



Sequía y Cambio Climático

Dr. Israel Velasco²
Consultor independiente

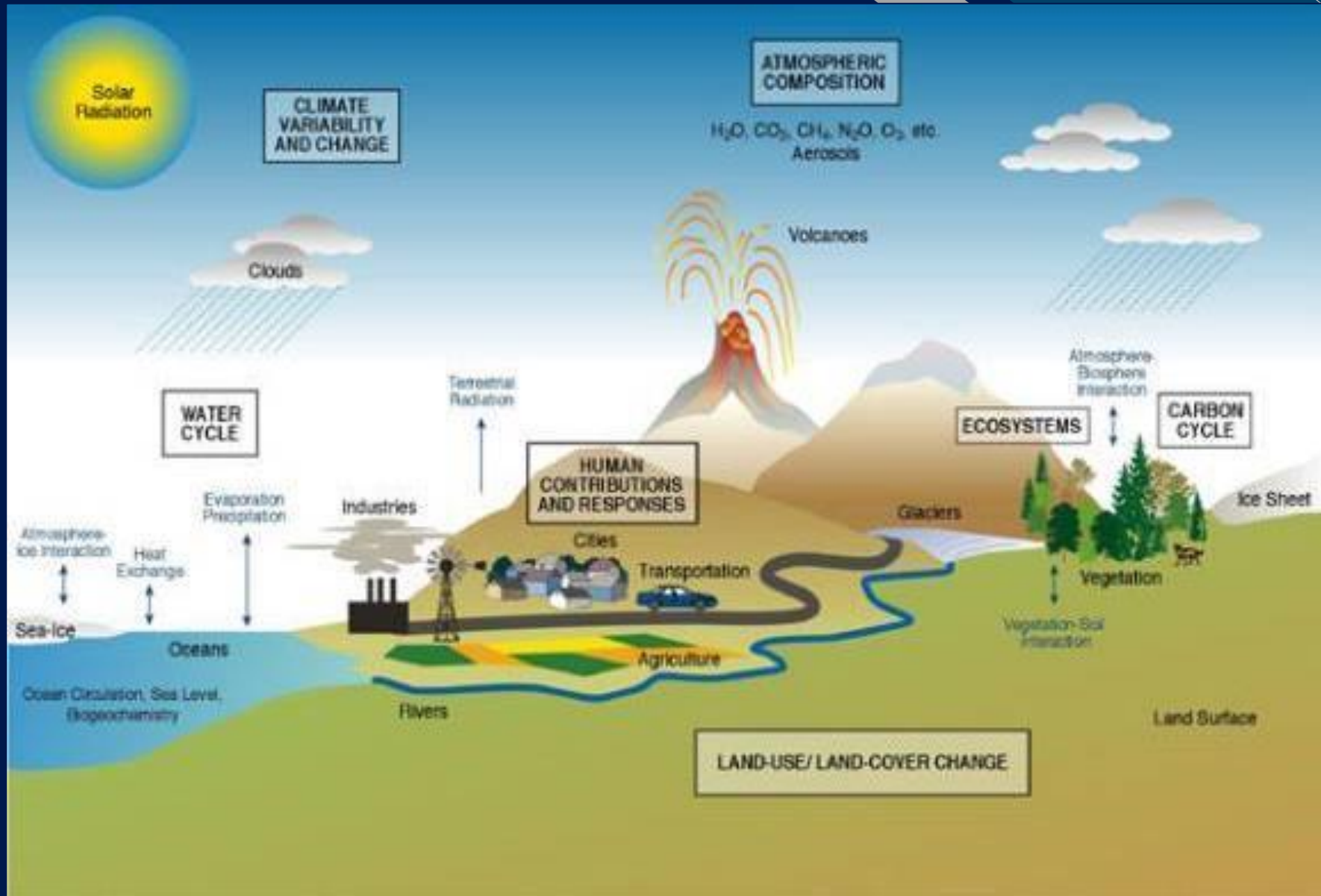


Indice

1. Antecedentes
2. Cambio climático: retos y amenazas
3. Sequía: conceptos y respuestas
4. Adaptación al cambio climático



Diagrama conceptual del ciclo del agua o ciclo hidrológico.



Sistema climático terrestre.

2015 y posteriores, años históricos por el alarmante ritmo de cambios climáticos

La Organización de las Naciones Unidas es una organización internacional formada por 193 países independientes.

El 2015 fue un año histórico debido al registro de temperaturas extremas, intensas olas de calor, niveles de lluvia excepcionales, sequías devastadoras y una actividad inusual de huracanes, una tendencia que continúa hasta la fecha, señaló la Organización Meteorológica Mundial (OMM).



El cambio climático tiene serias repercusiones para la agricultura y la seguridad alimentaria.

Foto: FAO/L. Dematteis.



¿Qué es el Cambio Climático?

Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros meteorológicos: temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad, etc. En teoría, son debidos tanto a causas naturales como antropogénicas.

El término suele usarse de manera poco apropiada, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término «cambio climático» solo para referirse al cambio por causas humanas:

Por "cambio climático" se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.



El cambio climático es el principal reto y amenaza que enfrentará la humanidad, ahora y en el futuro inmediato.

Previsiblemente afectará cada uno de los diferentes aspectos de la vida humana, tanto en lo particular como en lo social.

Sus principales afectaciones se manifiestan **–ya–** en, o a través de, los recursos hídricos del planeta, siendo lo más evidente:

- *El derretimiento de los glaciares.*
- *La disminución de las precipitaciones en regiones áridas y semiáridas.*
- *La disminución de la productividad agrícola en zonas irrigadas.*
- *La menor recarga de los acuíferos.*
- *El aumento en intensidad y frecuencia de los fenómenos hidrometeorológicos extremos y de sus riesgos correspondientes.*
- *La intrusión salina en acuíferos costeros y el incremento de la vulnerabilidad en deltas costeros.*

Conocer, manejar y aplicar los principales conceptos relacionados con las cuencas, definición, partes de una cuenca, ordenamiento para su manejo, y elementos de caracterización de esta unidad hidrográfica que permita planear y ejecutar acciones de manejo y conservación sustentable de los recursos naturales en dicho ámbito geográfico en apoyo a la seguridad hídrica y alimentaria.



Volcán Popocatepetl. Sus hielos también se están derritiendo. Mauricio Ramos/IPS



En lo que se refiere al agua y al cambio climático, destacan cada vez más tres factores básicos que comprometen su equilibrio y gestión, en relación a la estabilidad humana:

- Crecimiento demográfico y urbanización
- Incremento en la demanda de alimentos
- Incremento de requerimientos de energía

Se prevé que la disponibilidad relativa y temporal de agua disminuya, así como la oportunidad de su abasto. Al aumentar la población y la demanda de agua, las dificultades de su suministro son factores potenciales de conflictos y de problemas. En especial, es probable que la alteración del ciclo hidrológico haga que la distorsión de los patrones de lluvia tenga repercusiones negativas de diversa magnitud, con efectos desde moderados hasta catastróficos.



Desertificación, incremento de las zonas áridas y semiáridas, contaminación del agua y sequía, son solo algunos posibles efectos de esta situación. Es de esperarse que la sequía aumente en intensidad, severidad, extensión y duración, aumentando el riesgo de su ocurrencia, así como la vulnerabilidad de las poblaciones afectadas.

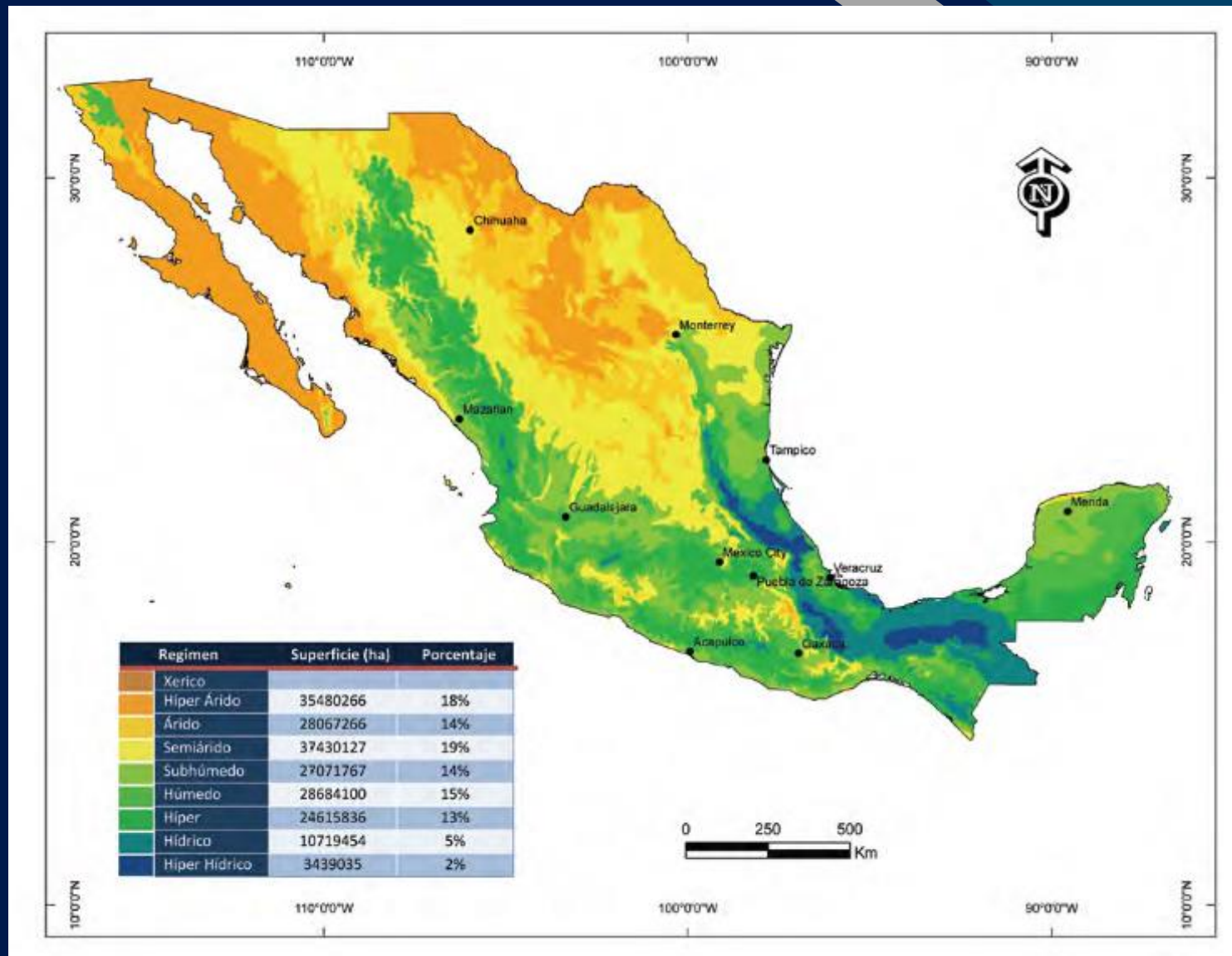
Por otro lado, el incremento en la intensidad de las lluvias, la deforestación, erosión, pérdida y cambio de uso del suelo y el derretimiento de los glaciares, provocarán un aumento en el nivel del agua del mar y su acidificación, afectando la flora y fauna marinas, poniendo en grave riesgo su permanencia y continuidad. En la superficie terrestre las especies migrarán hacia las partes altas, provocando competencia y extinción de las que menos capacidad de adaptación tengan.



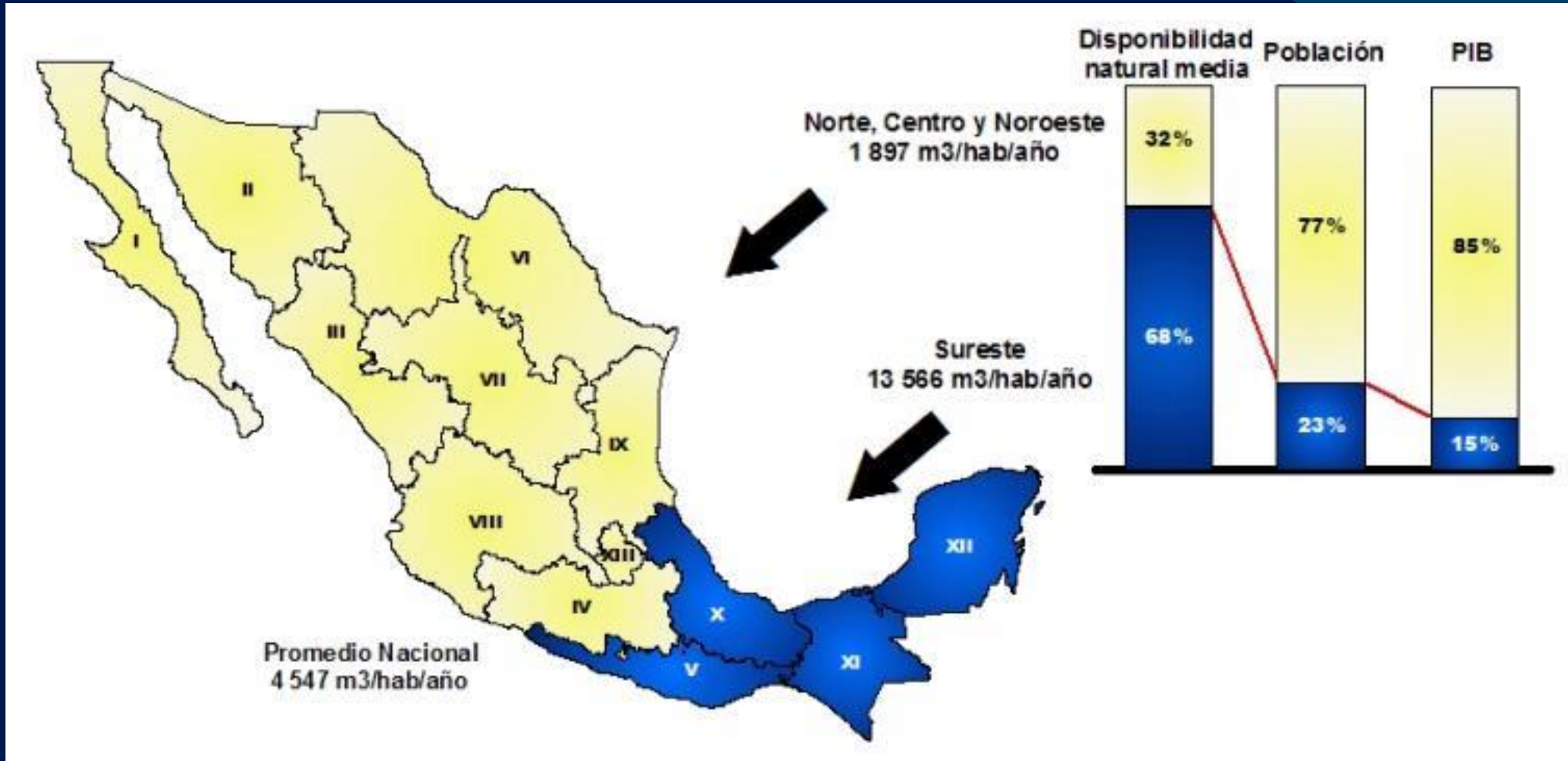
Intensas lluvias, avenidas intempestivas e inundaciones catastróficas (Monterrey, NL; agosto de 2019).

Sequías severas, intensas y prolongadas (Norte de México, verano de 2011).





Mapa de zonas áridas, semiáridas, secas y subhúmedas secas de México.

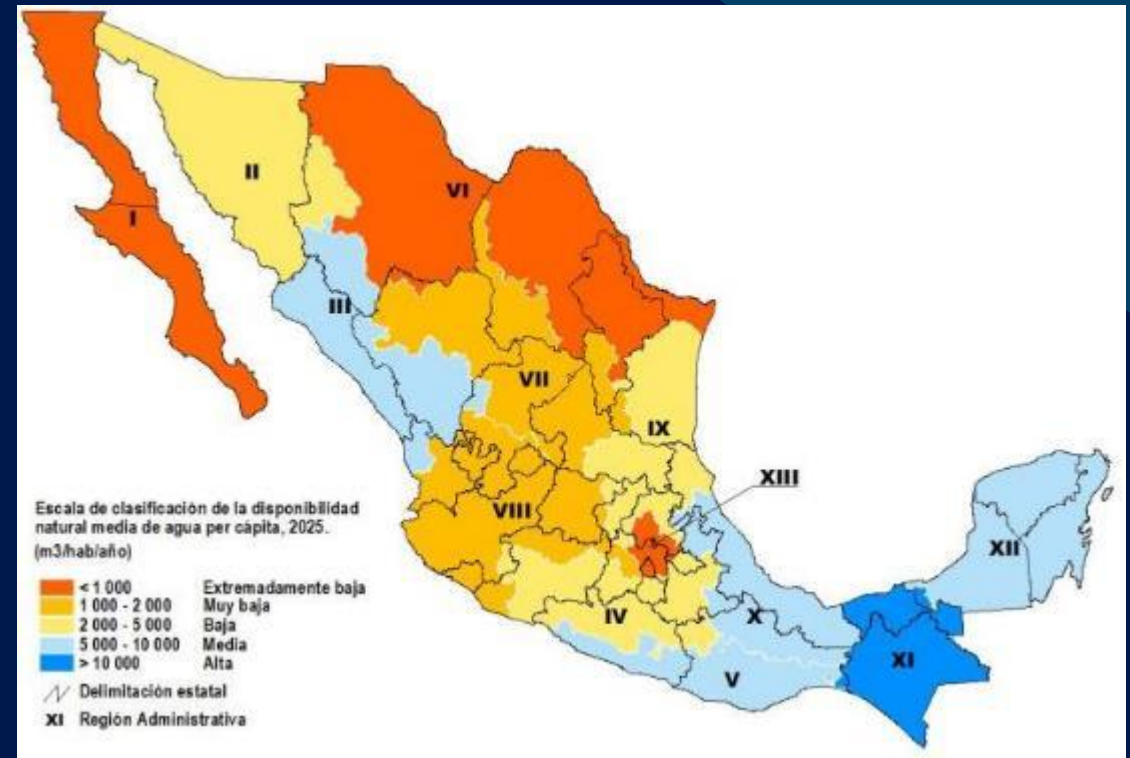


Disponibilidad natural media 2005, m³/hab/año.

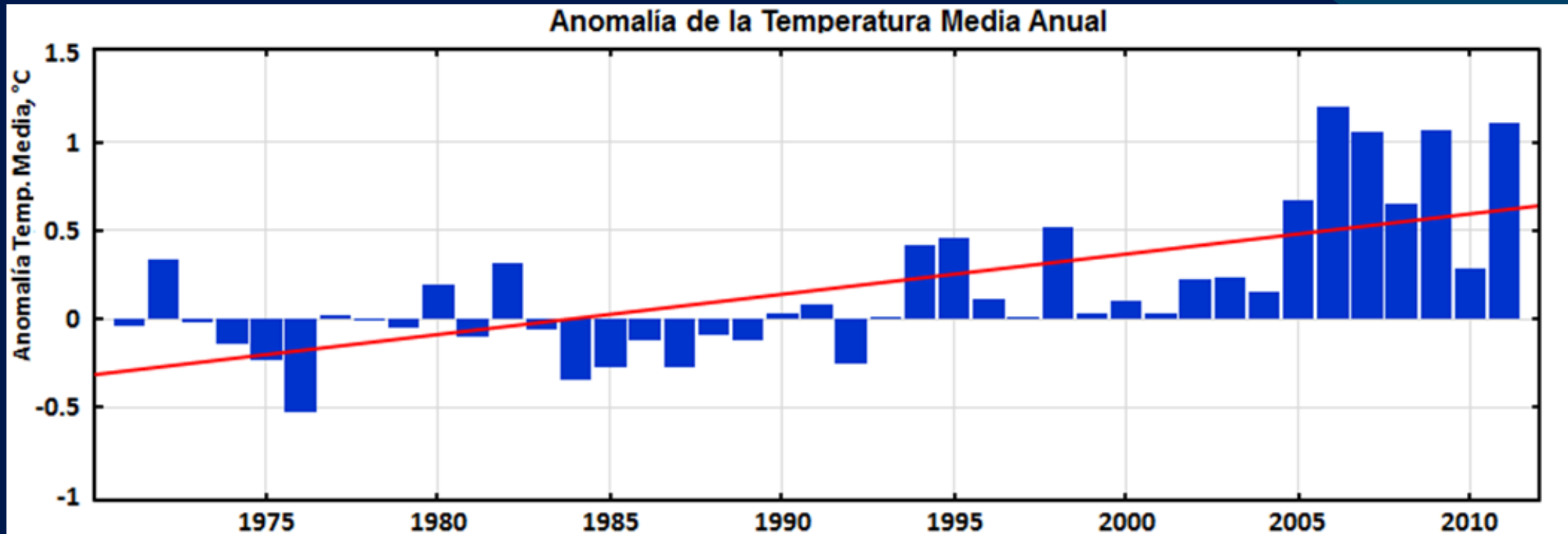
Disponibilidad natural de agua per cápita



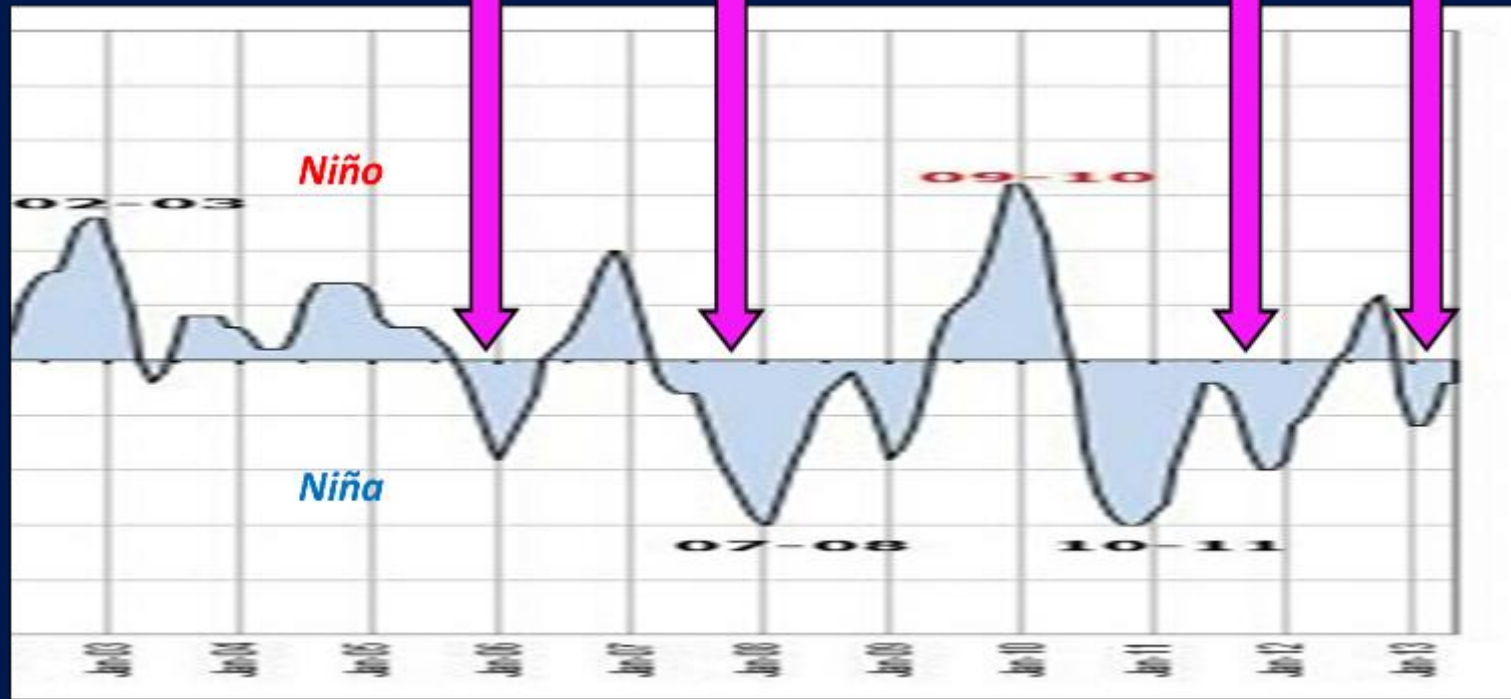
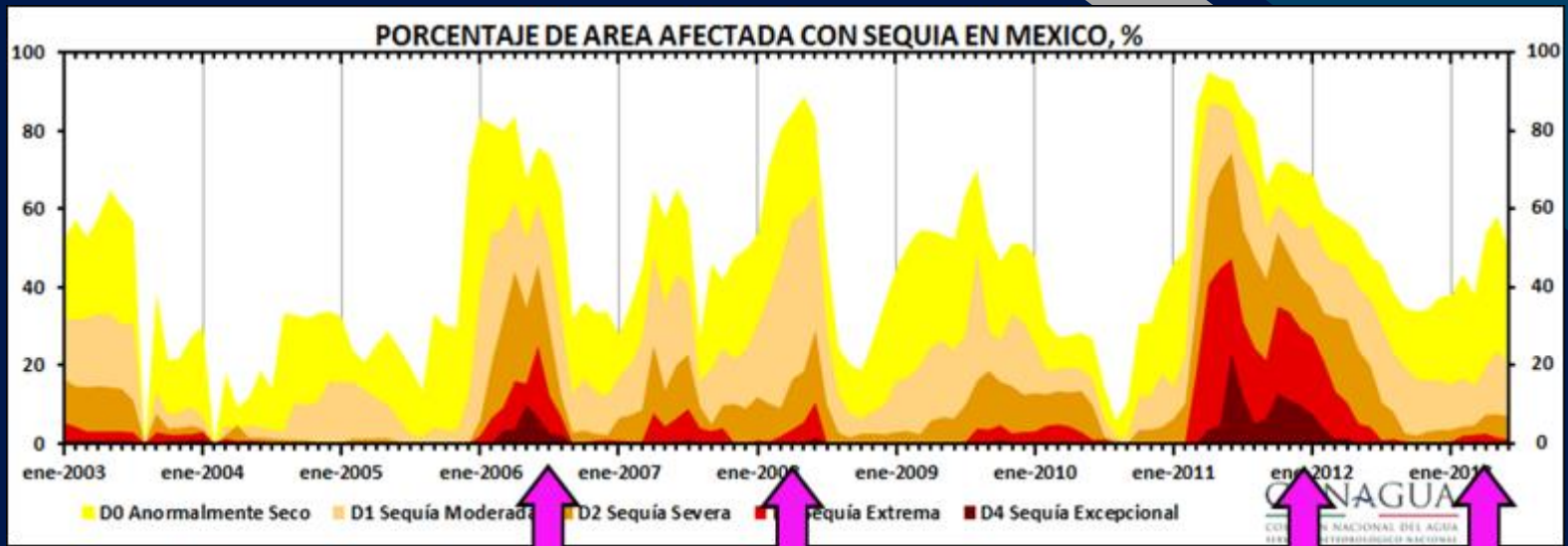
2003



2025



Comportamiento histórico de la anomalía de temperatura media anual en México.



Impactos Potenciales de Cambio Climático en México Agua (2030)



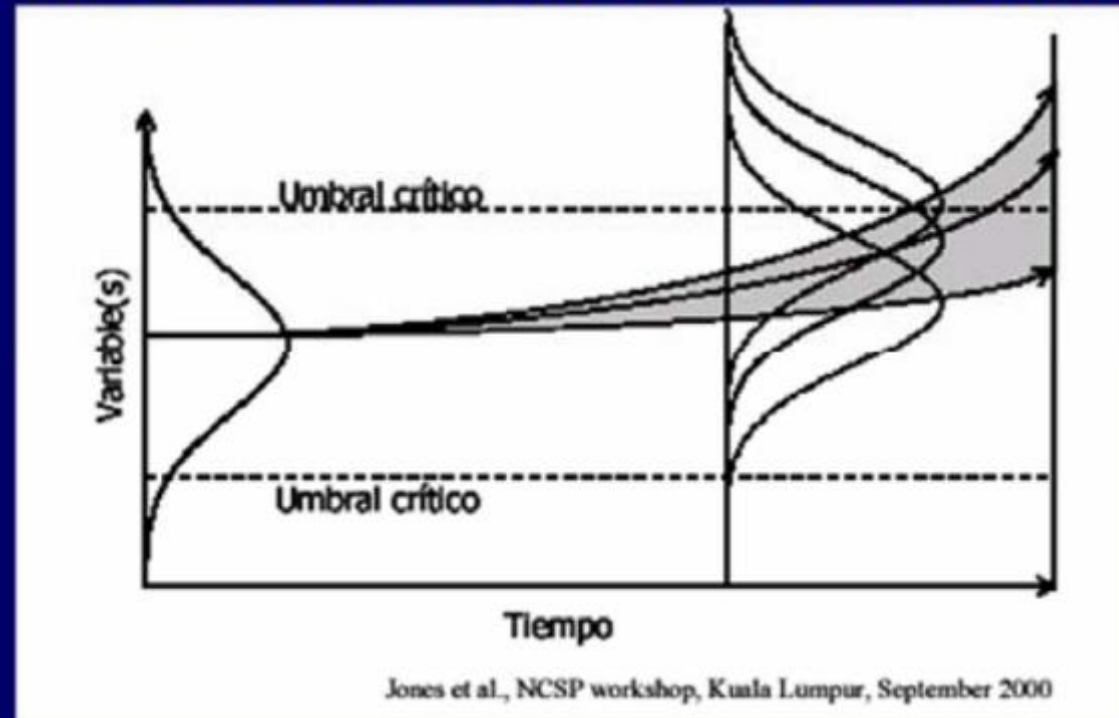
Baja California y Sonora situación crítica

La región de Sinaloa y la Región Hidrológica del Lerma fuerte presión sobre el recurso.

Incluso zonas del sur de México y la Península de Yucatán presión de media a fuerte sobre el recurso.

Escenario de estrés hídrico en México para el año 2030, bajo condiciones de cambio climático.

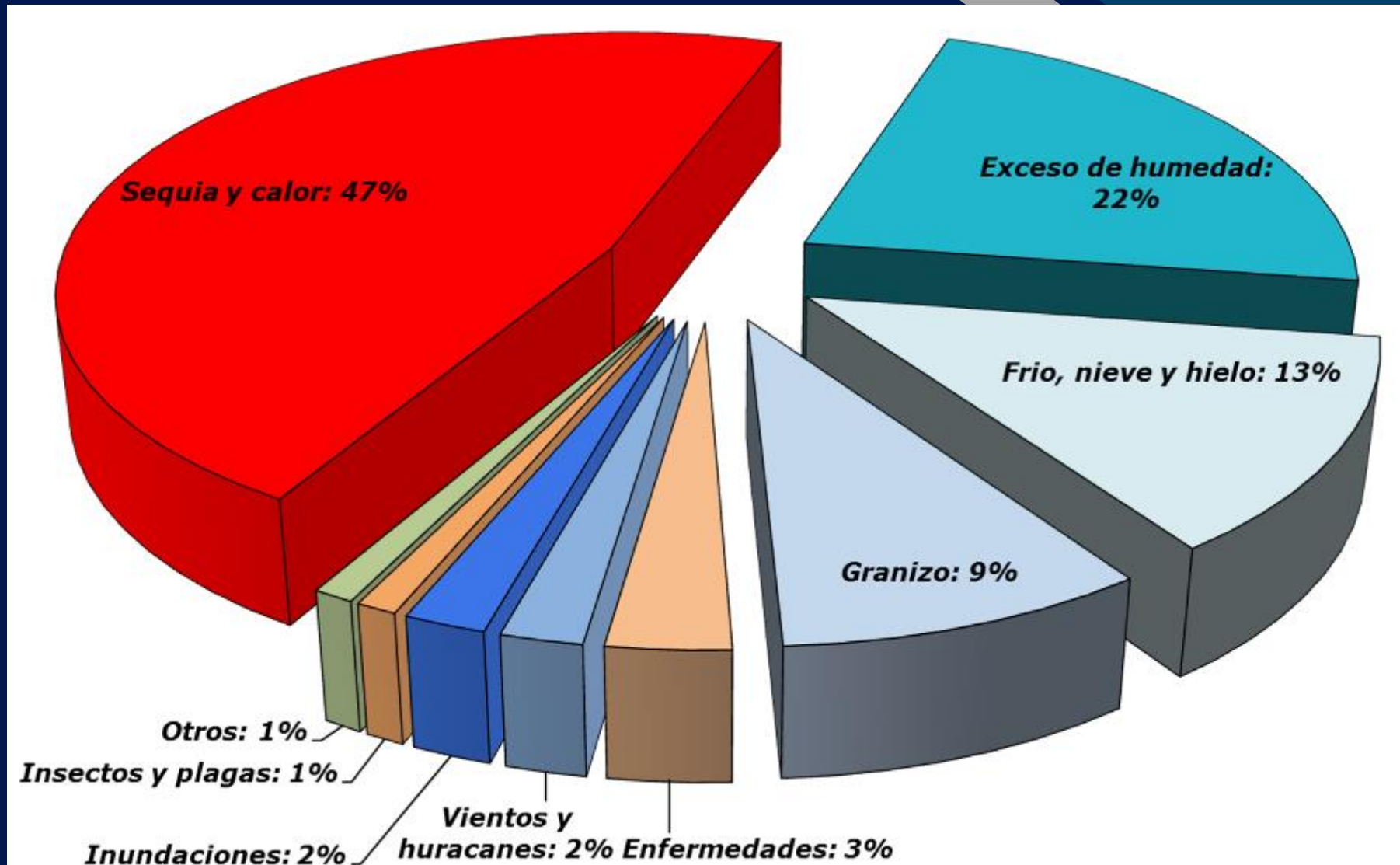
Estructura Probabilística de las incertidumbres climáticas



La variación en los valores medios de alguna de las variables climáticas (por ejemplo un incremento en la temperatura) puede asociarse a futuro con un aumento en la probabilidad de que los valores extremos de esta variable se presenten con más frecuencia (Jones, et al, 2000).




La agricultura podría ser uno de los sectores económicos más afectados por el cambio climático, con las consecuencias indeseables de carestía, altos precios, abandono del campo, marginación de la población rural, pobreza y desestabilidad social.




Proporción de pérdidas en la agricultura, por causas naturales.



SEQUÍA: es un fenómeno natural que ocurre cuando la precipitación y/o la disponibilidad del agua en un periodo de tiempo y en una región dados, son menores que el promedio histórico registrado, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas.

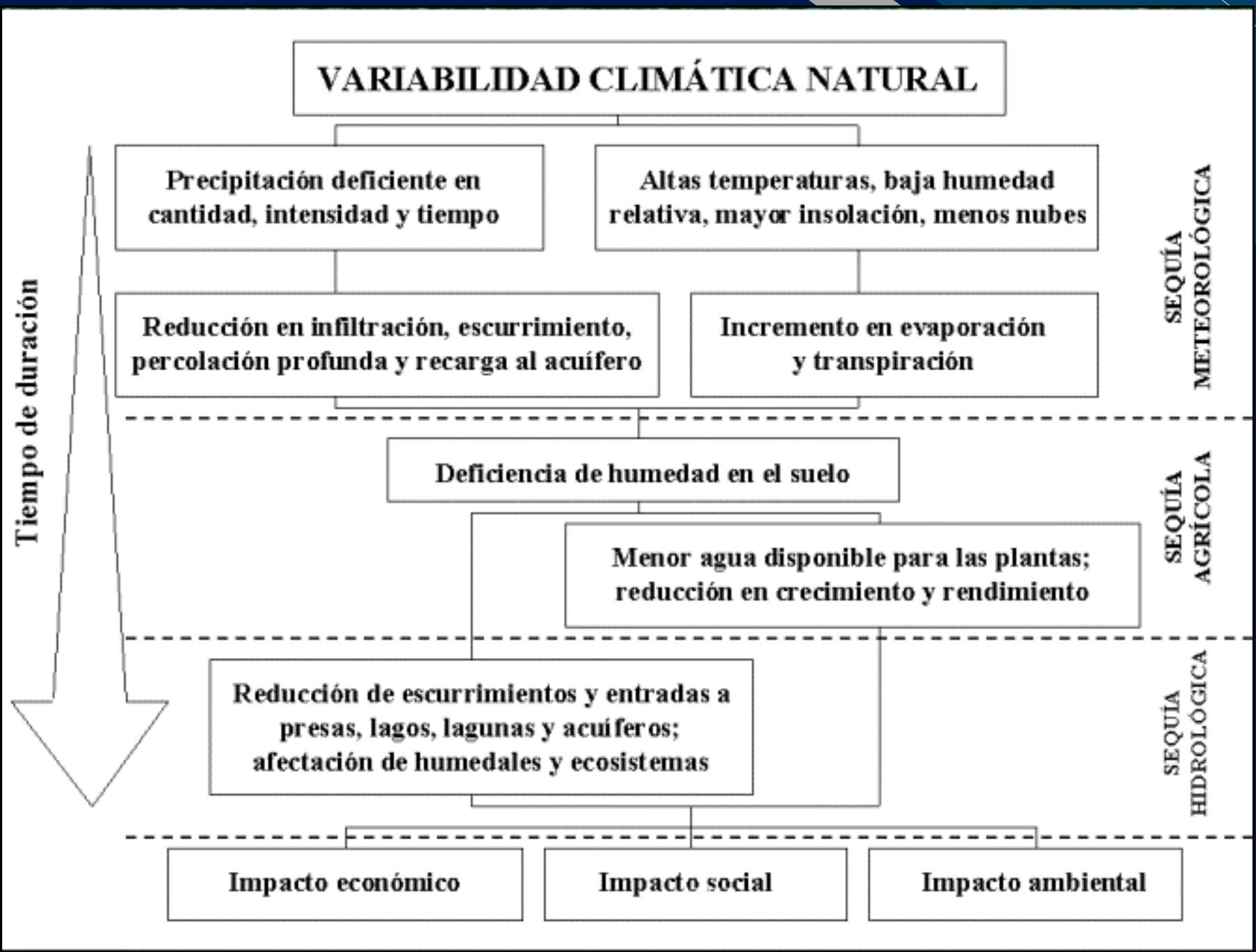


La sequía es inevitable, impredecible, sin inicio ni fin definidos, sin trayectoria, sin epicentro, recurrente pero no cíclica, de amplio espectro espacial y temporal, progresiva y potencialmente catastrófica



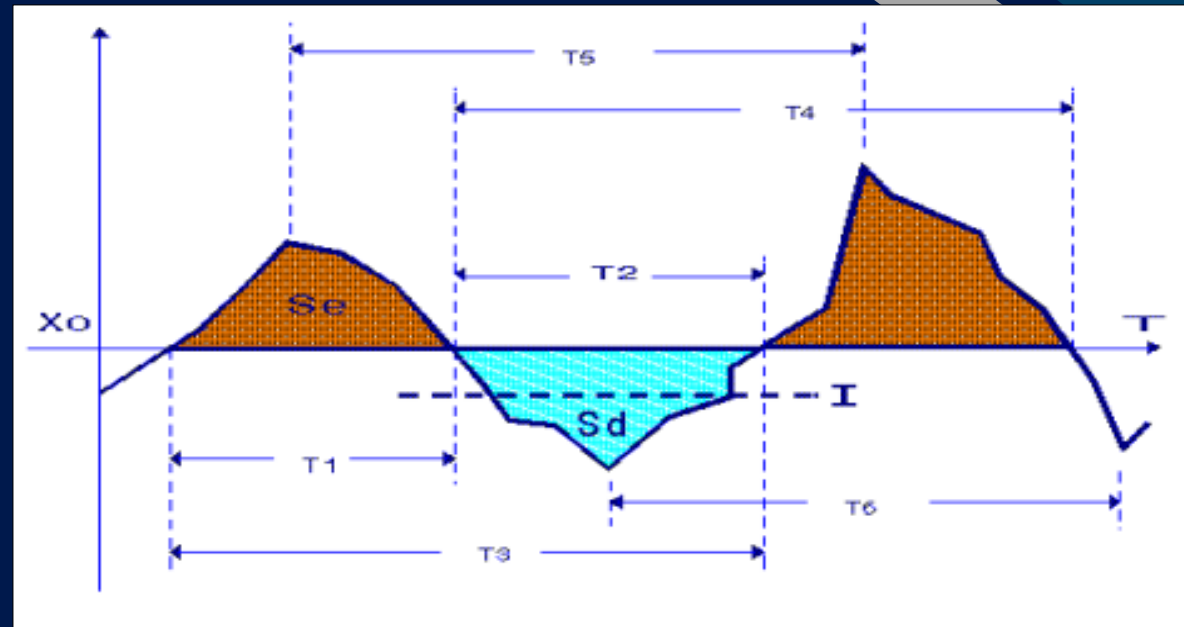
Sequía ≠ Aridez ≠ Estiaje





DISPONIBILIDAD DEL AGUA

		DESEQUILIBRIOS TEMPORALES		DEFICIENCIAS PERMANENTES	
		características	efectos	características	efectos
TRANSFORMACIONES EN EL MEDIO AMBIENTE	Origen natural	características	SEQUÍAS: <ul style="list-style-type: none"> - persistencia de la lluvia menor que la media - variabilidad en frecuencia, duración e intensidad - ocurrencia impredecible - reducción de disponibilidad en zona afectada - disminución de la capacidad de conducción en la red hidrográfica 	características	ARIDEZ: <ul style="list-style-type: none"> - condiciones de baja humedad en toda la zona - altos grados de insolación - variaciones extremas de temperatura - alta variabilidad de la precipitación en el tiempo - bajas precipitaciones medias anuales - baja capacidad de conducción de la red hidrográfica
		efectos	<ul style="list-style-type: none"> - erosión eólica y deterioro de suelos cultivados - reducción de flora y fauna - polvaredas y reducción de la calidad del aire - aparición de pestes y enfermedades - aumento de la demanda de agua 	efectos	<ul style="list-style-type: none"> - producción agrícola limitada - actividades extractivas e industriales limitadas por disponibilidad de agua - asentamientos humanos dispersos - subsistencia de economías agrícolas
		respuestas	<ul style="list-style-type: none"> - regulación de uso del agua, racionalización y/o reciclado - medidas institucionales de uso durante la crisis 	respuestas	<ul style="list-style-type: none"> - recuperación de suelos: irrigación - secuencia en la concesión de uso del suelo y del agua - obras hidráulicas de almacenaje y conducción de agua
	Origen inducido o antropogénico	efectos	DÉFICIT: <ul style="list-style-type: none"> - sobre explotación de acuíferos - nivel de agua en embalses menor a lo previsto - degradación de suelos - condiciones de escurrimiento incrementadas - disminución de recarga de acuíferos - capacidad alterada de conducción de red hidrográfica 	efectos	DESERTIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> - abatimiento de acuíferos - pérdida de los sistemas ribereños - pérdida de nutrientes en suelos - daños en las capas superficial y sub-superficial del suelo - aumentos en escurrimientos e inundaciones repentinas - deterioro y/o pérdida de la capacidad hidrográfica de conducción
		características	<ul style="list-style-type: none"> - sistemas hidrológicos afectados localmente - deterioro de la calidad del agua: intrusión salina - conflictos entre usuarios del agua 	características	<ul style="list-style-type: none"> - erosión por viento y agua - salinización de los suelos y aguas - agrietamiento y/o compactación de suelos - cambios micro-climáticos: calidad del aire - alteración de la estructura social - cambios en las bases de la economía - pérdida de suelos cultivables
		respuestas	<ul style="list-style-type: none"> - regulación del uso del agua: racionamiento y/o reciclado - aumento del valor del agua - medidas institucionales de mitigación - innovaciones tecnológicas - cambios en el uso del suelo 	respuestas	<ul style="list-style-type: none"> - medidas de rehabilitación de suelos - regulación en el uso del suelo - innovaciones tecnológicas para el manejo de los recursos - medidas de conservación de los ecosistemas



La duración T_2 de la sequía está en función, entre otros factores, del llamado nivel de truncamiento, X_0 , referencia a partir de la cual, los valores menores representan una deficiencia y probablemente una sequía, medida en términos de la cantidad de lluvia, escurrimiento, etc. Otros dos parámetros importantes del fenómeno son la severidad (S_d) y la magnitud o intensidad (I); el primero se refiere al déficit acumulado en todo el periodo de duración, y el segundo al déficit por unidad de tiempo, además, la sequía es un fenómeno que generalmente abarca amplias extensiones espaciales, sin una dirección o trayectoria definida ni tampoco con epicentro. La relación entre I , S_d y T_2 está dada por:

$$I = S_d / T_2$$

Criterios de asignación de agua y de déficit



Principios básicos:

Equidad: más afectación a quien más capacidad de soporte tiene.

Igualdad: derecho de todos los usuarios de tener acceso al agua.

Eficiencia: mejorar el uso del agua en términos económicos, productivos, ambientales, operativos y sociales.

Resultados:

Justicia social: evitar las grandes diferencias económicas y sociales que polarizan a los usuarios.

Solución de conflictos: evitar que la insuficiencia de agua sea un detonador de inestabilidad social.



Criterios de Prioridad Sectorial:

- Bienestar individual y social
- Justicia social y equidad
- Eficiencia económica y productividad
- Vulnerabilidad y resiliencia
- Continuidad y sustentabilidad del esquema de uso
- Preservación de condiciones mínimas ambientales

~~*Oferta = f(Demanda) → desarrollar y comprometer fuentes de agua, no siempre disponibles, de alto costo, en detrimento de otros usos.*~~

*Demanda = f(Oferta) → adecuar la demanda a la oferta existente, sin exceder los límites del *stress hídrico* (extracciones / capacidad total de fuentes renovables < 80%)*



- *Política de gestión de aguas*
- *Gestión integral del agua*

Operación conjunta:
superficiales y subterráneas



Agricultura: adaptarse o morir

El sector agrícola es de los más afectados por el cambio climático en los diferentes países de América Latina y el Caribe. A largo plazo (2100), el promedio de pérdida de ingresos en América Latina en su conjunto se estima que oscilará entre 12 por ciento, en un escenario de cambio climático leve; y a 50 por ciento, en un escenario más grave.

En México se podrían experimentar pérdidas de productividad de entre 30 y 85 por ciento de todos los cultivos, dependiendo de la severidad del calentamiento, sin tomar en cuenta las posibilidades de respuesta de adaptación con los avances tecnológicos futuros. De aquí la necesidad de profundizar las investigaciones para desarrollar mejores tecnologías de producción con el fin de reducir el daño.



Algunos efectos sobre la agricultura en México:

- Incremento en la vulnerabilidad y stress hídrico, sobre todo para la agricultura y en especial en el norte del país.
- Las áreas que mayor pérdida pueden sufrir son los pastizales, los matorrales xerófilos y los bosques de encino.
- Efectos positivos iniciales en algunas regiones (ganancia en suelos agrícolas) que se invierten posteriormente.
- Pérdida en rendimientos de los cultivos (sin tomar en cuenta factores externos como desarrollo tecnológico).

Sin embargo, debe tenerse presente que:

- Cada ciclo y cada cultivo tienen diferentes sensibilidades de respuesta a la temperatura y la precipitación.
- Aunque es posible compensar el aumento de temperatura con una mayor cantidad de agua, el procedimiento tiene límites y no es sustentable en el largo plazo, pudiendo llevar a la sobre explotación de los acuíferos.



Por tanto, es necesario hacer notar la urgencia de contar con planes efectivos y eficientes de alerta temprana y respuesta oportuna, programas de protección de suelo, políticas ambientales e investigación sobre estos problemas; la protección del medio ambiente es inobjetable. No basta con tener estadísticas, hay que convertirlas de inmediato en políticas públicas y procesos para su solución; debe actuarse ya.

Si ahora no queremos darnos cuenta de lo que está sucediendo, más adelante será tarde para evitar las consecuencias y la adaptación será más costosa. Ahora todavía se está a tiempo de hacer algo al respecto.



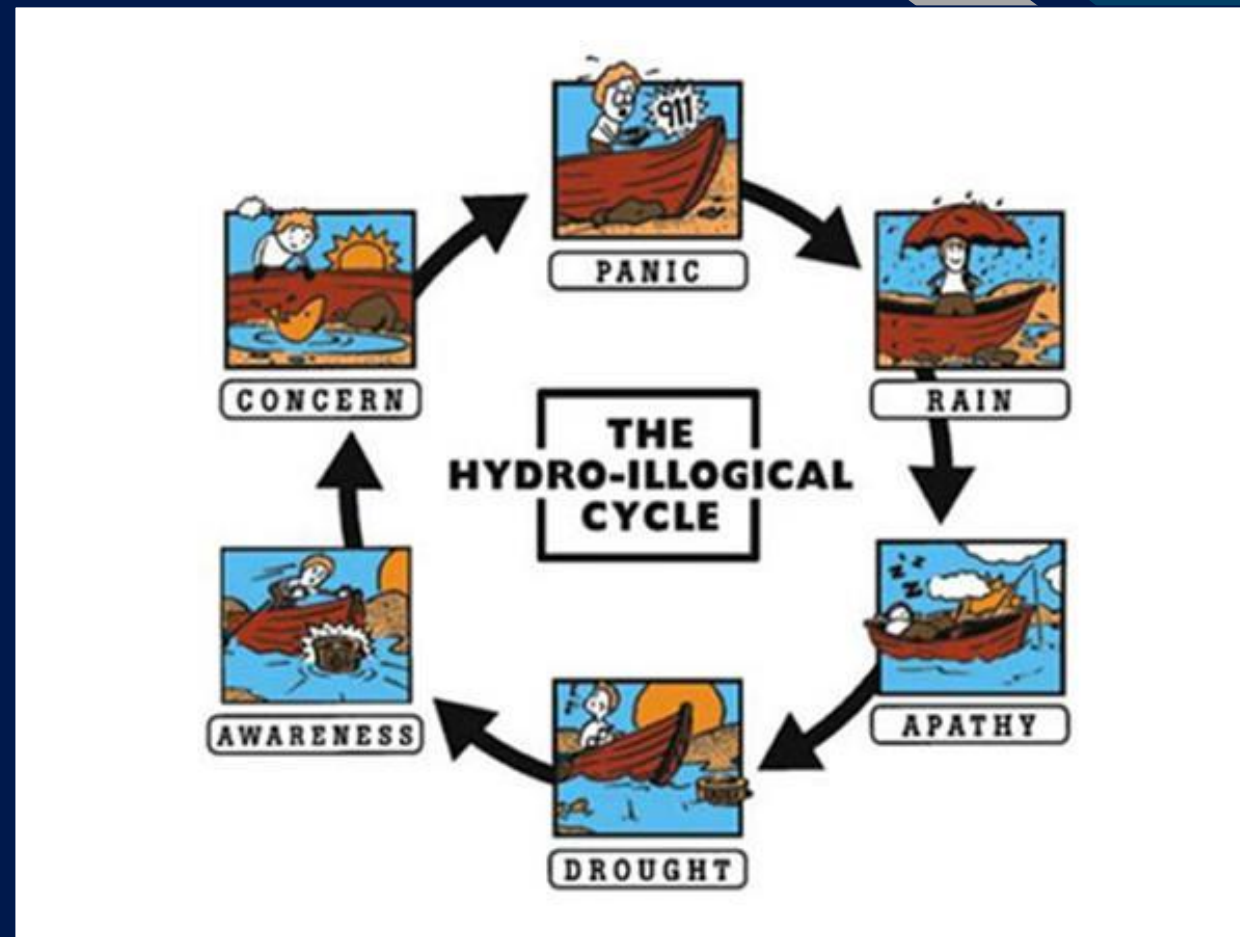
Los conceptos de Sustentabilidad y Riesgo, en función de sus componentes.



En el ambiente de los recursos hídricos, la información económica es insuficiente, la gestión es a menudo opaca e ineficiente, y los tomadores de decisiones no siempre están lo suficientemente involucrados e informados... ..sin una mejora sustancial en la gestión de los recursos hídricos, será muy difícil enfrentarse a los desafíos presentados por recursos relacionados, tales como la seguridad alimenticia o la generación de energía en forma sustentable para la población mundial.

El mayor problema actual de la humanidad, y será más grave a futuro, no es el petróleo, ni el gas, y ni siquiera la guerra. El mayor problema de la humanidad es el agua. Millones de personas están gravemente limitadas de agua, sobre todo en el mundo subdesarrollado; sufren y mueren a causa de la contaminación, exceso o falta de agua. El desequilibrio en la cantidad y la calidad del agua es el principal problema de la humanidad.

Sin agua, todo sistema social, económico, político y ambiental está condenado al colapso.



Lo ilógico de la sequía: pensar que nunca más se presentará otra igual o peor...

Huracán Sandy, octubre de 2012



Granizo en Guadalajara, junio de 2019



Sequía en el Norte de México, 2011-2012



"El recurso natural más importante del planeta depende de un delicado balance: entre el crecimiento de la población y la demanda de energía; entre el crecimiento del nivel del mar y el derretimiento de glaciares; y entre aquellos que tienen acceso a agua limpia y los que no"





Muchas gracias

Dr. Israel Velasco

Consultor independiente

Para citar esta presentación:

Velasco, I. 2020. **Sequía y Cambio Climático**. Serie de Seminarios Virtuales 2020. Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación (COMEII). México. 37 pp.



Consulta el portal del COMEII y sus redes sociales:
www.comeii.com y www.riego.mx