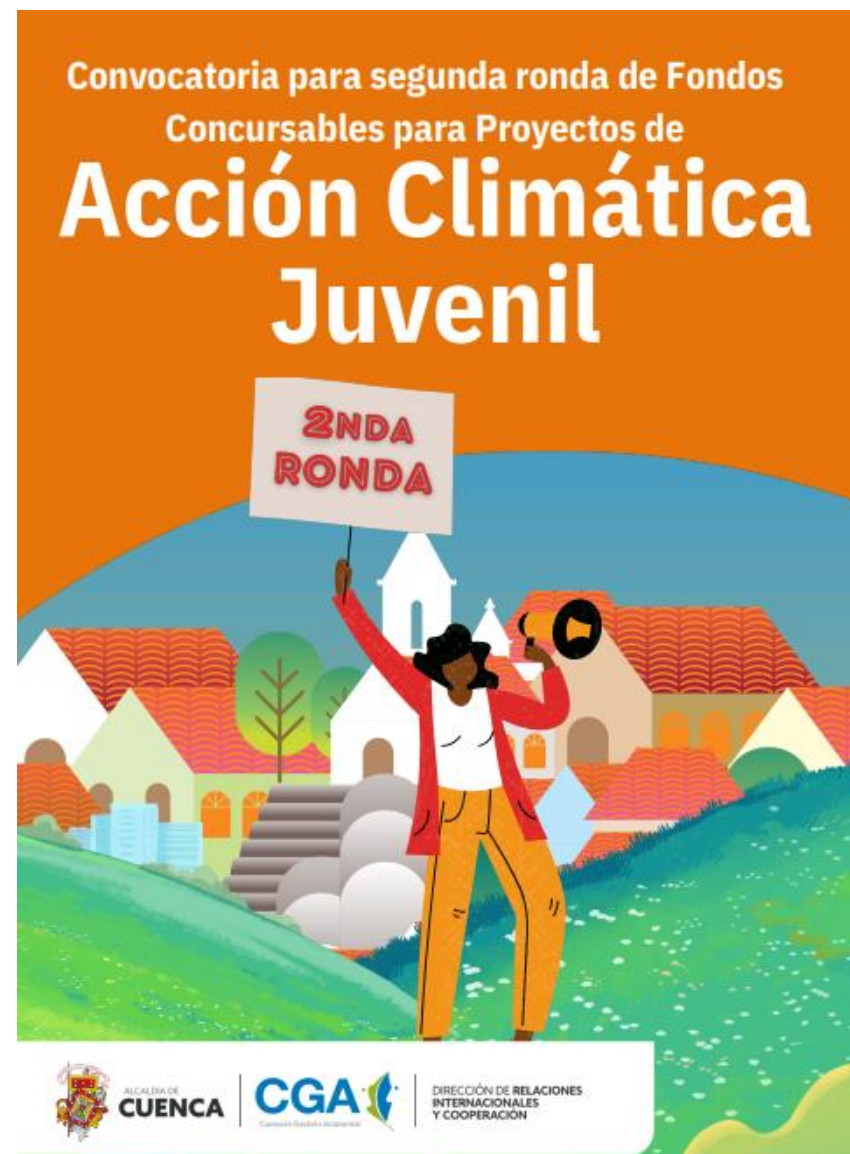
CUENCA

MACHALA

Monitoreo en tiempo real



Herramientas de planificación y financiamiento



Proyectos que involucren a las comunidades



<https://www.youtube.com/watch?v=aunNoXLSkRg>



Fortalecimiento de la Resiliencia de las Comunidades ante los efectos adversos del cambio climático con énfasis en seguridad alimentaria y consideraciones de género (FORECCSA)

Provincia de Pichincha y Cuenca del Río Jubones

RESUMEN DEL PROYECTO:

Duración: 2011 – 2018

N° familias participantes: 15.000

Donante: Fondo de Adaptación

Presupuesto: USD 7.449.468

Ejecutor: Ministerio del Ambiente

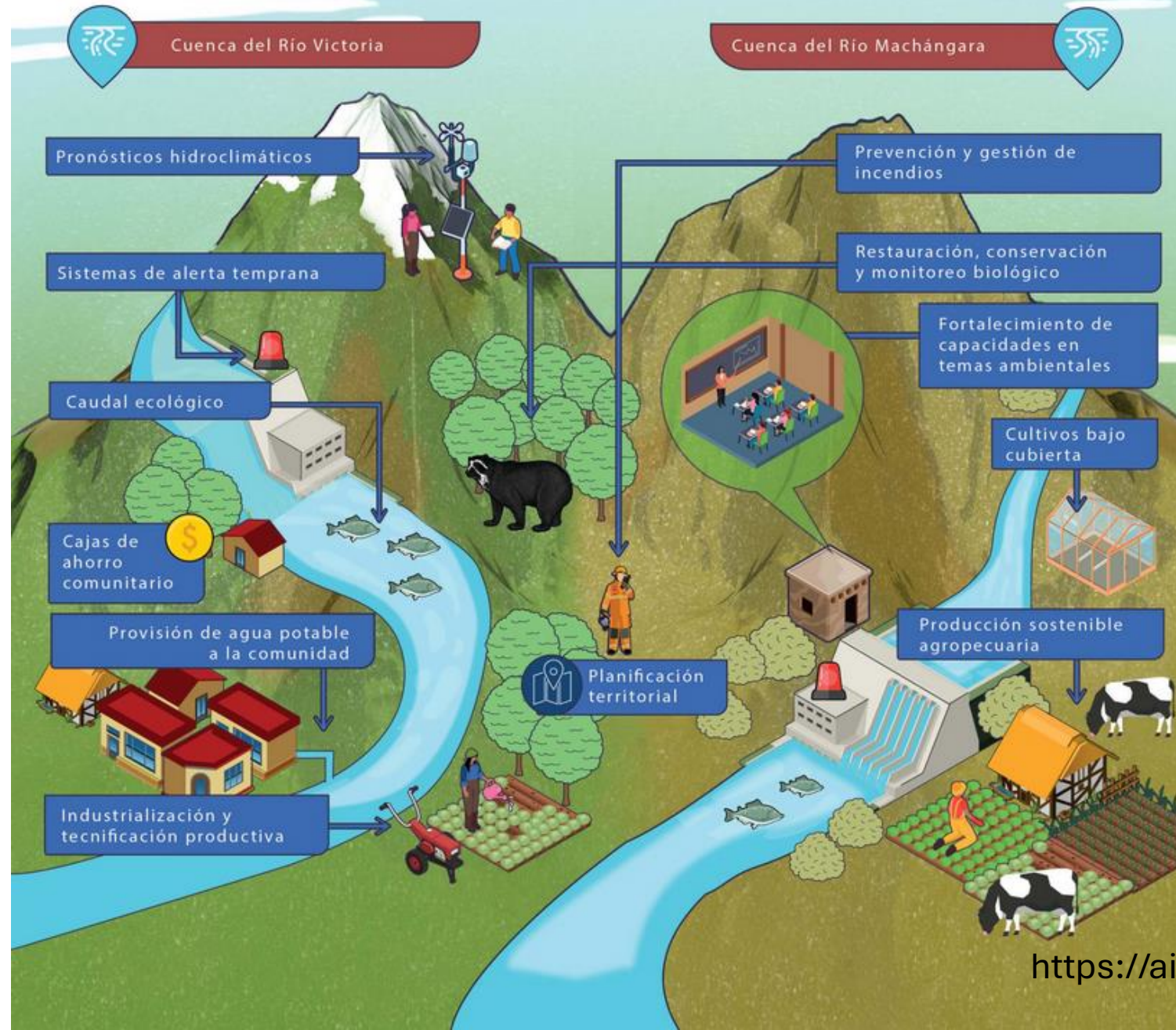
Implementador: Programa Mundial de Alimentos

Asesor: Ministerio de Agricultura y Ganadería

Socios: Gobierno de la Provincia de Pichincha y Gobiernos

Autónomos Descentralizados de la Cuenca del Río Jubones

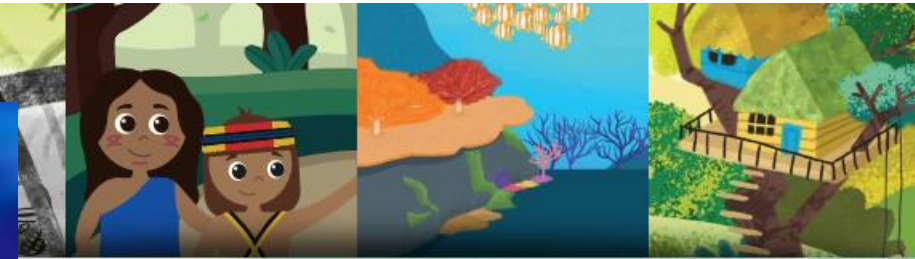
● Medidas de adaptación en implementación en las 2 cuencas



Medidas educacionales

Hablemos sobre ello!!!

Difundir!!



Cuentos
que no son
cuentos



El clima está cambiando

<https://open.spotify.com/show/5J84BcNLQVipfTNFL0U06Z>
<https://view.genially.com/6789665a73623881c9e5b741/interactive-content-quiz-millonario-swach>



También hay casos de maladaptación o resultados no esperados. Tener cuidado



Global Environmental Change

Volume 80, May 2023, 102655



What happens after climate change adaptation projects end: A community-based approach to ex-post assessment of adaptation projects

Megan Mills-Novoa 

- A veces se intensifican las brechas, adaptación para quienes pueden mantener el sistema.
- Ejemplo: Reservorios grandes o sistemas de riego que requieren inversión constante.

1982

Crecida de ríos
Sequías



x 1.8

x 5.9

2023

Crecida de ríos
Sequías



x 2.8

x 11.3

<https://myclimatefuture.info/>

Preguntas y comentarios



Ing. Santiago Núñez Mejía MSc.
snunez@uazuay.edu.ec

Referencias

- <https://ed-hawkins.github.io/climate-visuals/>
- MAAE, GIZ, PNUD, (2020). Guía Técnica para la Integración del Enfoque de Género en la Gestión de Cambio Climático en Ecuador. Quito-Ecuador, julio 2020.
- MAATE, Proyecto FORECCSA. <https://www.ambiente.gob.ec/foreccsa/>
- Ochoa-Sánchez, A., Stone, D., Drenkhan, F. *et al.* Detection and attribution of climate change impacts in coupled natural-human systems in the Andes. *Commun Earth Environ* **6**, 314 (2025). <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02092-9>
- <https://showyourstripes.info/>
- Reboita et al., 2014. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2014/376738>
- Reboita et al., 2021. <https://doi.org/10.1007/s00382-021-05918-2>
- Almazroui et al., 2021. <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00233-6>
- MAATE, 2016. Proyecciones climáticas nacionales de Ecuador. Tercera Comunicación Nacional.
- <https://myclimatefuture.info/>

<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>