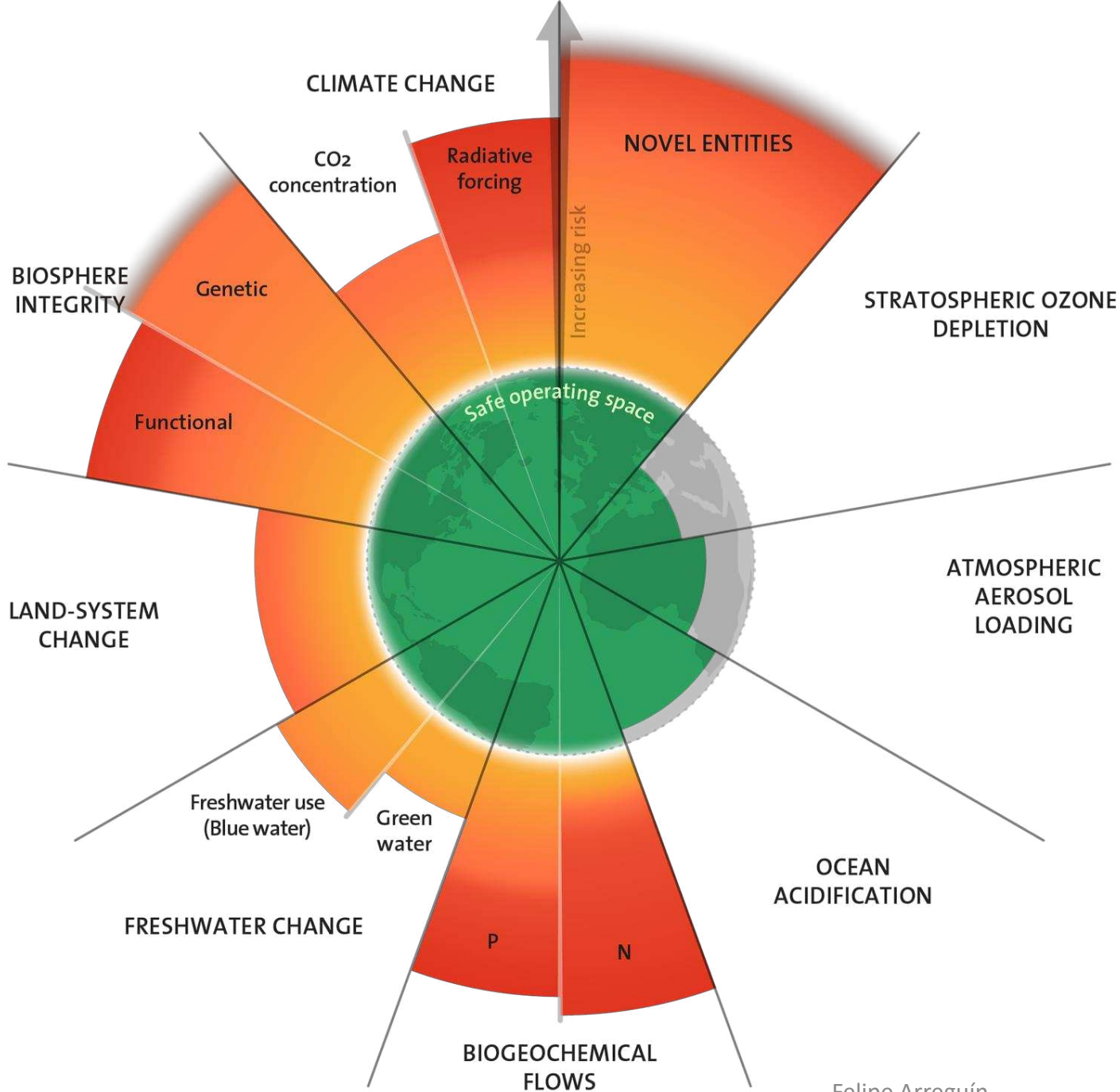




Las sequías en México y el Programa Nacional Contra la Sequía

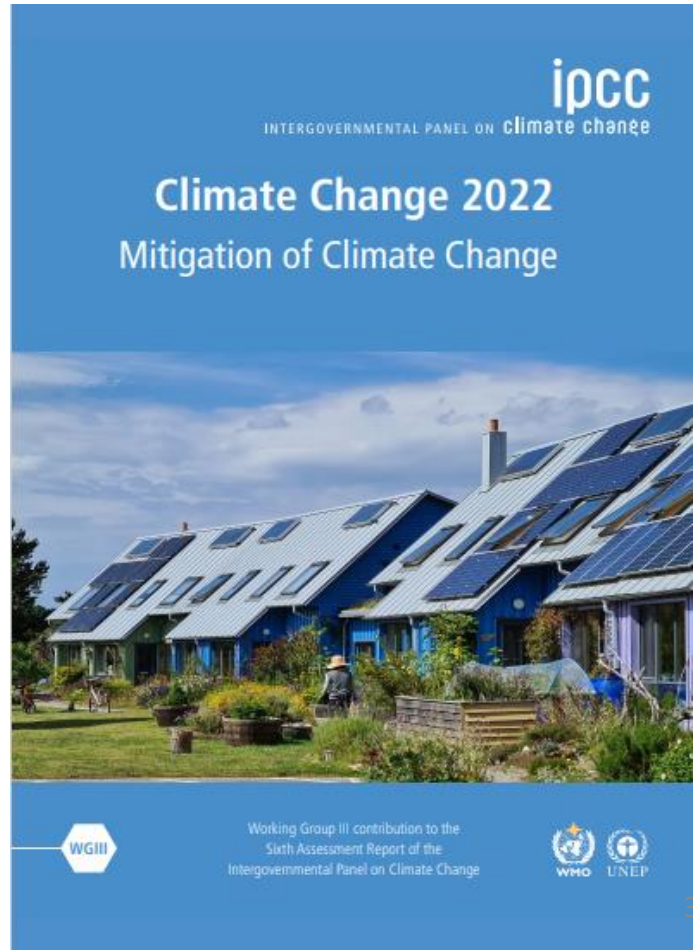
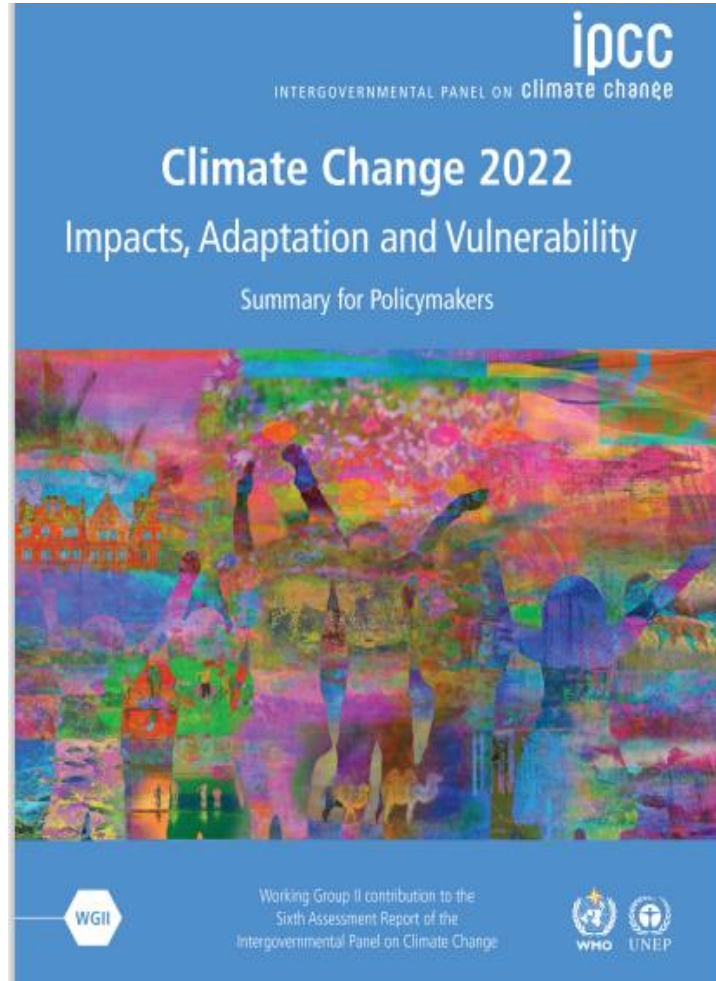
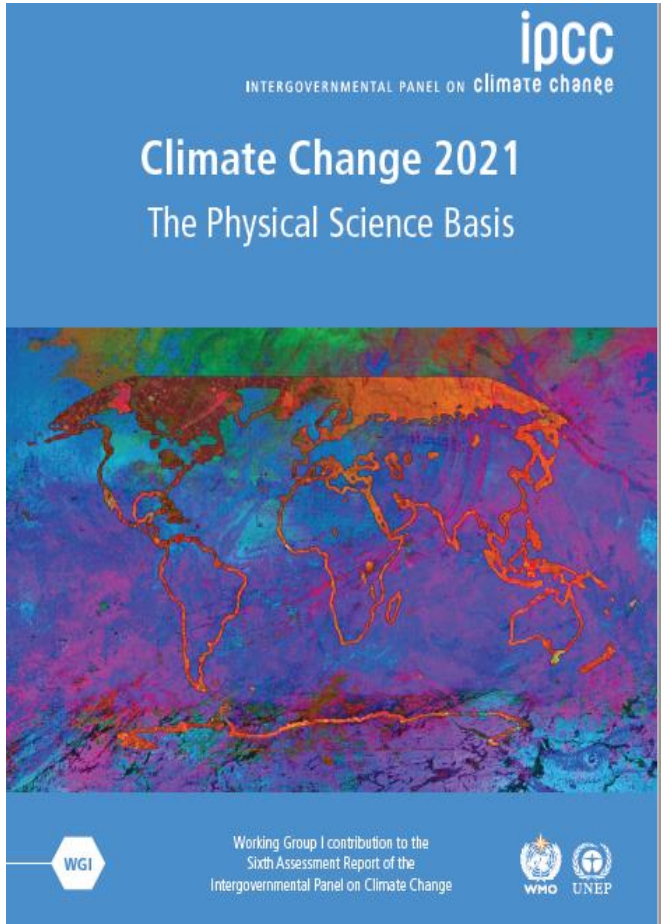
Límites planetarios

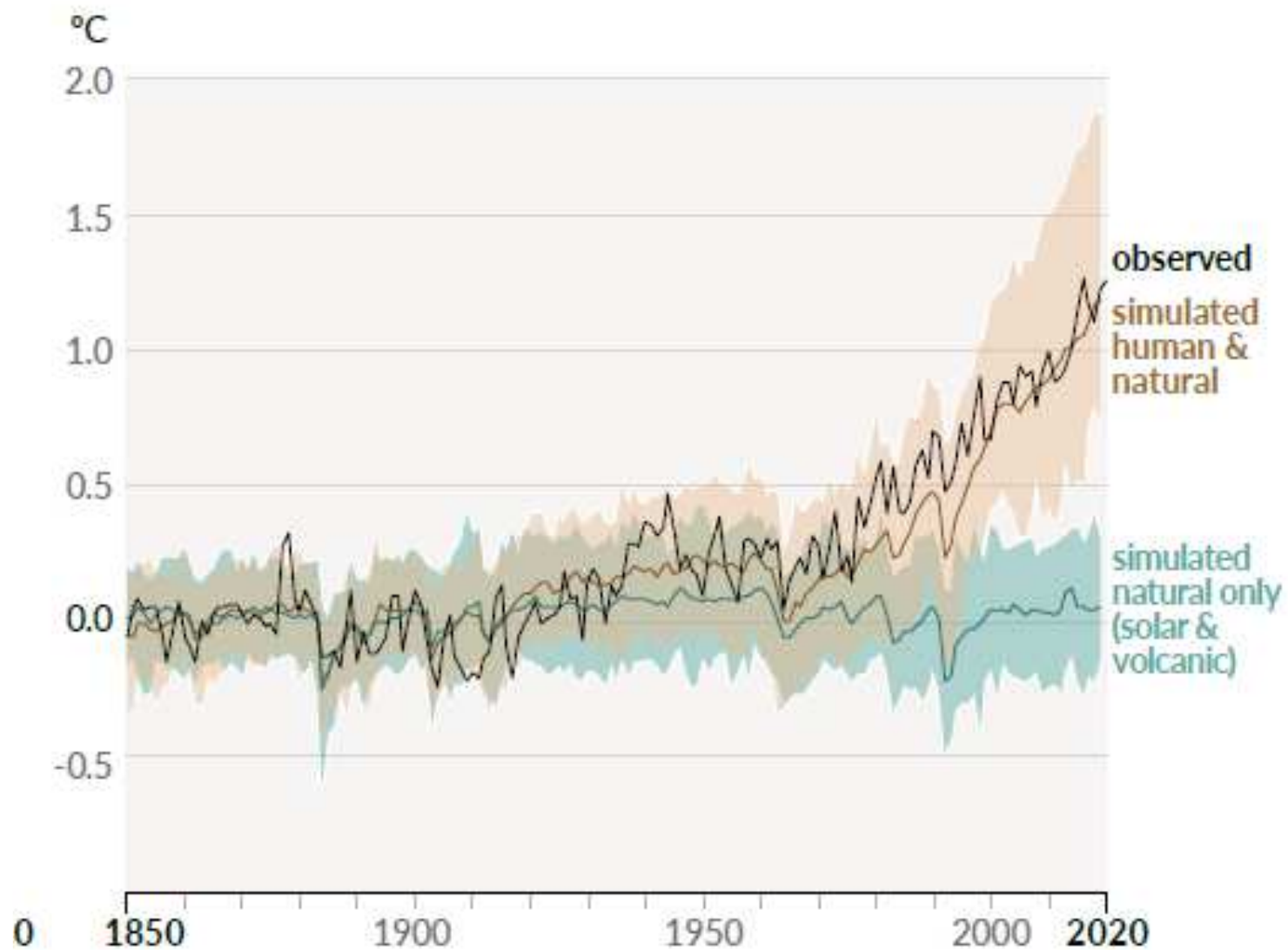


La actividad humana afecta más que nunca al clima y los ecosistemas de la Tierra, lo que pone en riesgo la estabilidad de todo el planeta.

Por primera vez en la historia, los nueve límites planetarios han sido evaluados.

Seis de ellos ahora son sobrepasados.





Cambio en la temperatura global en la superficie (promedio anual) observado y simulado utilizando factores humanos y naturales, y solo naturales (ambos 1850-2020). IPCC 2021.

"Es inequívoco que la influencia humana ha calentado la atmósfera, el océano y la tierra."

"Han ocurrido cambios generalizados y rápidos en la atmósfera, el océano, la criósfera y la biósfera."

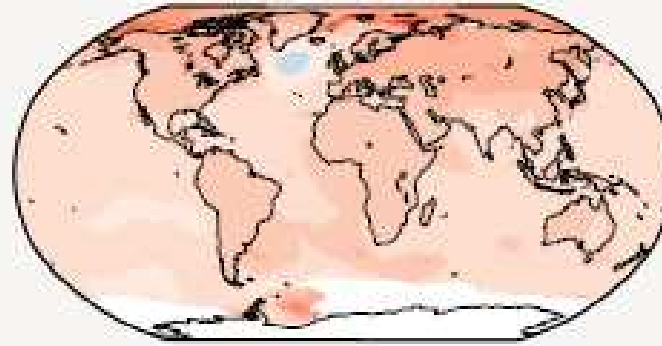
IPCC. 2021

NOTA: Atmósfera (capa gaseosa que envuelve la Tierra), hidrósfera (agua dulce y salada en estado líquido), criósfera (agua en estado sólido), litósfera (el suelo) y biósfera (el conjunto de seres vivos que habitan la Tierra).

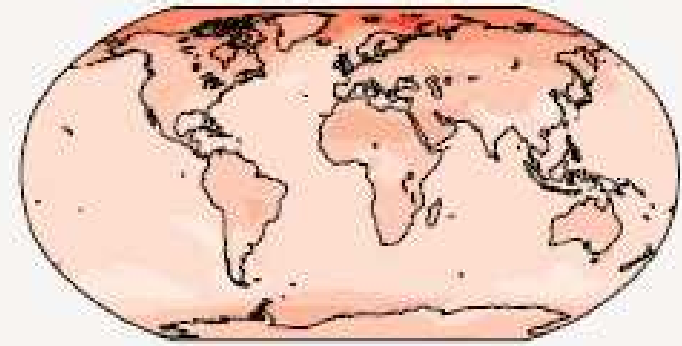
a) Annual mean temperature change (°C) at 1 °C global warming

Warming at 1 °C affects all continents and is generally larger over land than over the oceans in both observations and models. Across most regions, observed and simulated patterns are consistent.

Observed change per 1 °C global warming



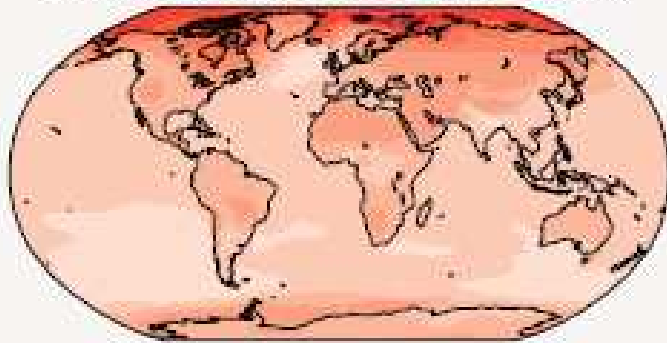
Simulated change at 1 °C global warming



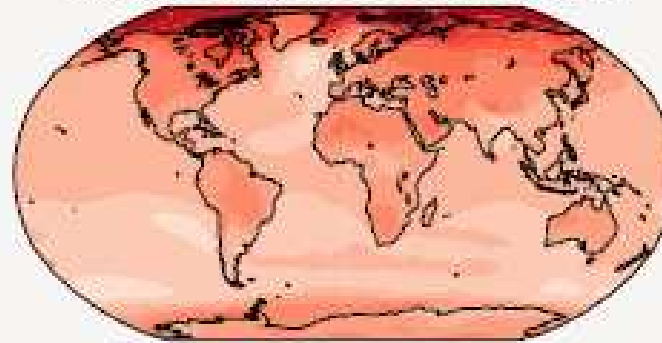
b) Annual mean temperature change (°C) relative to 1850-1900

Across warming levels, land areas warm more than oceans, and the Arctic and Antarctica warm more than the tropics.

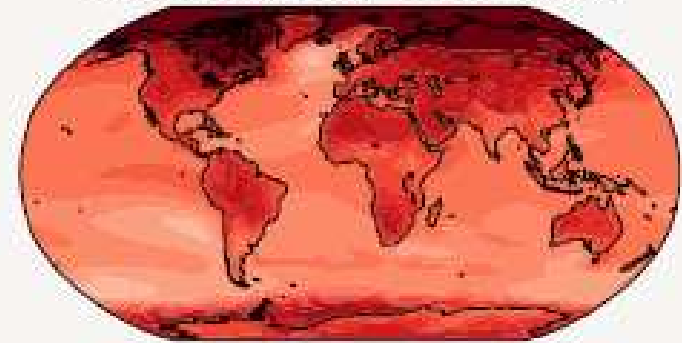
Simulated change at 1.5 °C global warming



Simulated change at 2 °C global warming



Simulated change at 4 °C global warming



Felipe Arreguín

Simulación del cambio de temperatura media bajo diferentes escenarios. IPCC 2021.

“La influencia humana probablemente ha aumentado la posibilidad de eventos extremos compuestos desde la década de 1950. Esto incluye aumentos en la frecuencia de olas de calor y sequías simultáneas a escala mundial (confianza alta); clima de incendios en algunas regiones de todos los continentes habitados (confianza media); e inundaciones compuestas en algunos lugares (confianza media).”

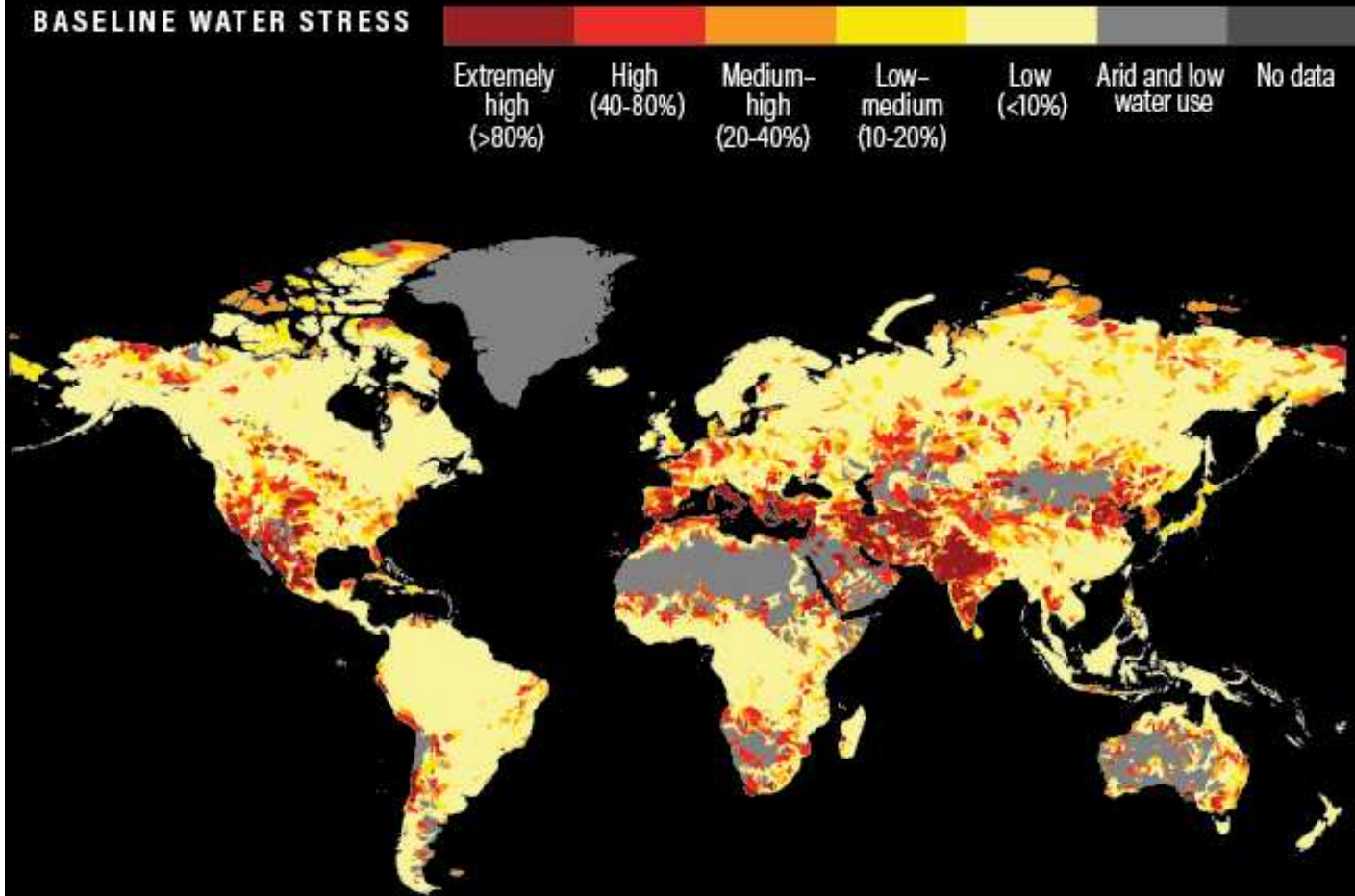
IPCC 2021.

“..... pero la ubicación y la frecuencia de estos eventos dependen sobre los cambios proyectados en la circulación atmosférica regional, incluidos los monzones y las vías de tormentas de latitudes medias.

IPCC 2022.

17 COUNTRIES FACE EXTREMELY HIGH WATER STRESS

BASELINE WATER STRESS

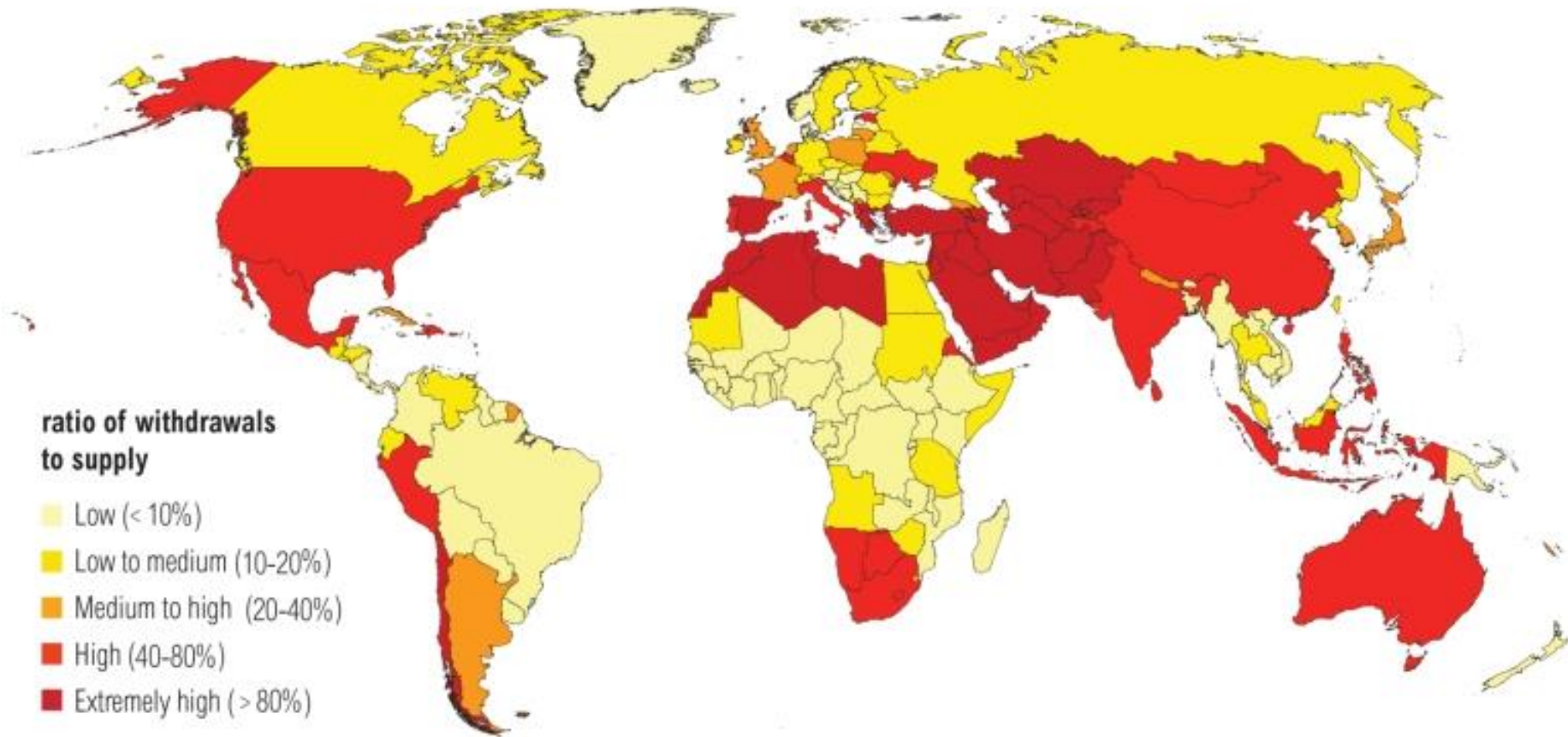


Source: wri.org/aqueduct

 **AQUEDUCT**

 **WORLD RESOURCES INSTITUTE**
Felipe Arreguin

Water Stress by Country: 2040

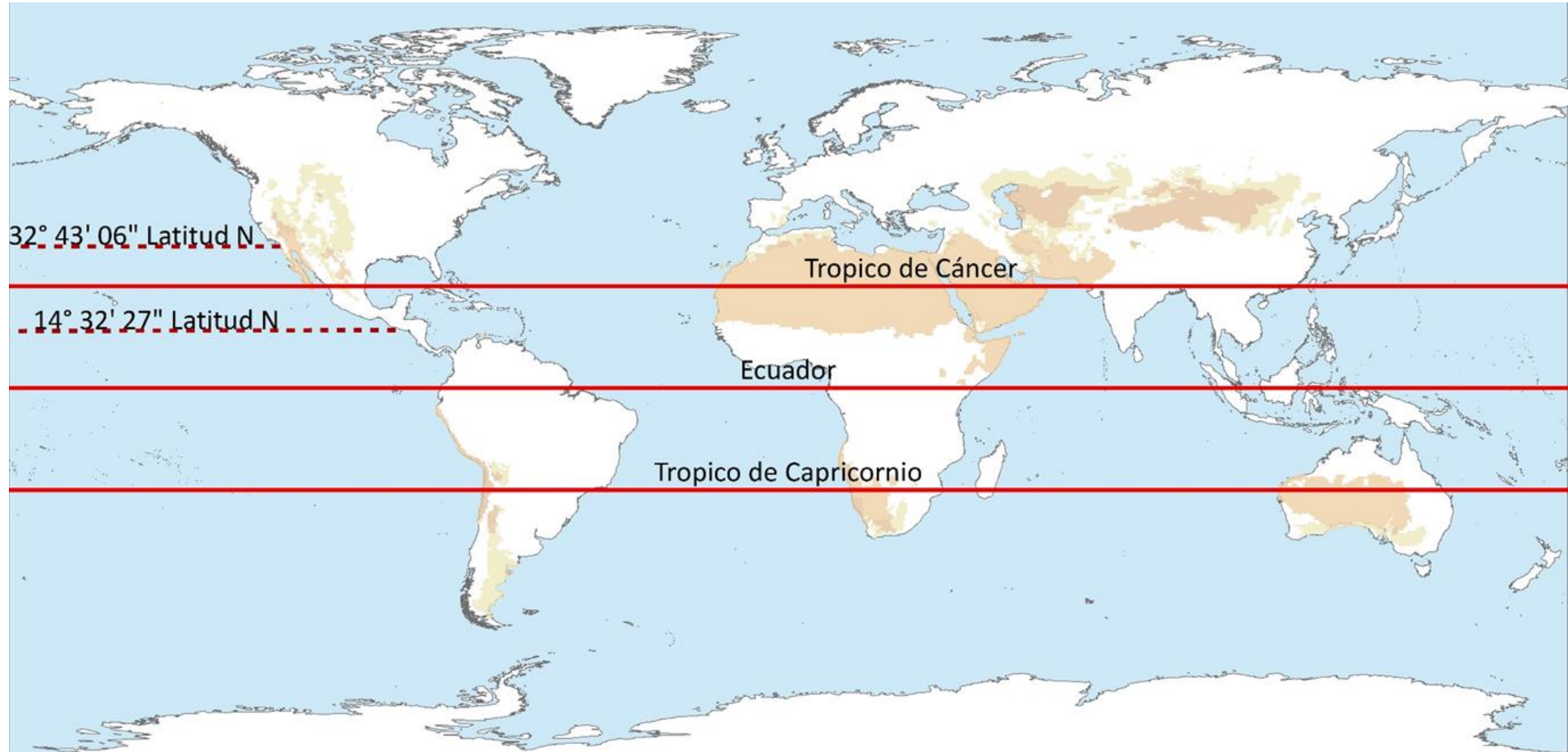


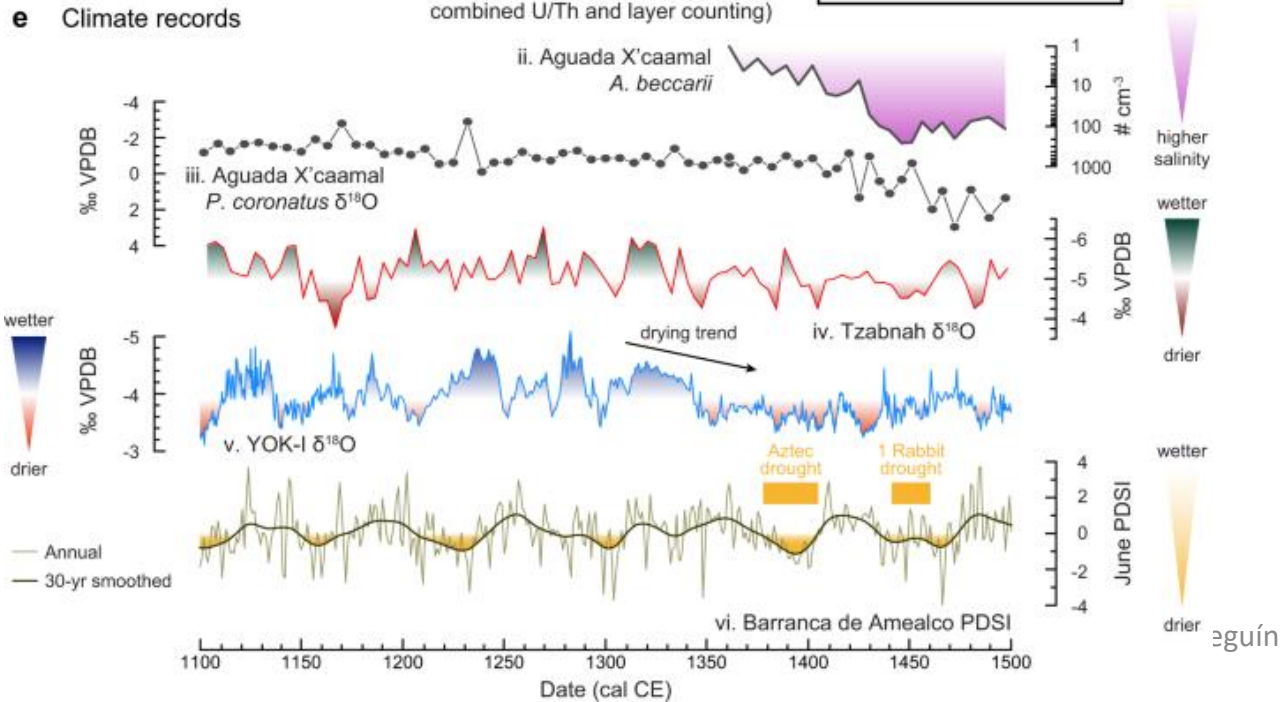
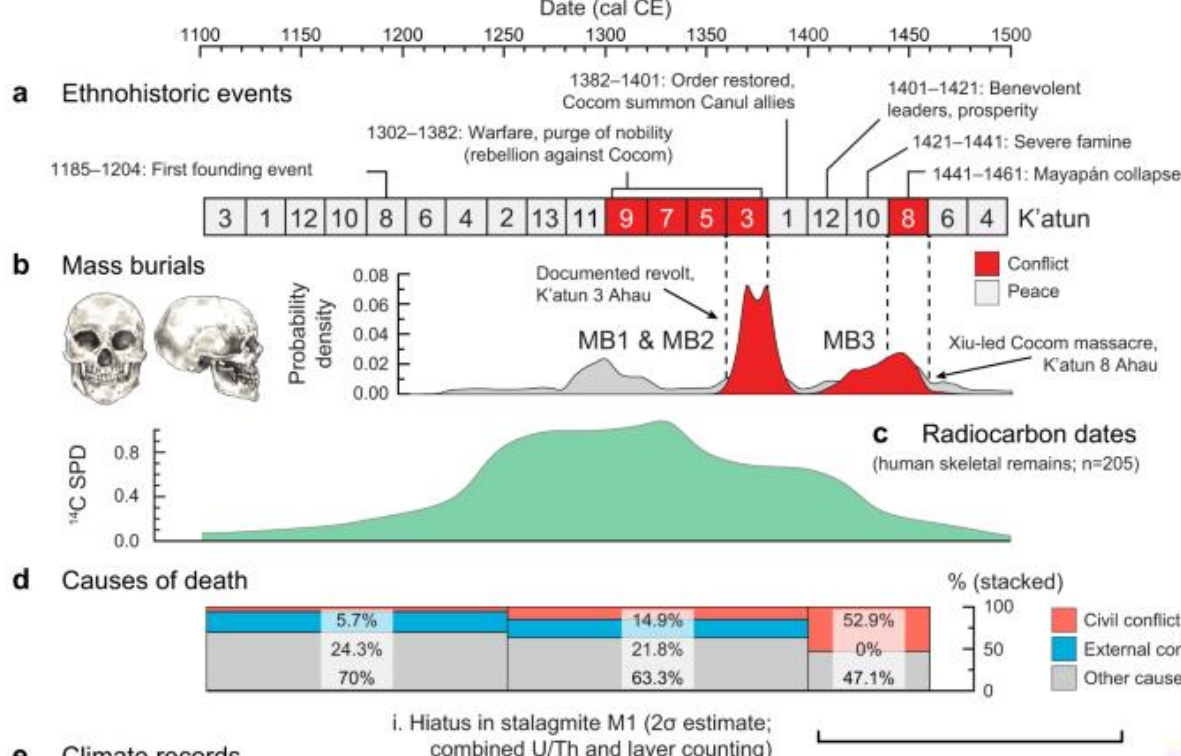
NOTE: Projections are based on a business-as-usual scenario using SSP2 and RCP8.5.

For more: ow.ly/RiWop

Felipe Arreguín

México vulnerable por su ubicación geográfica



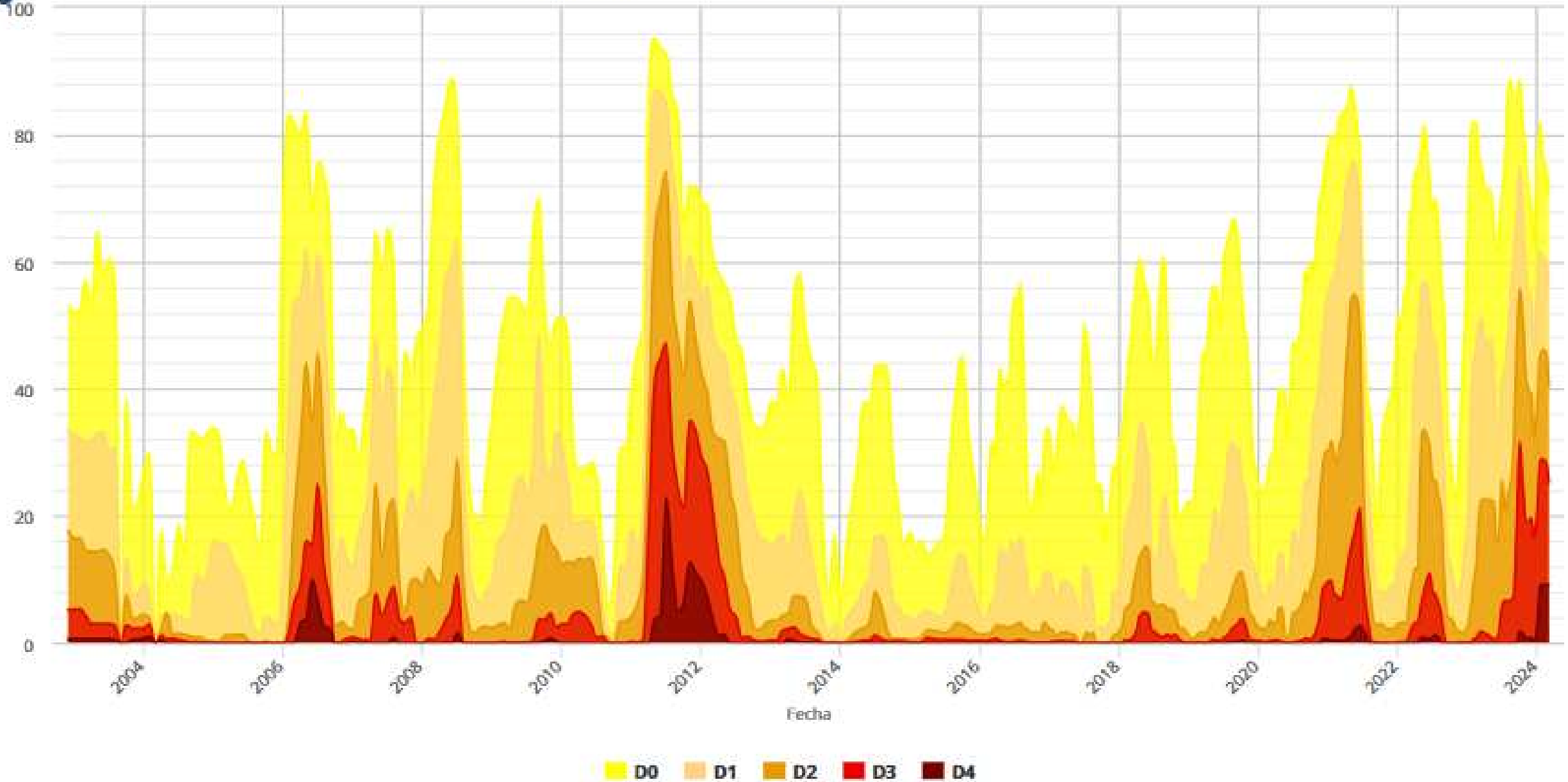


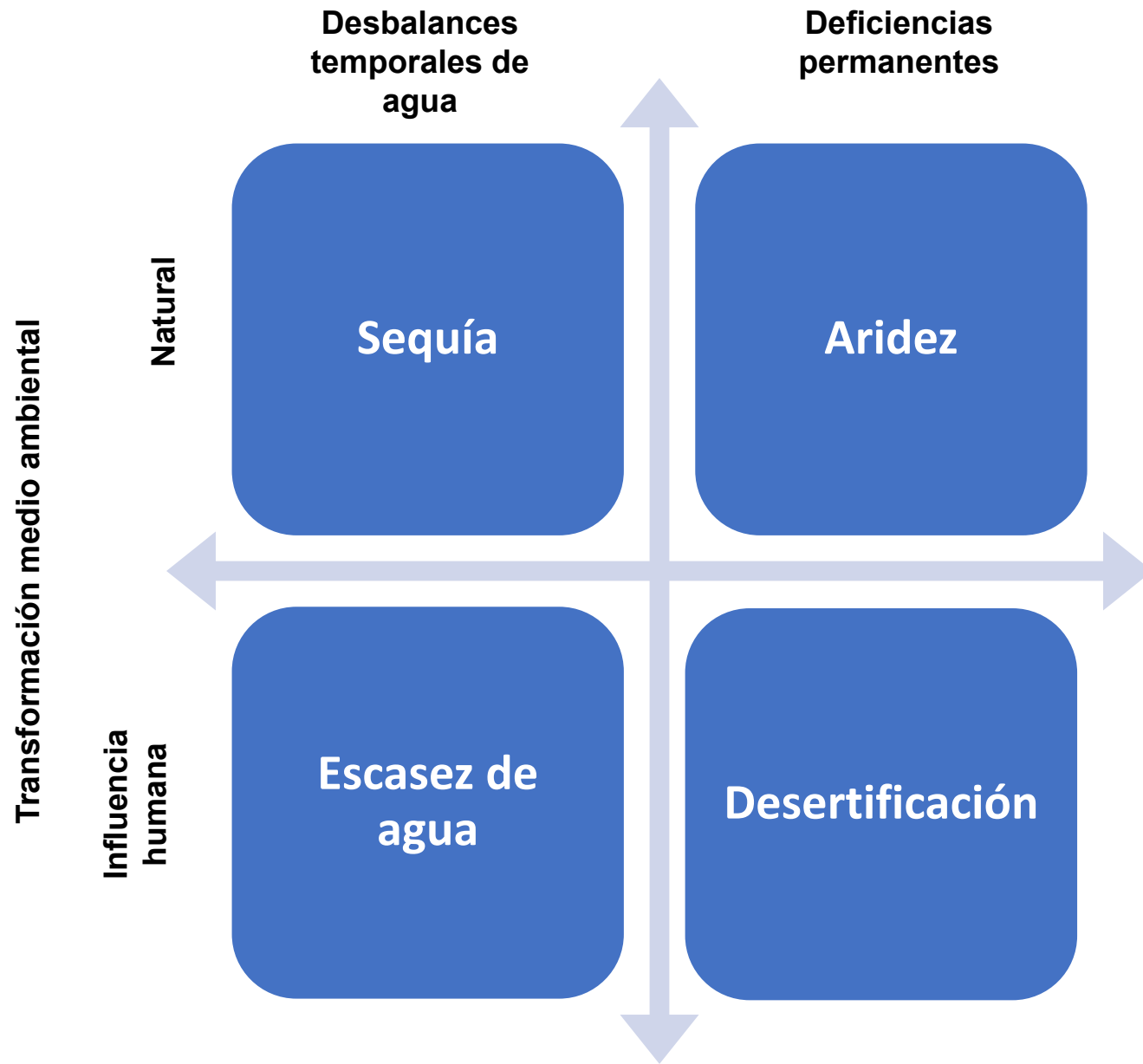
Porcentaje de área afectada con sequía en México



PORCENTAJE DE AFECTACION POR SEQUIA EN MEXICO

[Imprimir](#) [Descargar](#)





Tipos de sequía



Meteorológica



Agrícola

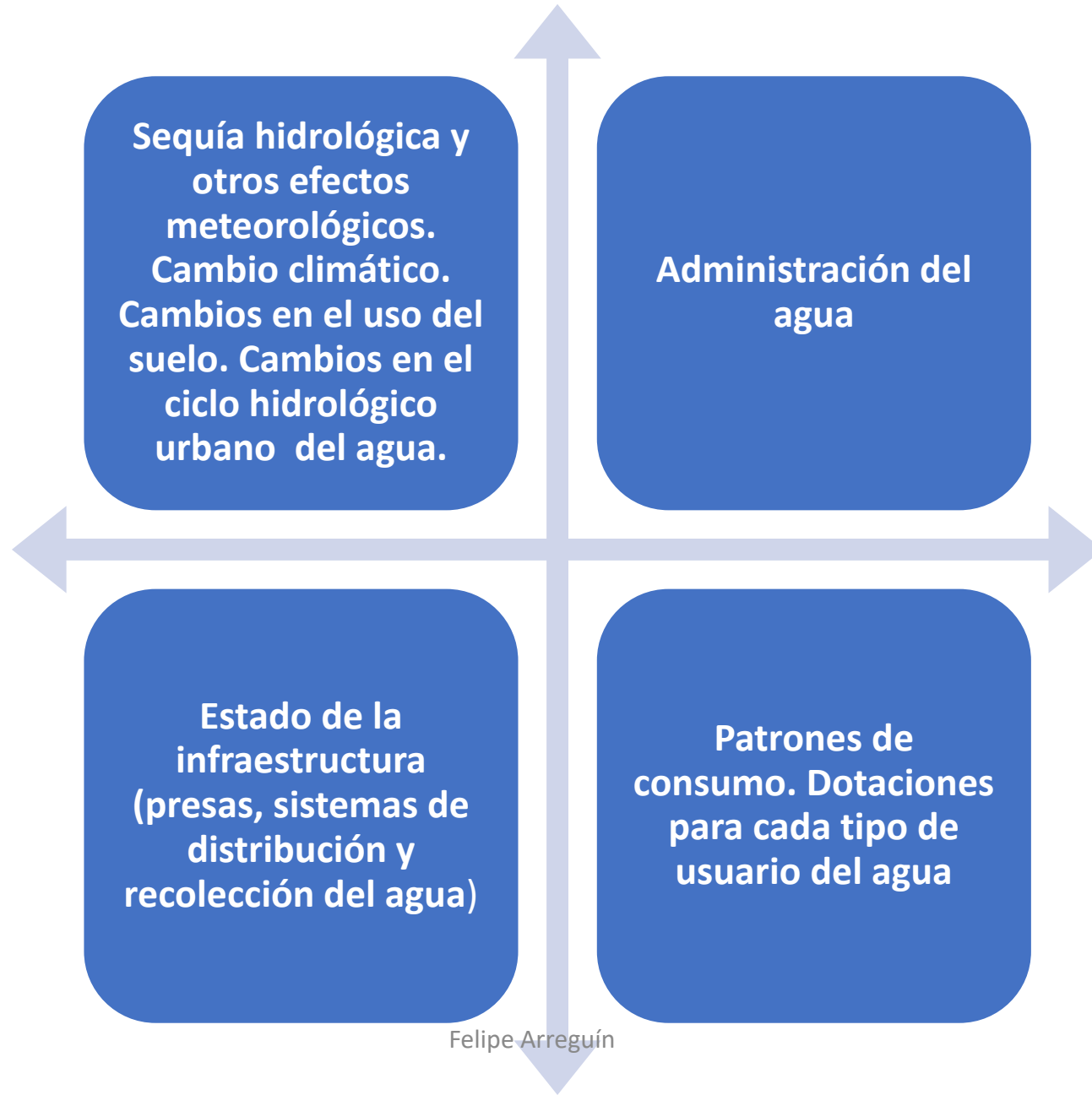


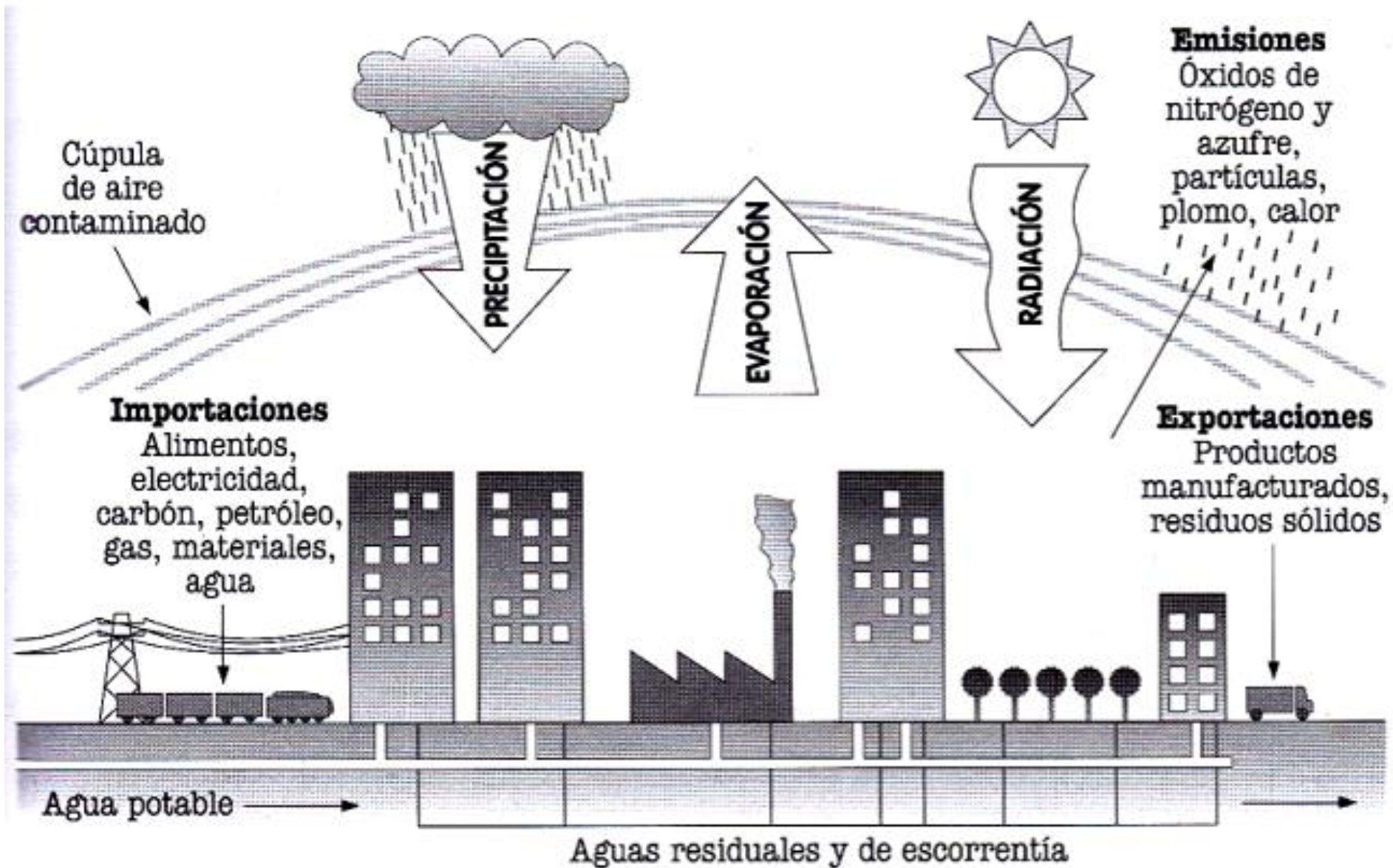
Hidrológica



Socioeconómica

Sequía urbana





Fuente: Terradas (1998): Ecología urbana, Barcelona, Rubes.

Felipe Arreguin

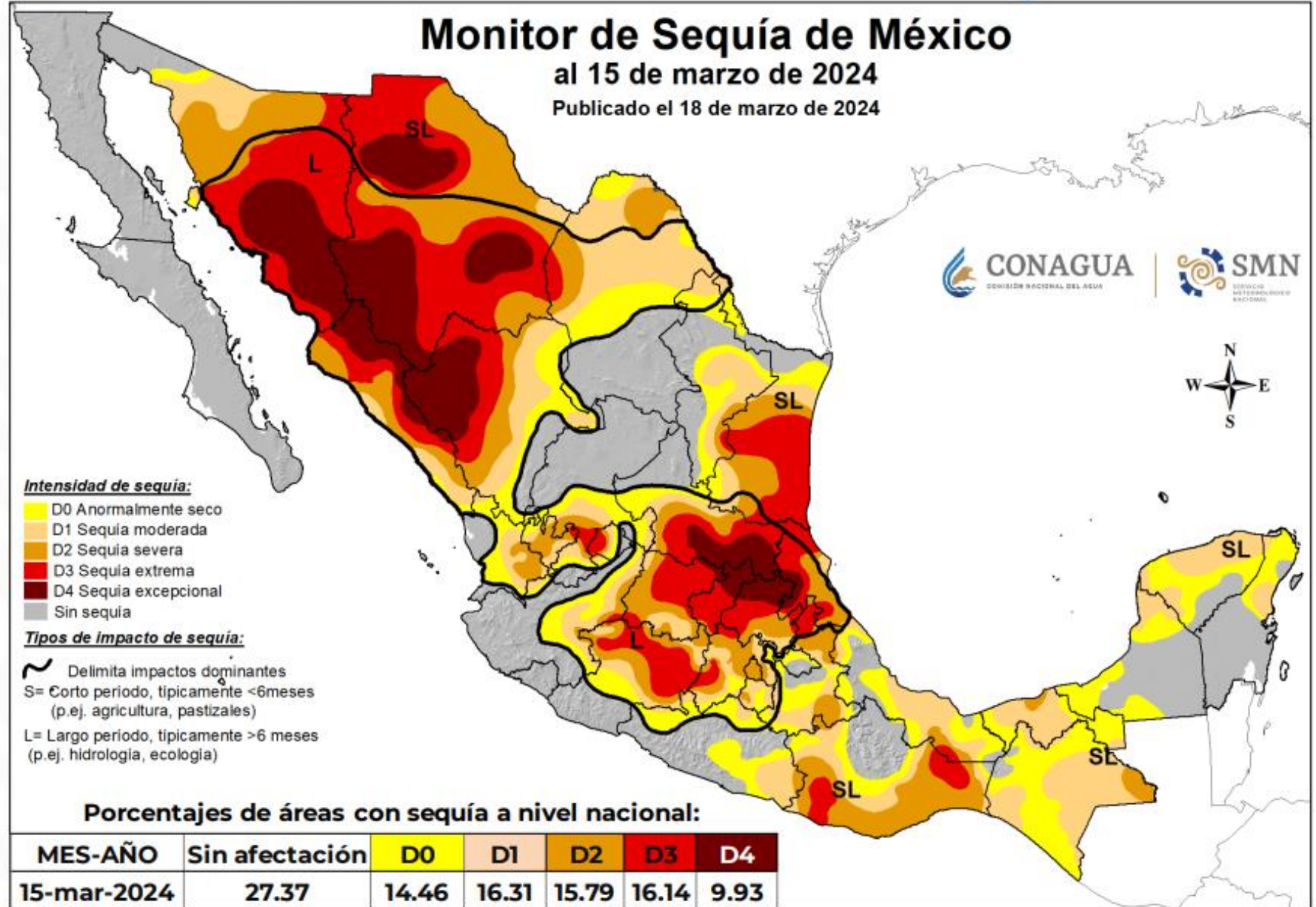


Monitor de Sequía de México (MSM)

Monitor de Sequía de México

al 15 de marzo de 2024

Publicado el 18 de marzo de 2024



Al 15 de marzo de 2024, la sequía extrema y excepcional (D3 y D4) se localiza en el noroeste y centro del país, ocupa el 26.07% del país.

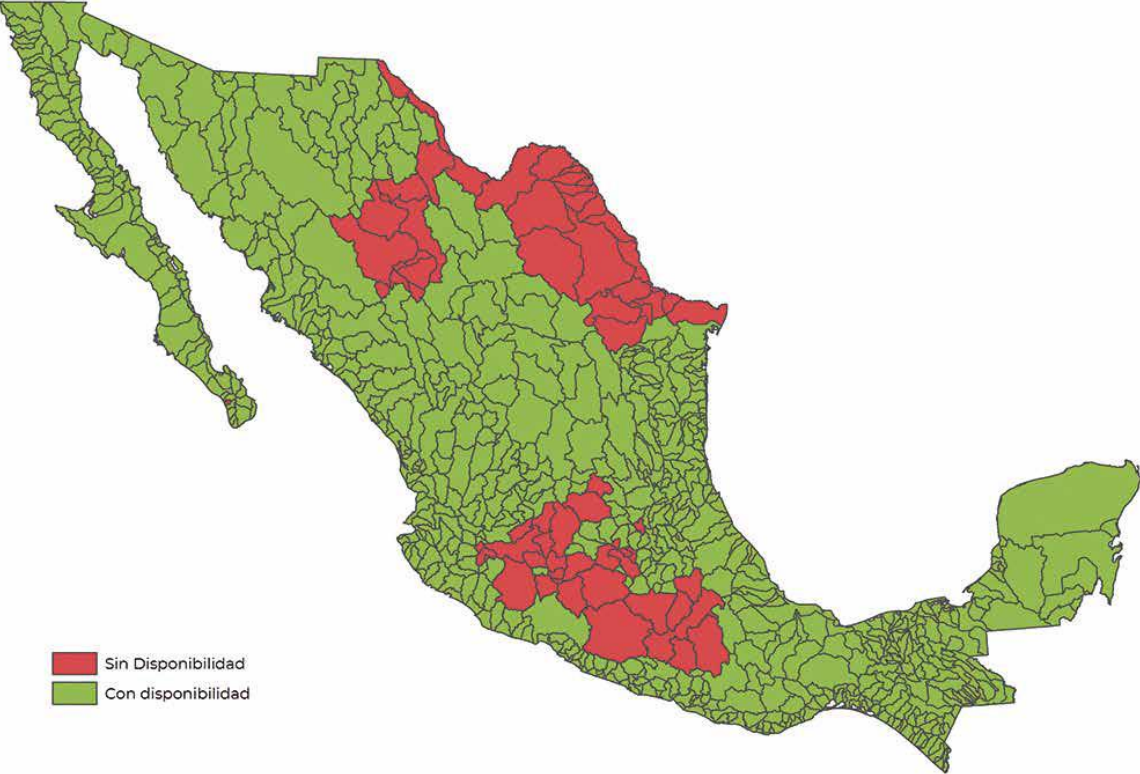
El 32.1% del territorio nacional tiene sequía de moderada a severa (D1 a D2).

En tanto que, el 14.46% de México tiene condiciones anormalmente secas (D0).

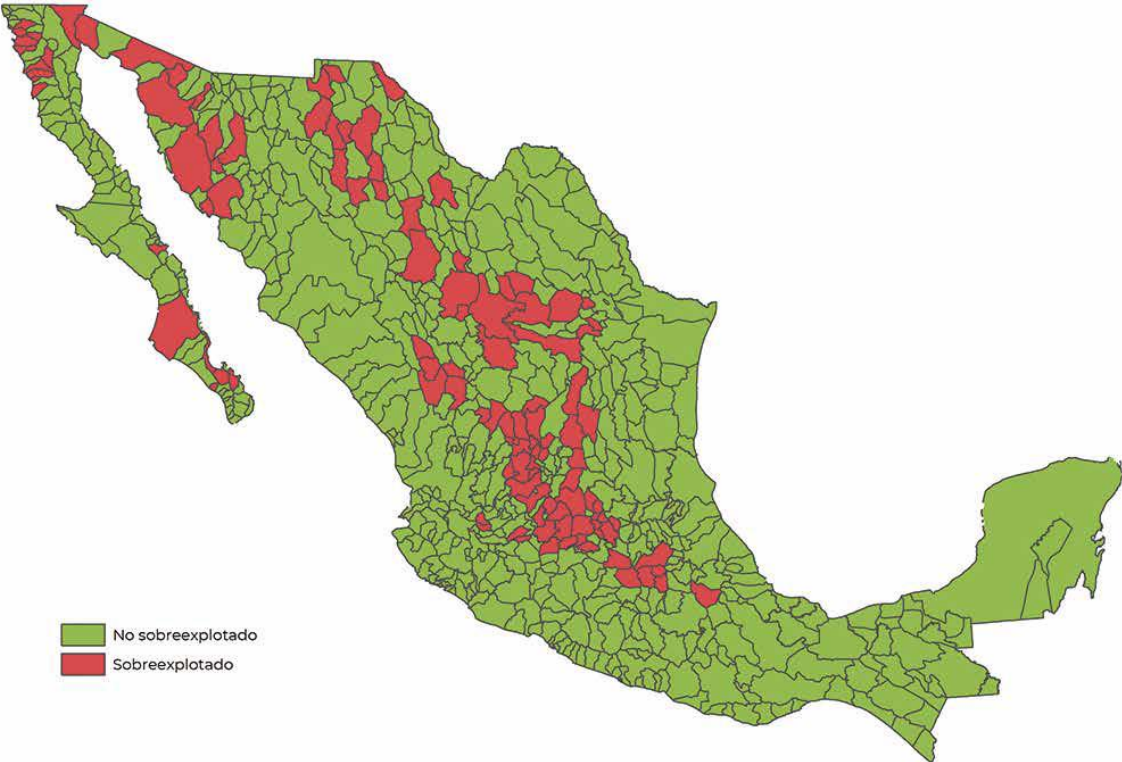
El 27.37% del país esta libre de sequía.



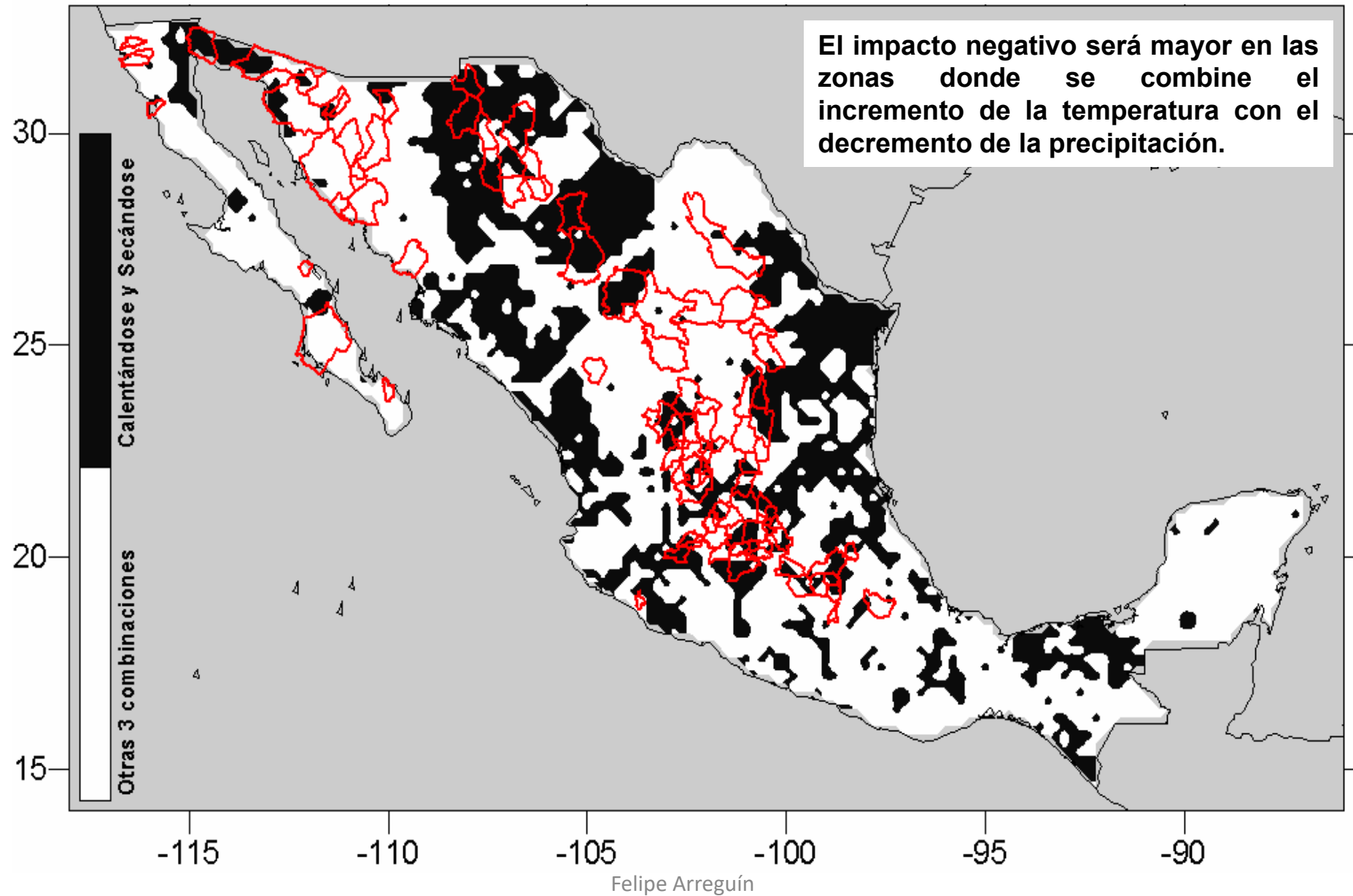
Disponibilidad en Cuencas



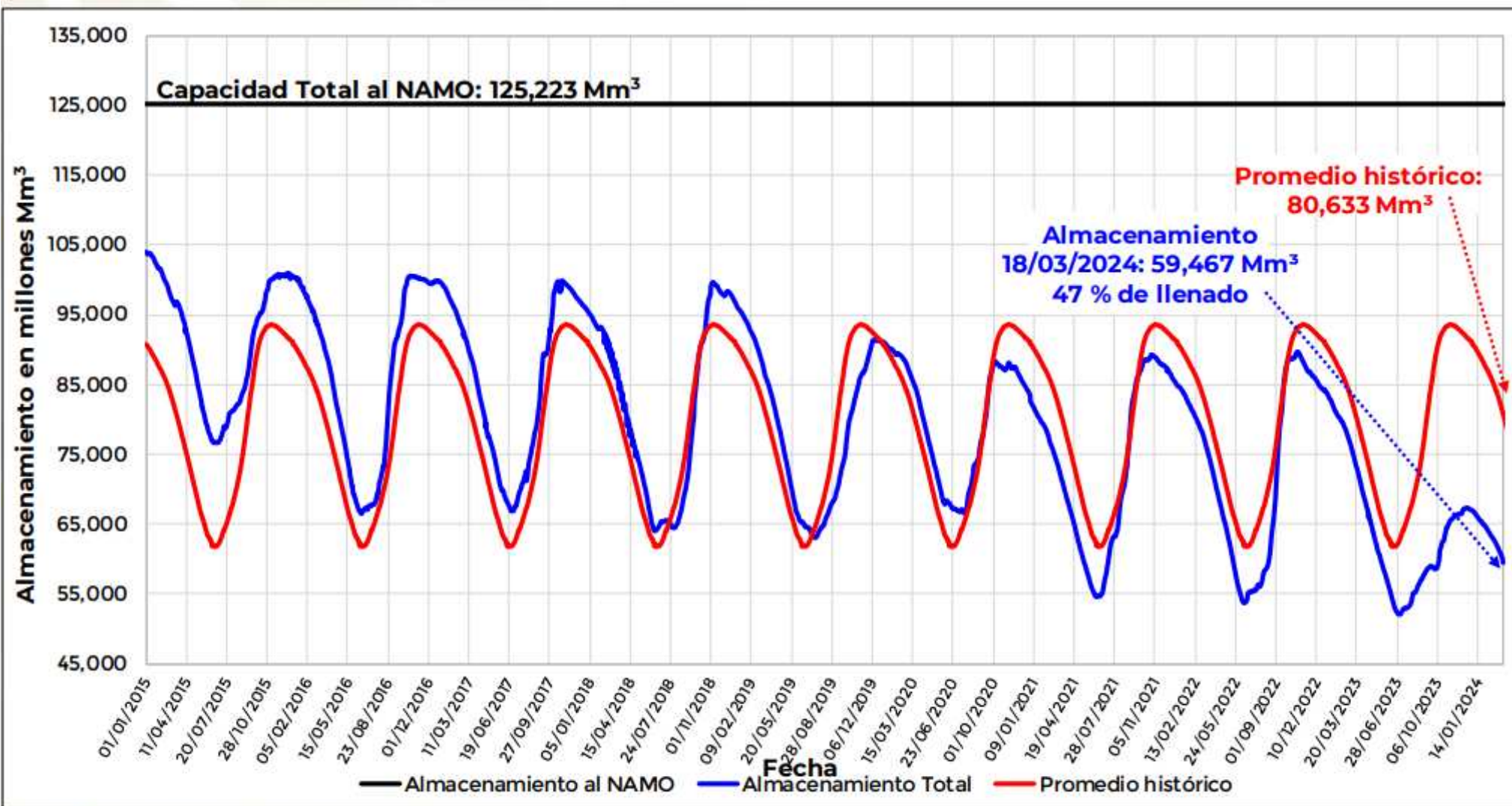
Disponibilidad en Acuíferos



Impacto del Cambio Climático sobre los acuíferos



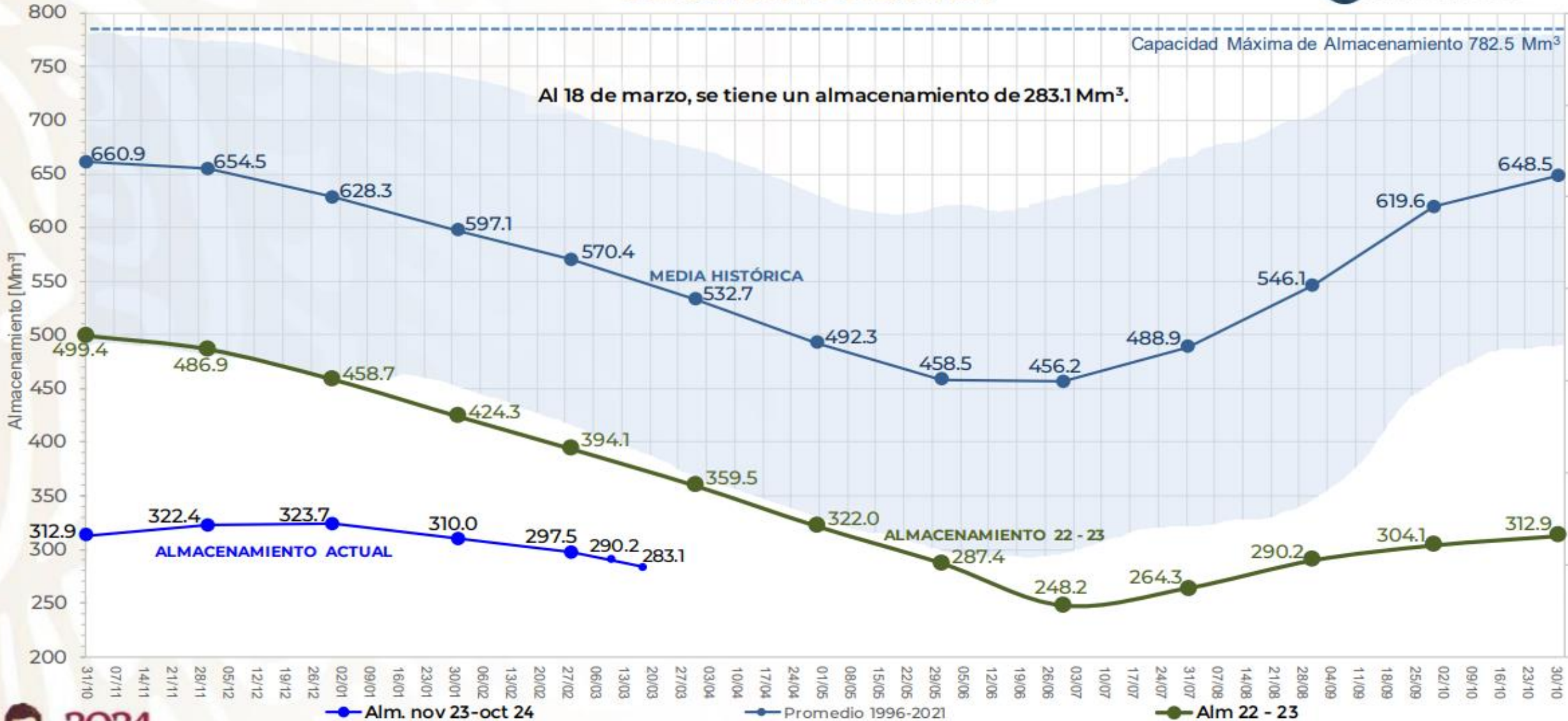
Almacenamiento nacional del 01 de enero de 2015 al 18 de marzo de 2024



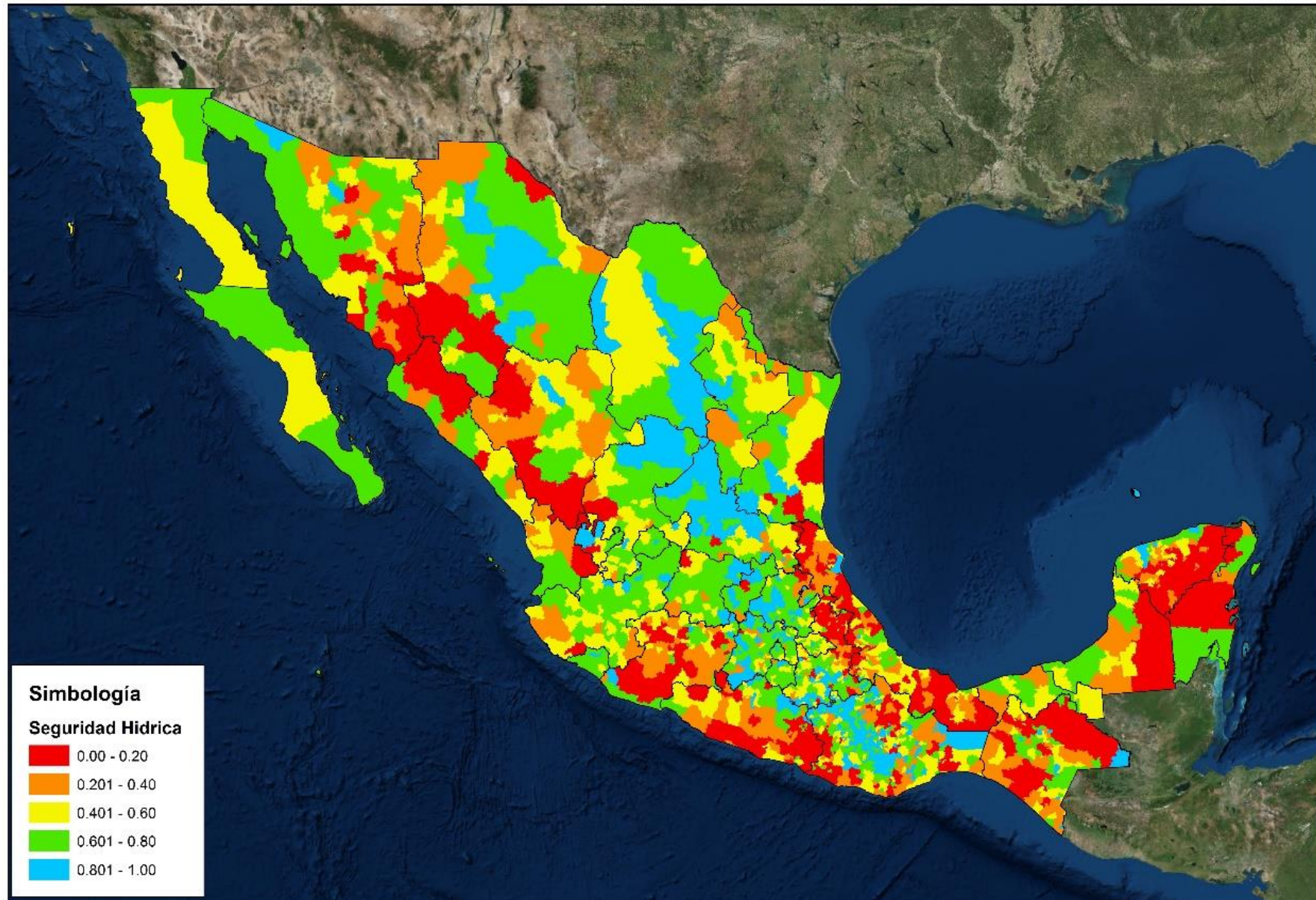
Diferencia al 18/03/2024 respecto al promedio histórico **21,166 Mm³**, lo que representa un **déficit de 26 %**.



ALMACENAMIENTOS DE LAS PRESAS DEL SISTEMA CUTZAMALA



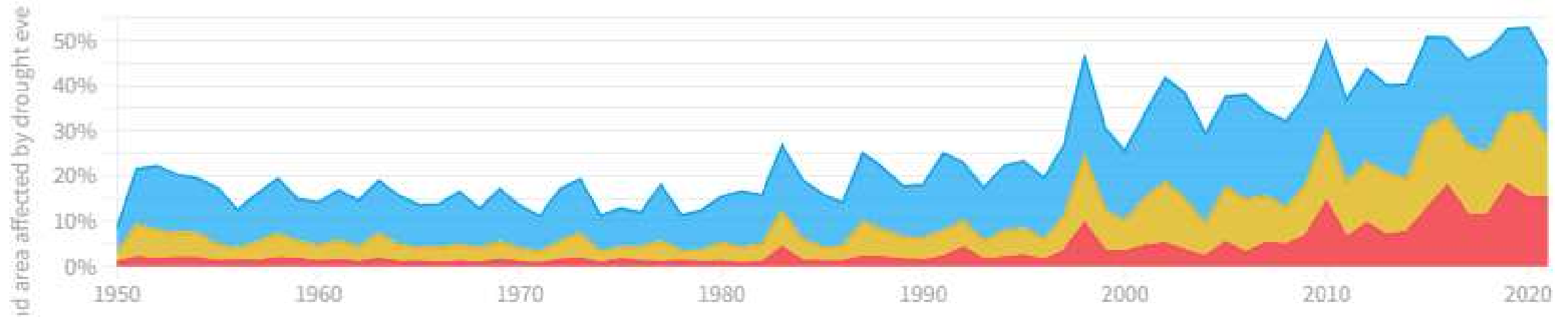
Índices de seguridad hídrica



Land Affected by Droughts

Percentage of land area affected by drought events per year, classified by the number of months in drought

Months of Drought: ■ 1 month ■ 3 months ■ 6 months



Source: Please reference the 2022 Report of the Lancet Countdown if using this data •

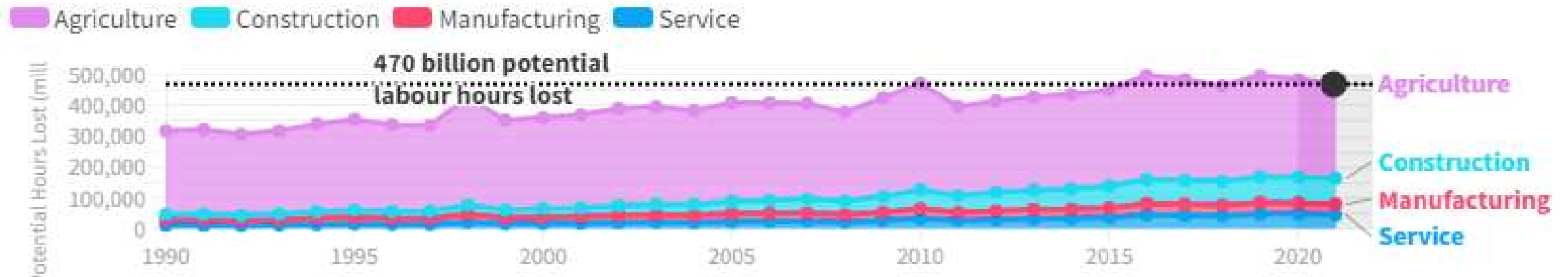
For a full description of the indicator, see the 2022 report of the Lancet Countdown at lancetcountdown.org



Potential Hours of Labour Lost Due to Exposure to Heat

Potential labour hours lost annually due to heat exposure by sector and country, HDI group, or WHO region, 1990-2021

World



Please reference the 2022 Report of the Lancet Countdown if using this data •

For a full description of the indicator, see the 2022 report of the Lancet Countdown at lancetcountdown.org



Tabla 1.1. Resumen de los daños y pérdidas materiales y económicas de los desastres en 2020

Fenómeno	Defunciones por fenómeno	Daños y pérdidas anuales (miles de pesos corrientes)	Viviendas dañadas	Escuelas dañadas	Hospitales afectados	Población afectada
Hidrometeorológicos	116	26 585 830.1	253 341	537	11	839 739
Geológicos	31	4 564 834.9	2 354	69	21	3 169
Químicos	80	566 715.3	257	0	0	13 554
Socioorganizativos	170	144 578.6	2	0	0	2 186
Sanitarios	1	5.5	0	0	0	87
Total	398	31 861 964.4	255 954	606	32	858 735

Fuente: CENAPRED

Tabla 1.2. Principales desastres de origen natural en 2020 según el monto de daños y pérdidas que causaron

Fecha	Estado	Fenómeno	Descripción general de daños	Daños y pérdidas (millones de pesos)
Del 28 de octubre al 19 de noviembre	Tabasco	Hidrometeorológico	El paso de los frentes fríos 9, 11 y 13 originaron lluvias importantes, dejando 10 fallecidos, y daños diversos en infraestructura	13 508.6
Del 1 de octubre al 30 de noviembre	Chiapas	Hidrometeorológico	Durante los meses de octubre y noviembre se presentaron en varios municipios de la entidad una serie de lluvias intensas e inundaciones que dejaron múltiples daños y pérdidas	4006.0
El 23 de junio	Oaxaca	Geológico	Sismo magnitud 7.4 que dejó 6 personas fallecidas, 21 lesionadas, 2 mil afectadas y múltiples daños en vivienda e infraestructura pública y privada	2227.8
Del 1 de octubre al 30 de noviembre	Chiapas	Geológico	Durante los meses de octubre y noviembre se presentaron en varios municipios de la entidad una serie de deslaves que dejaron múltiples daños y pérdidas, además de 21 defunciones	1814.1
Del 30 de octubre al 1 de noviembre	Veracruz	Hidrometeorológico	Se presentaron lluvias severas e inundación fluvial y pluvial del 30 de octubre al 1 de noviembre de 2020	840.9

Fuente: CENAPRED

83.4 % fenómenos hidrometeorológicos

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS PRINCIPALES DESASTRES OCURRIDOS EN MÉXICO

RESUMEN EJECUTIVO 2020

Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos
Subdirección de Estudios Económicos y Sociales
Centro Nacional de Prevención de Desastres

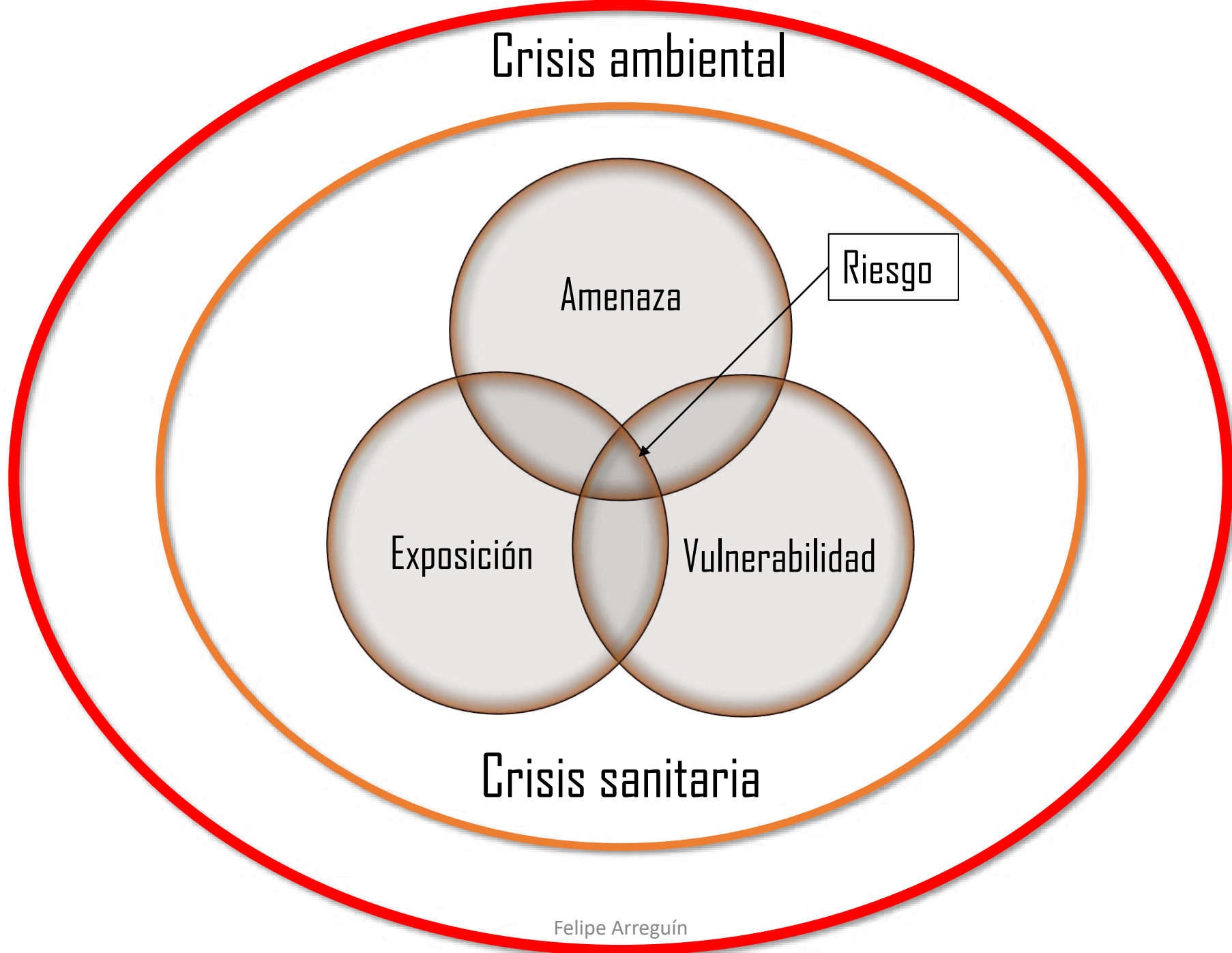


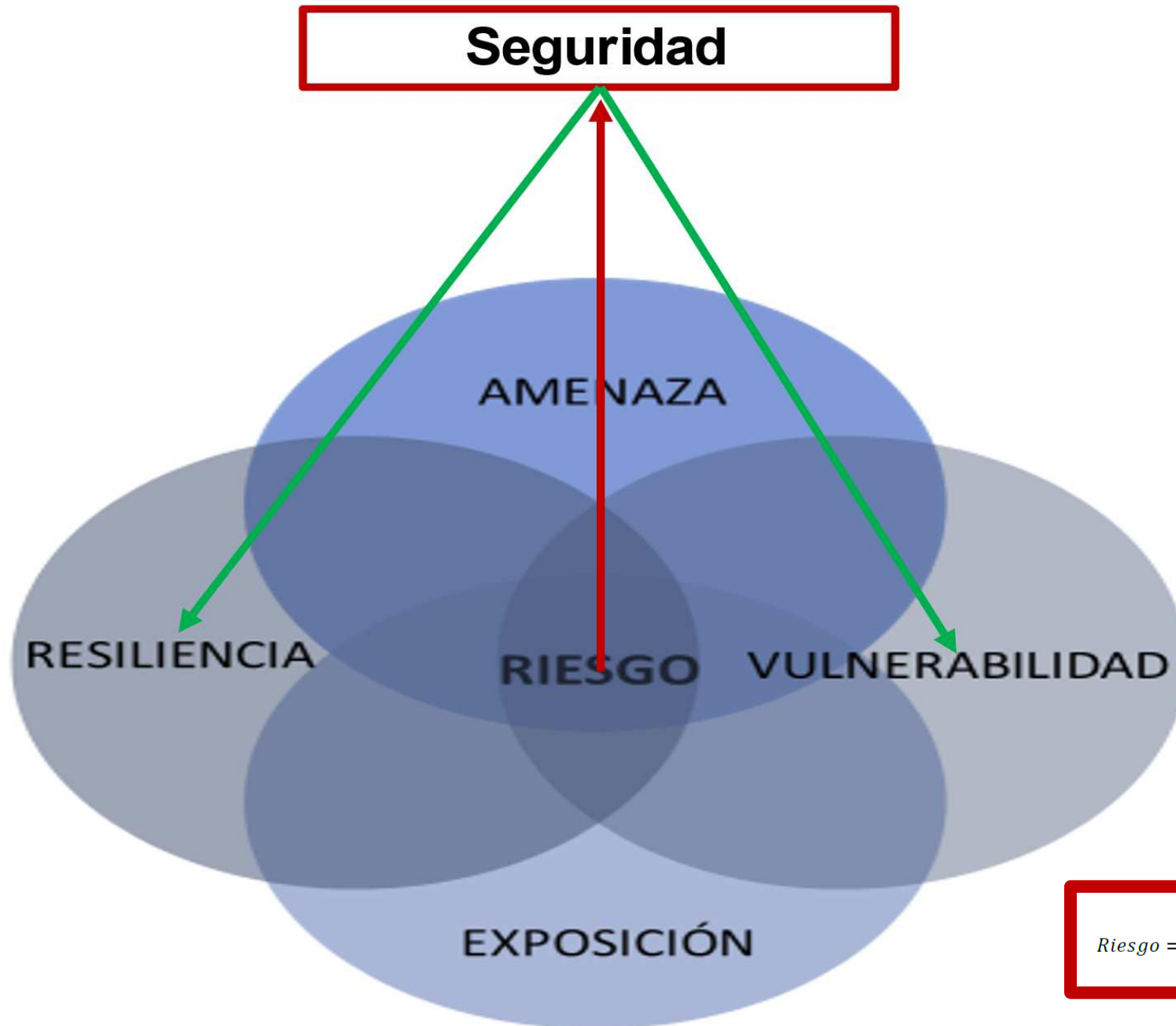
¿Cómo atender este problema?

Programa Nacional
Contra la Sequía

PRONACOSE

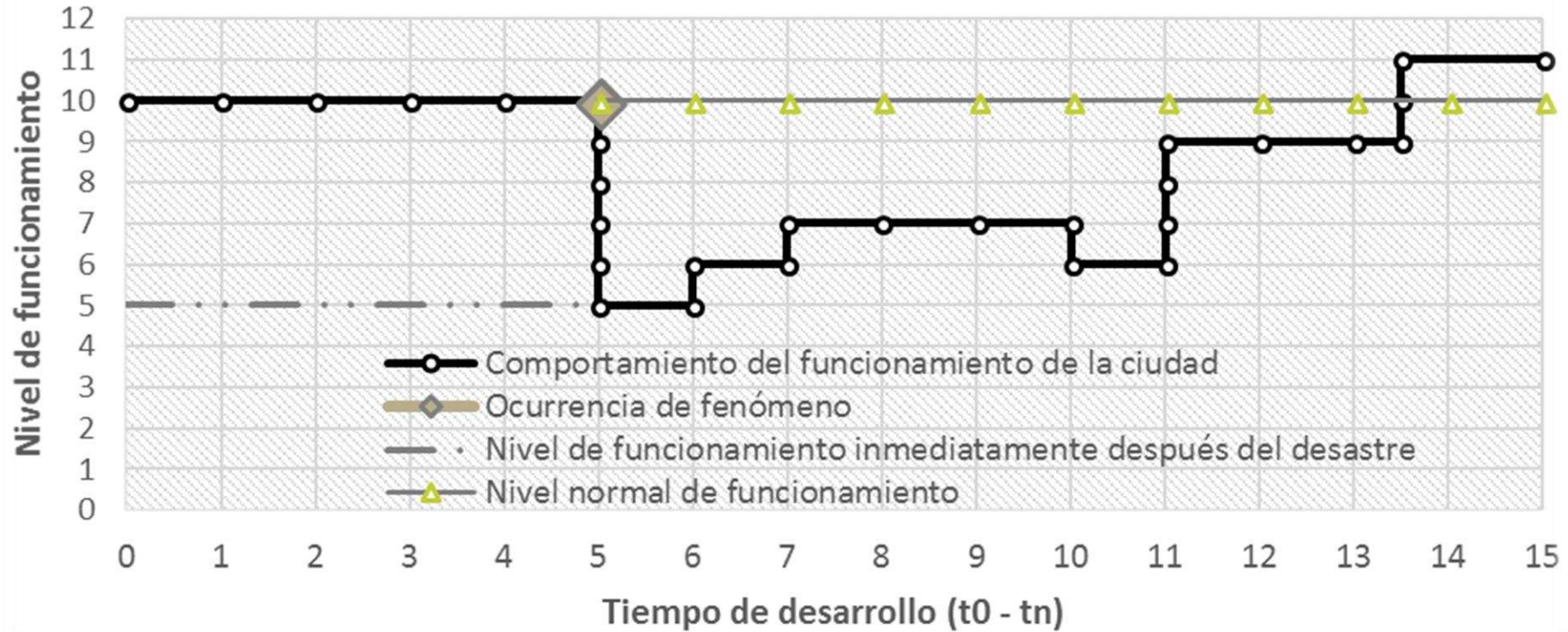
Crisis ambiental





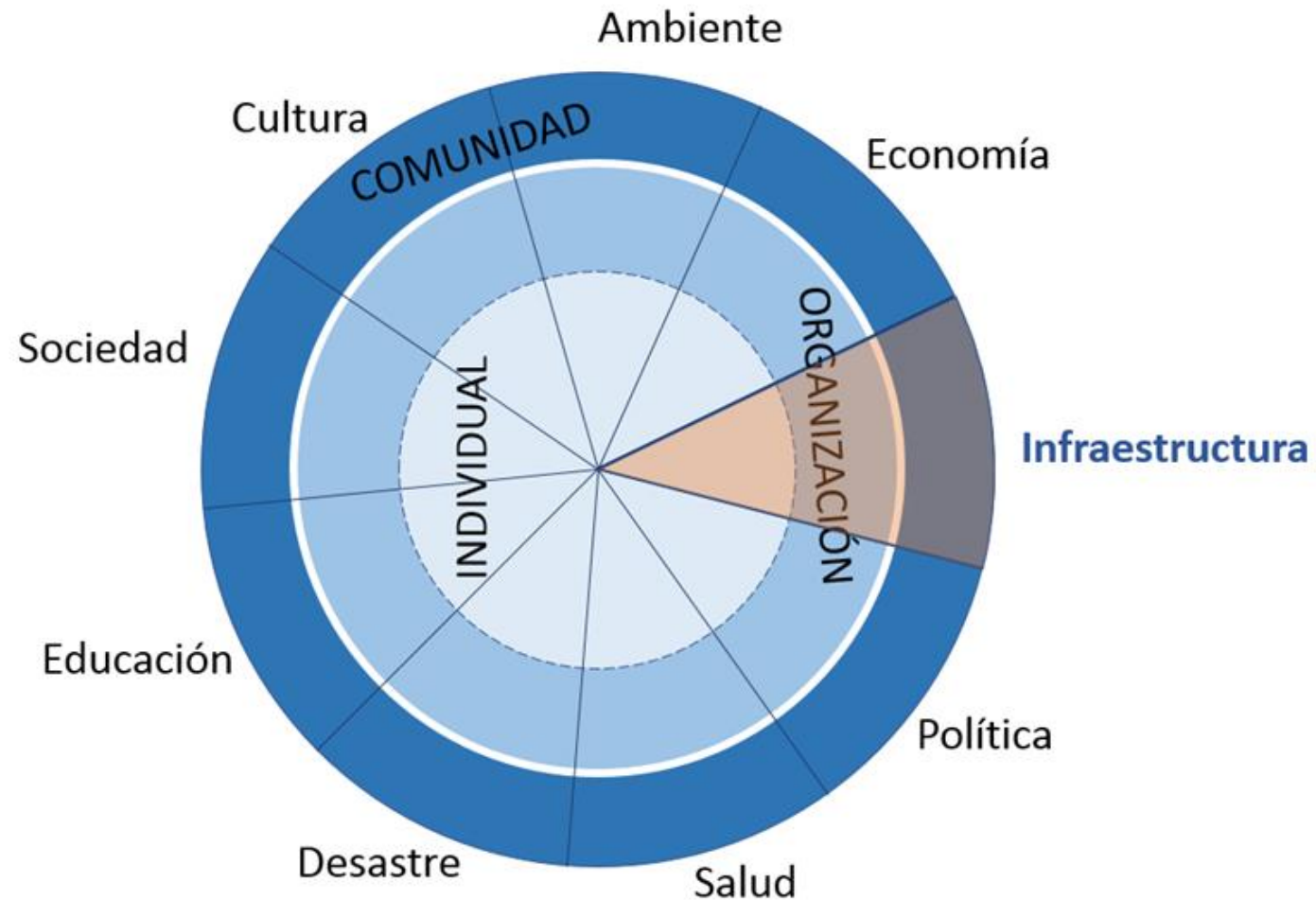
$$\text{Riesgo} = f\left(\frac{\text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad} * \text{Exposición}}{\text{Resiliencia}}\right)$$

Proceso teórico de la resiliencia



$$Riesgo = f \left(\frac{Amenaza * Vulnerabilidad * Exposición}{Resiliencia} \right)$$

Elementos esenciales en la construcción de resiliencia ante fenómenos hidrometeorológicos



¿Cómo construir resiliencia ante la sequía?

... 2012

Atención reactiva

Históricamente, afectaciones atendidas con:

- FONDEN (SEGOB) y
- CADENA (SAGARPA),

Subdirecciones Generales de Infraestructura Hidroagrícola

y

Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.

2013 →

Enfoque:

“... cuyo principal componente será, primero, **el alertamiento**,... y segundo, la **actuación temprana para prever, prevenir y actuar oportunamente** ante eventuales contingencias climatológicas que vayan a afectar a la población y la productividad del campo”.

Los lineamientos de sequía* (DOF,22nov2012) establecen:

1) Criterios técnicos (índices SDI, Índice de sequía por escurrimiento; SPI, Índice estandarizado de precipitación) por los que Conagua determina **inicio-final y ubicación de una sequía severa;**

2) Recomendaciones para **enfrentar todas las etapas de sequía:**

Antes: *diseño de acciones, cuantificación de recursos necesarios y planeación.*

Durante: *aplicación coordinada de las acciones antes planeadas.*

Después: *evaluación, recuperación de recursos, mejoras derivadas de aprendizaje, y acciones de mayor alcance.*

* “Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía”

Lineamientos de sequía

22 de noviembre de 2012

(2) Acuerdos de Carácter General de inicio y término de la sequía *(Actos de Autoridad para garantizar agua para consumo humano)*

DOF: 22/11/2012

LINEAMIENTOS que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

JOSE LUIS LUEGE TAMARGO, Director General de la Comisión Nacional del Agua, Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con los artículos 1, 2, 4, 7 fracciones V y IX, 9 fracciones I, VI, XVII, XIX, XXVI, XXXV, XXXVI, XL, L y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII, 13 BIS 4, 14 BIS 5 fracciones I, VIII, IX y XIII y 47 BIS de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 6 primer párrafo y 13 fracciones I, II, XI, XIII inciso c), XIX, XXVII y XXX, del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, y

CONSIDERANDO

Que el artículo 4 de la Ley de Aguas Nacionales establece que corresponde al Ejecutivo Federal la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, quien las ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua;

Que con motivo del cambio climático se han generado severos problemas de desabasto de agua para el futuro, por lo que una de las estrategias más importantes para mitigar y prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos consiste en contar con planes de contingencia, donde se incluyan acciones preventivas y de mitigación;

Que el "Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de mayo de 2007, en su "Eje 4. Sustentabilidad ambiental", Diagnóstico, señala que los efectos globales del deterioro ambiental traen consigo impactos adversos como: la modificación espacial, temporal y cuantitativa de lluvias y sequías, estableciendo que la solución a esta problemática requiere atender temas puntuales de la agenda ambiental, así como realizar acciones a escala nacional, que trasciendan las esferas de actuación de una sola dependencia o institución gubernamental y que involucren la participación activa de la sociedad en su conjunto;

Que el "Programa Nacional Hídrico 2007-2012", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2008, en su "Objetivo 6. Prevenir los Riesgos Derivados de Fenómenos Meteorológicos e Hidrometeorológicos y Atender sus Efectos", señala que dada su ubicación geográfica, nuestro país está expuesto a diferentes eventos hidrometeorológicos severos, y también es susceptible a la ocurrencia de sequías, fenómeno imprevisto que puede presentarse en cualquier zona del territorio y cuya ocurrencia reduce drásticamente los volúmenes de agua almacenados en las presas y disminuye la recarga de los acuíferos, poniendo en riesgo el abastecimiento de agua potable, afectando las actividades agrícolas, ganaderas, industriales y la generación de energía eléctrica, además de que impacta a la flora y fauna de la región. Por lo que la estrategia más importante para mitigar sus efectos consiste en contar con planes de contingencia, donde se incluyan acciones preventivas y de mitigación;

Que el artículo 7 fracción IX de la Ley de Aguas Nacionales declara de utilidad pública, la prevención y atención de los efectos de fenómenos meteorológicos extraordinarios que pongan en peligro a las personas, las áreas productivas o sus instalaciones;

Que por lo anterior, el artículo 9 fracción L de la Ley de Aguas Nacionales establece que la Comisión Nacional del Agua, mediante la expedición de Acuerdos de carácter general, podrá tomar las medidas necesarias, normalmente de carácter transitorio, para que en situaciones de emergencia, escasez extrema o sobreexplotación, se garantice el abasto de agua para el uso doméstico y público urbano;

Que la Comisión Nacional del Agua, podrá determinar, mediante los Acuerdos de carácter general señalados en el párrafo anterior y conforme a las "Condiciones Generales" de los títulos de concesión y asignación, la restricción parcial o total de los volúmenes concesionados y/o asignados en los títulos señalados, por lo que, para evitar conflictos sociales al respecto, los presentes Lineamientos establecen una serie de pasos a seguir en caso de que esta Comisión Nacional del Agua tome dichas acciones;

Que la Ley de Aguas Nacionales señala en su artículo 9 fracción XXVI que la Comisión Nacional del Agua, promoverá un uso eficiente del agua y su conservación en todas las fases del ciclo hidrológico, así mismo, impulsará el desarrollo de una cultura del agua que considere a este elemento como recurso vital, escaso y de alto valor económico, social y ambiental, por lo que constituye una prioridad nacional el proteger la vida de las personas y garantizar la continuidad de sus actividades durante una sequía;

Que la citada Ley de Aguas Nacionales en su artículo 47 BIS establece que la Comisión Nacional del Agua, promoverá entre los sectores público, privado y social, el uso eficiente del agua en las poblaciones y centros urbanos, el mejoramiento en la administración del agua en los sistemas respectivos, y las acciones de manejo, preservación, conservación, reúso y restauración de las aguas residuales aún en situaciones de sequía, por lo que he tenido a bien emitir los siguientes:

Felipe Arreguín

LINEAMIENTOS QUE ESTABLECEN LOS CRITERIOS Y MECANISMOS PARA EMITIR ACUERDOS DE CARÁCTER GENERAL EN SITUACIONES DE EMERGENCIA POR LA OCURRENCIA DE SEQUÍA, ASÍ COMO LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN, QUE PODRÁN IMPLEMENTAR LOS USUARIOS DE LAS AGUAS NACIONALES PARA LOGRAR UN USO EFICIENTE DEL AGUA DURANTE SEQUÍA.

- Existen **26 Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía** para cada uno de los consejos de cuenca y **22 ciudades** los cuales fueron aprobados en los **Consejos de Cuenca**



Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía **PMPMS** en cada uno de los 26 consejos de cuenca



Diseñado e implementado por autoridades y usuarios (Con base en características locales de cada región)

IMTA, Institutos de Ingeniería y Geografía-UNAM, Universidad Juárez del Estado de Durango, Universidad Autónoma de Chihuahua, Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Veracruzana, Universidad de Sonora, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Universidad Autónoma de Zacatecas y Universidad Autónoma de Yucatán

Integración de acciones en los PMPMS

Acciones previas	Acciones durante		Acciones posteriores
<u>Planeación:</u>	<u>Adaptación:</u>	<u>Monitoreo y aviso a la población:</u>	<u>Evaluación</u>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseñar acciones para sequías de severidad diversa ✓ Generar un fondo financiero ✓ Llenar un volumen de reserva 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reducción de demanda ✓ Abastecimiento emergente 	<p><u>Físico</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Niveles en cauces ✓ Lluvia, gasto temperatura <p><u>Administrativo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Eficiencias ✓ Dotaciones ✓ Metas (avance/logro) ✓ Volumen: usado / facturado ✓ Vigilancia <p>Atención al usuario</p>	<p><u>Administrativas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Restablecer fondo financiero " volumen de reserva ✓ Mejorar acciones " eficiencia de usuarios ✓ Investigar mejores prácticas <p><u>Interinstitucional</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ordenamiento territorial ✓ Equilibrio oferta-demanda <p><u>Usuarios</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejorar eficiencia

Coordinación institucional del Pronacose

COMISIÓN INTERSECRETARIAL PARA LA ATENCIÓN DE SEQUÍAS E INUNDACIONES.

**SEGOB · SEDENA · SEMAR · SHCP · SEDESOL · SEMARNAT
SENER · SE · SAGARPA · SCT · SALUD · SEDATU · CFE.**



COMISIÓN INTERSECRETARIAL
PARA LA ATENCIÓN DE SEQUÍAS E
INUNDACIONES.

SEGOB · SEDENA · SEMAR · SHCP · SEDESOL · SEMARNAT
SENER · SE · SAGARPA · SCT · SALUD · SEDATU · CFE.

DOF 5 DE ABRIL DE 2013

Artículo Primero. Se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial para la atención de sequías e inundaciones (Comisión), que tiene por objeto la **coordinación de acciones entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal**, relativas al análisis de riesgos y la implementación de medidas de prevención y mitigación de fenómenos meteorológicos extraordinarios y los efectos que éstos generan, tales como sequías e inundaciones.



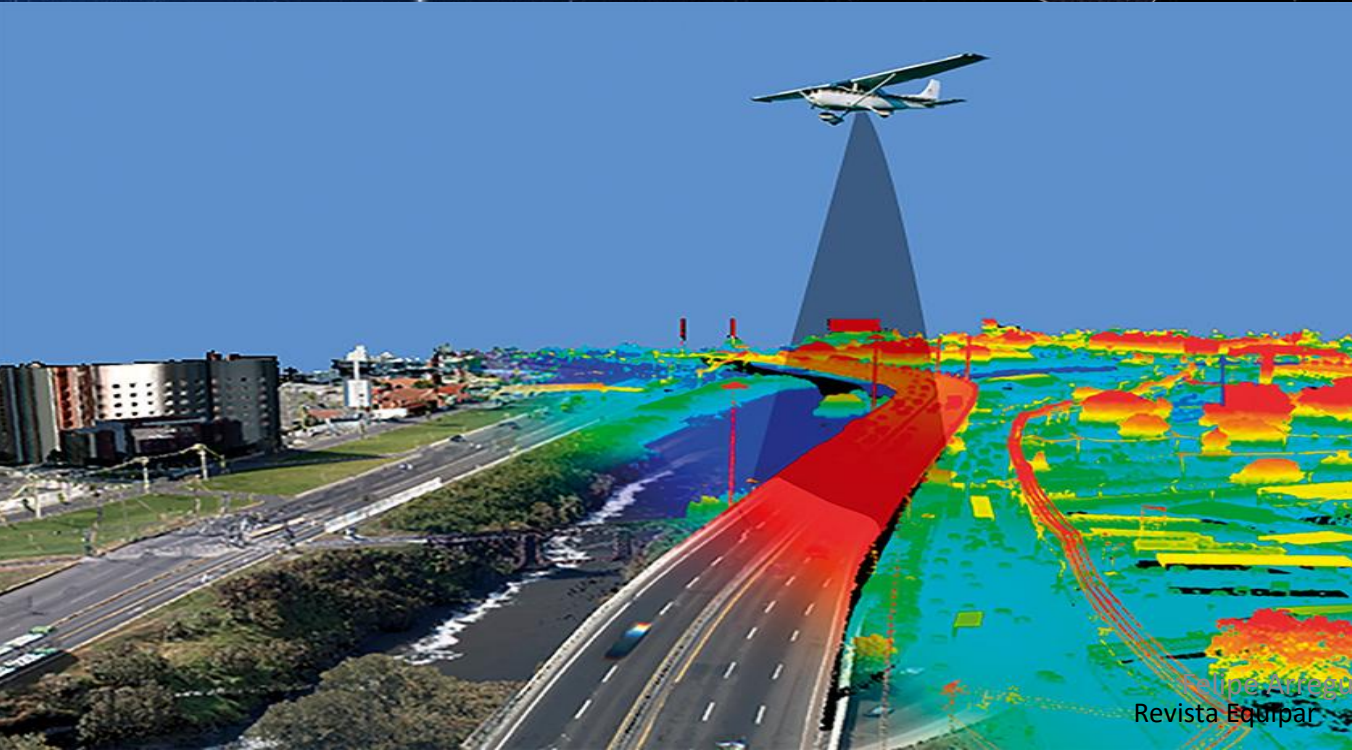
Datos descendentes



Credit: NASA



Proceso Digital



Revista Equipac





Datos ascendentes



Campbell Scientific



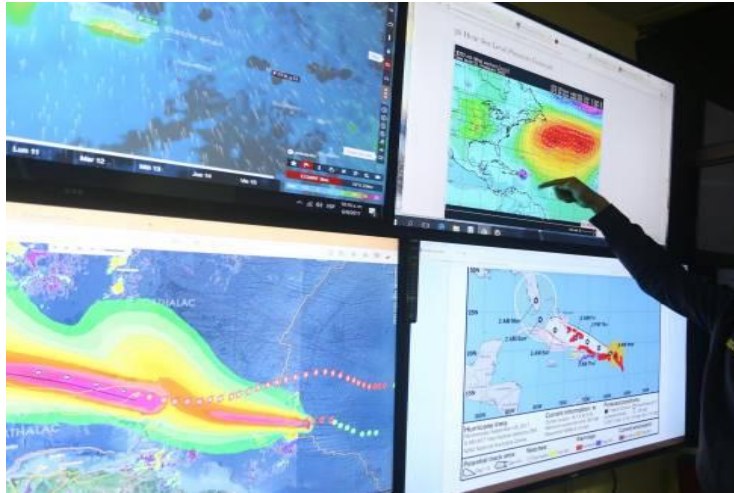
Amazon Felipe Arreguín



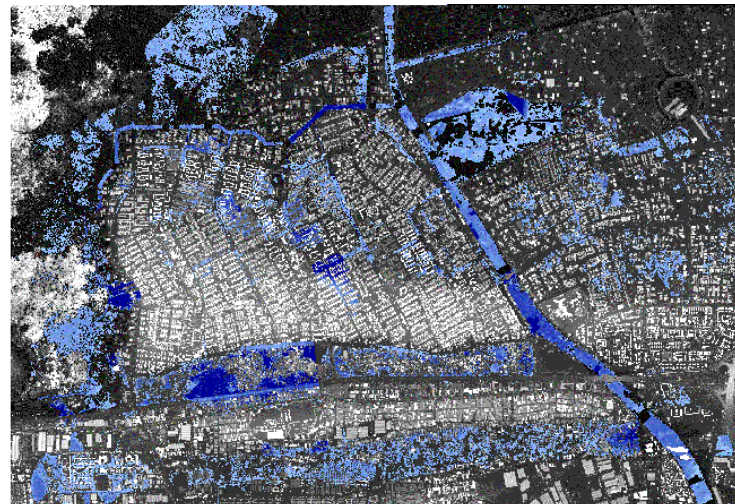
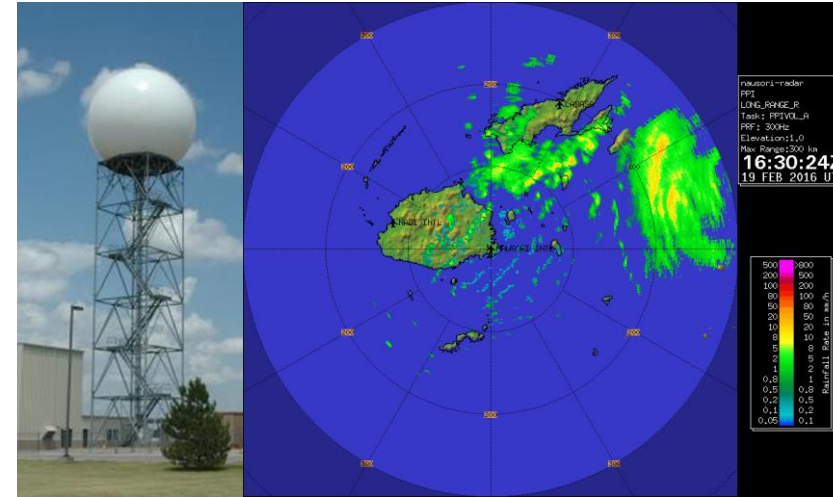
Maxon

Tecnología y el diseño de la infraestructura resiliente

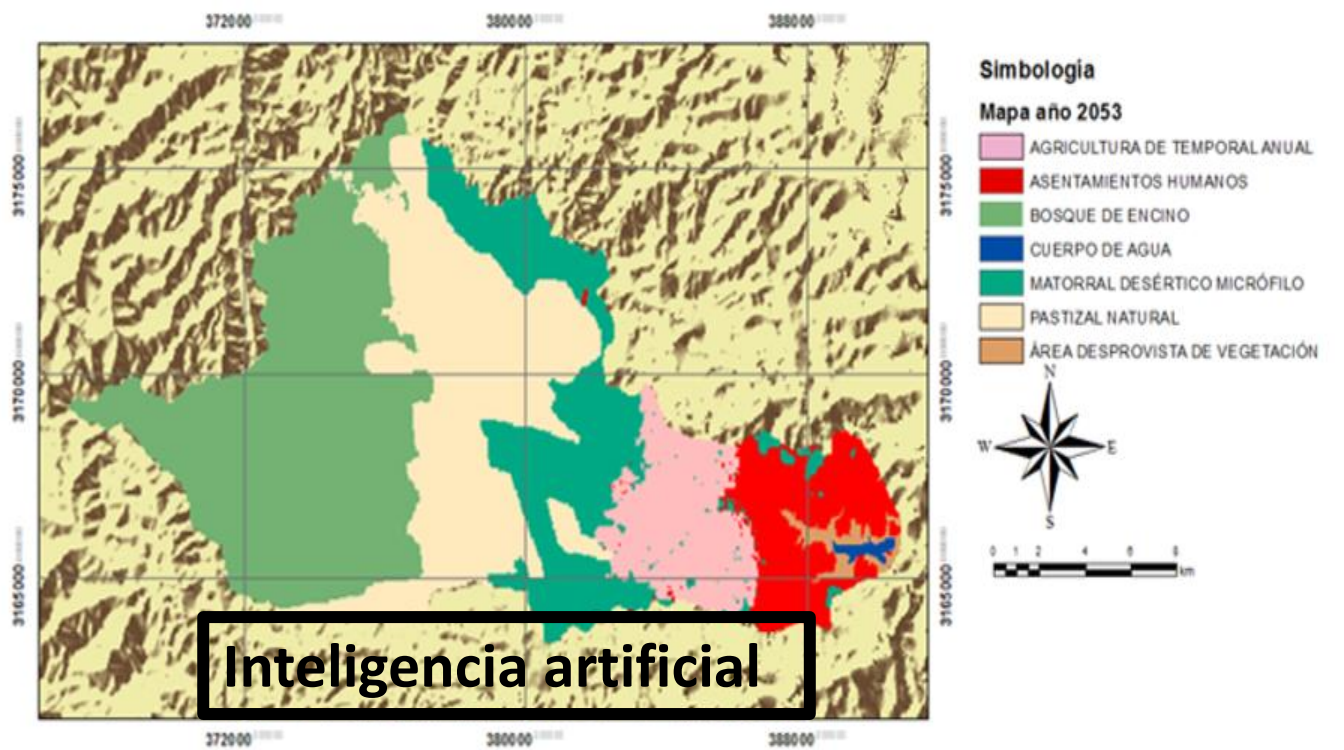
Satélites



Radars

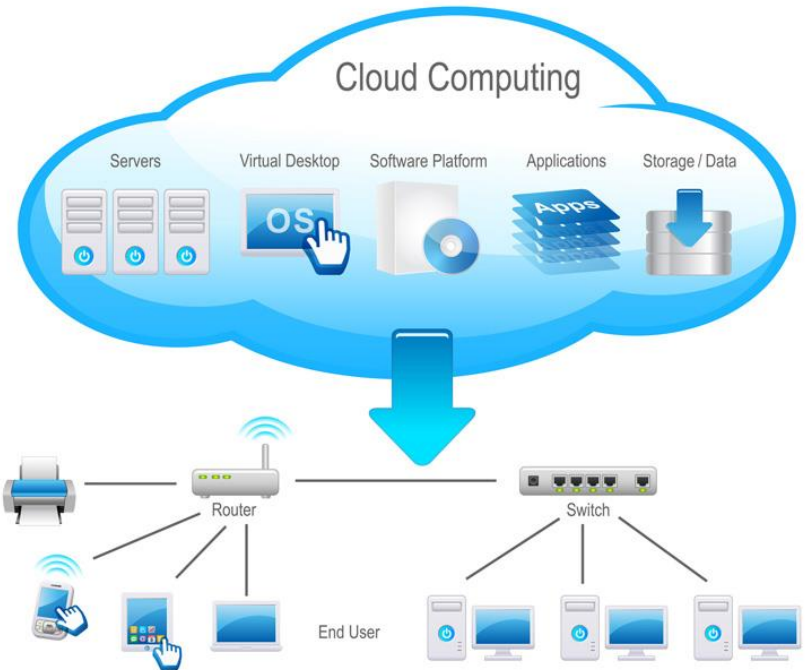


Big Data



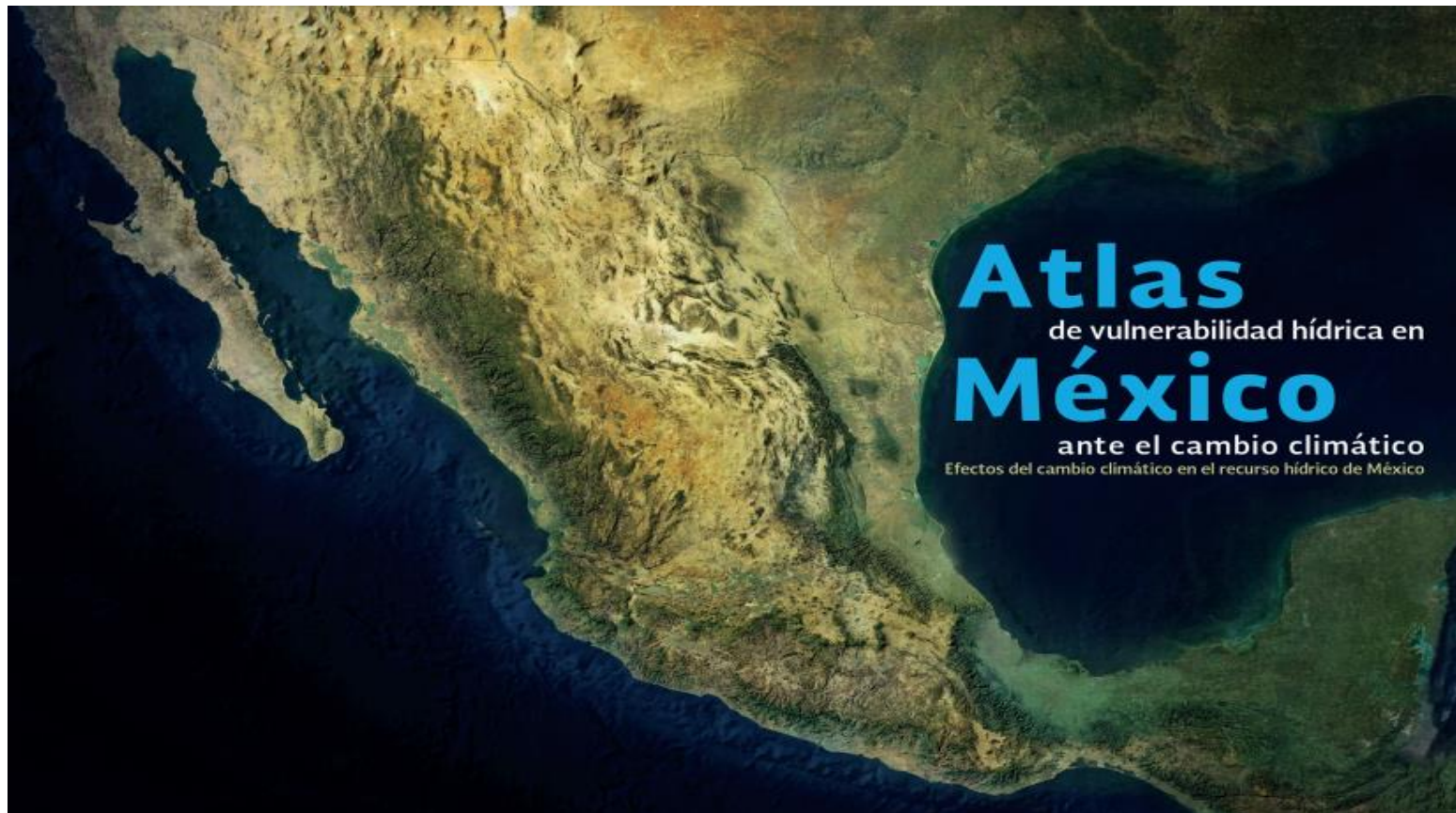
Inteligencia artificial

Modelos



La cadena de valor de los datos

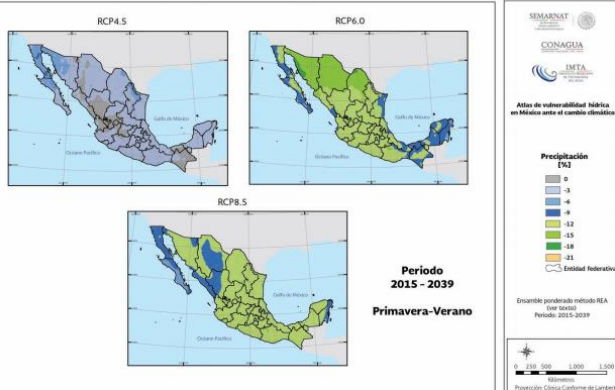




Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático

Efectos del cambio climático en el recurso hídrico de México

PROYECCIÓN DEL PORCENTAJE DE CAMBIO DE PRECIPITACIÓN Mapa 2.10



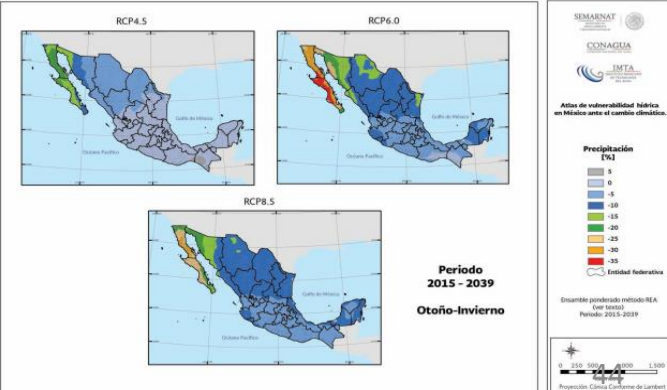
577.22072 Arreguín Cortés, Felipe I., coord..
A78 Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático / Felipe I. Arreguín Cortés, Mario López Pérez, Olivia Rodríguez López y Martín José Montero Martínez, coordinadores. -- Jiutepec, Mor.: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, ©2015. 148 p. ; 28 x 43 cm

ISBN: 978-607-9368-07-4 (versión impresa)
ISBN: 978-607-9368-09-8 (versión digital)

1. Cambio climático 2. Efectos del clima 3. Recursos hídricos 4. Vulnerabilidad hídrica 5. México

Felipe Arreguín

PROYECCIÓN DEL PORCENTAJE DE CAMBIO DE PRECIPITACIÓN Mapa 2.11



Impluvium

Publicación digital de la Red del Agua UNAM
Número 22, Enero - Marzo 2023



GESTIÓN INTEGRAL DE SEQUÍAS

El Paradigma Actual





Las sequías en México y el Programa Nacional Contra la Sequía