

# Impacto de las sequías e inundaciones en la vida productiva en un escenario de cambio climático



XIII Jornadas PHI/Unesco Chile

Javier Aparicio

**SEMARNAT**

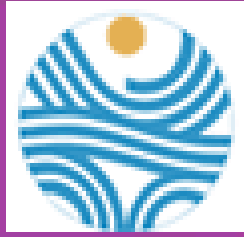


## Panel 3

- ¿Es posible prever y/o mitigar el impacto de sequías e inundaciones?
- ¿Cómo pueden ayudar específicamente la ciencia y la tecnología a mitigar el impacto de los eventos extremos?
- ¿Se conoce una evaluación cuantitativa de los daños económicos y ambientales que generan las sequías e inundaciones?
- ¿Está el cambio climático generando nuevas dimensiones en la predicción de eventos extremos?

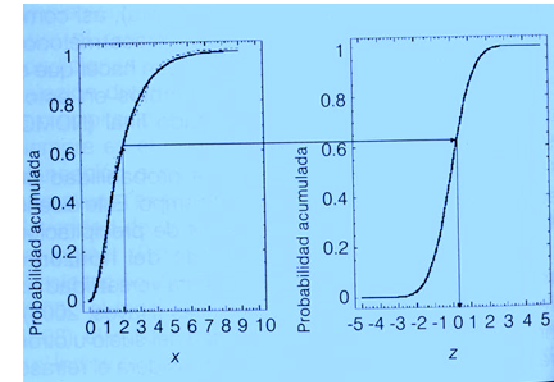


¿Es posible prever y/o mitigar el impacto de las sequías e inundaciones ?

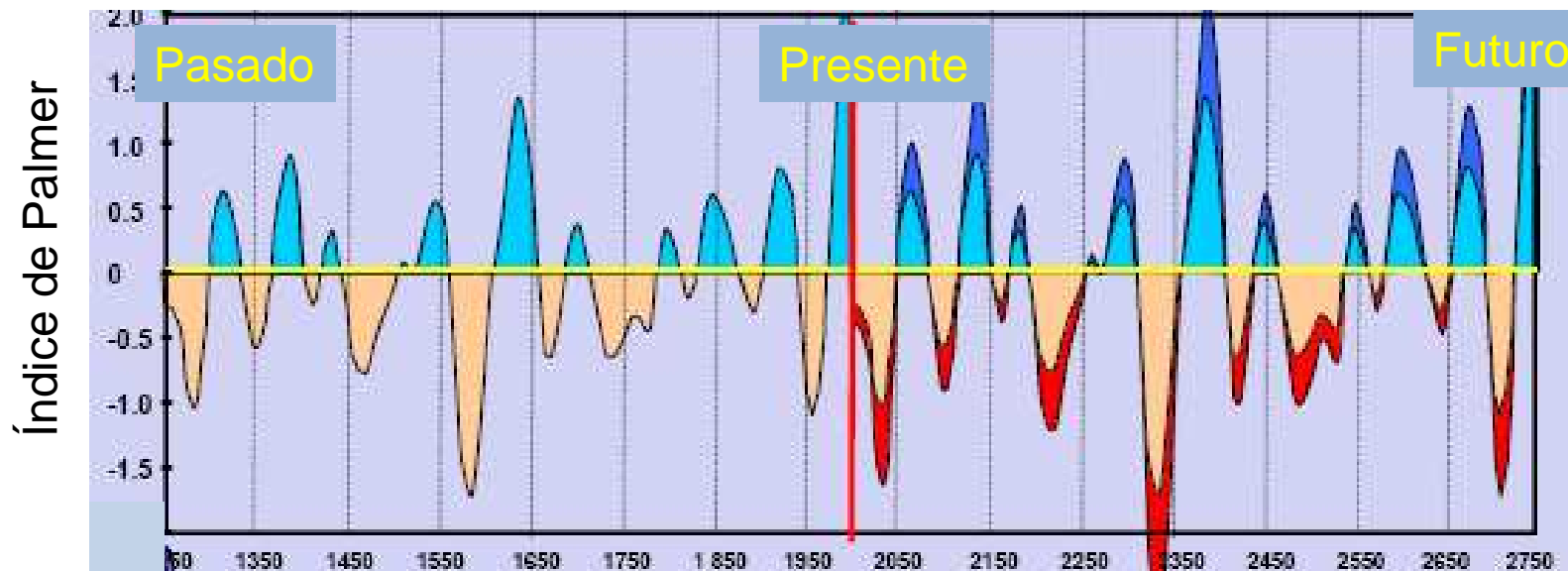


## Monitoreo: Índices de Sequías

- Índice de precipitación estandarizada (SPI)
- Índice de severidad de sequía de Palmer



## Pronóstico: Deficiente





# Pronóstico de sequías



- **La sequía meteorológica nunca es el resultado de una sola causa.**
- Patrones climáticos globales: Sistemas interconectados: teleconexiones, como El Niño: patrones recurrentes periódicamente con características similares de modo que pueden hacerse predicciones
- Alta presión: La causa inmediata de las sequías es la alta presión que inhibe la formación de nubes, menor humedad y menor precipitación. Las sequías prolongadas ocurren cuando hay anomalías de gran escala en los patrones de circulación, persistentes durante meses o estaciones completas
- Demasiadas variables: **No se sabe cómo predecir una sequía con más de un mes de anticipación.** Esto depende de la posibilidad de pronosticar fundamentalmente anomalías de lluvia y temperatura cuya duración depende de
  - Interacción entre el mar y el aire
  - Procesos de humedad del suelo
  - Topografía
  - Dinámica interna
  - Influencia acumulada de sistema sinópticos a escala global



# Potencial para pronóstico de sequías



El potencial para pronosticar sequías es diferente para cada región, estación del año y régimen climático

– **Perspectiva tropical**

Avances significativos en el entendimiento del sistema climático: la mayor parte de la variabilidad atmosférica en meses a años está asociada con variaciones en la temperatura superficial del océano (vgr. El Niño).  
Pronósticos confiables

– **Perspectiva en la zona extratropical templada**

Pronósticos de largo plazo con confiabilidad muy limitada. Relaciones empíricas y estadísticas entre la precipitación y El Niño no son válidas arriba de los 30°N. No es posible hacer pronósticos confiables para todas las regiones con una estación o más de antelación.

– **Cambio climático**

La estacionariedad está muerta



# Elementos principales para prevención de sequías



- **Ordenamiento territorial**
- **Conservación de agua:  
acciones no  
estructurales**
- **Control del crecimiento  
poblacional**
- **Acciones estructurales**

Chile en emergencia por sequía

Cerca de 100.000 familias podrían verse afectadas por la sequía. Las autoridades chilenas han anunciado nuevas medidas para contrarrestar una de las sequías más fuertes en afectar ese país en los últimos años. Las empresas de energía eléctrica recibieron autorización para reducir el voltaje ofrecido a los usuarios, con el fin de atender a la caída del nivel de agua en los embalses de generación hidroeléctrica, que se viene presentando como resultado de la falta de





# Mitigación de sequías: Planes de preparación



1. Formación de un grupo técnico directivo
2. Establecimiento de los objetivos del plan, acordes con la visión general del problema
3. Planteamiento y solución de los problemas y conflictos entre sectores y usuarios del agua
4. Cuantificación y valuación de los recursos naturales, biológicos y humano, así como las restricciones legales y financieras
5. Desarrollo del plan
6. Identificación de las necesidades tecnológicas y de investigación, y de las brechas y diferencias institucionales
7. Síntesis de las medidas operativas y científicas, y de la normatividad del plan
8. Implementación del plan
9. Desarrollo de programas educacionales y de entrenamiento preventivo
10. Desarrollo de los procedimientos de evaluación del déficit y del plan



# Vulnerabilidad y gestión integrada de crecientes



**Para disminuir la vulnerabilidad frente a avenidas, es necesario desarrollar programas que incorporen no sólo la gestión de los recursos hídricos, sino también la gestión de cuencas, el uso del suelo, la gestión de zonas costeras y el manejo de riesgos.**

**En Latinoamérica el uso del suelo suele presentar una extendida problemática de urbanización, que en algunos casos ha ocurrido en zonas inundables.**





# Causas de inundaciones



Habitualmente no se identifica una causa única determinante, sino un conjunto de ellas

## **Causas Inmediatas**

- Lluvias extraordinarias
- Sucesiones de avenidas,
- Ocurrencia simultánea de eventos extremos

## **Causas Mediatas**

- Asentamientos humanos en zonas de alto riesgo
- Falta de infraestructura de control
- Falta de programas de Control Integral de Inundaciones
- Carencia de sistemas de pronóstico y alertamiento temprano
- Deforestación en la cuenca
- Deficiencias en la gestión de zonas costeras
- Infraestructura de caminos



# Prevención y mitigación del impacto de inundaciones I



- Estudiar detalladamente las **inundaciones ocurridas**, para disminuir la probabilidad de que puedan repetirse
  - Inventario de los daños generados por la inundación
  - Determinar o identificar los impactos ambientales del evento
  - Determinar los cambios en la dinámica de los ríos.
- Planear y construir **infraestructura** para control de inundaciones
- Adoptar un enfoque moderno y multidisciplinario de **gestión integrada de crecientes**
- Implementar **sistemas integrales de modelación y pronóstico** del sistema hidrológico y de operación de presas en tiempo real.



# Prevención y mitigación del impacto de inundaciones II

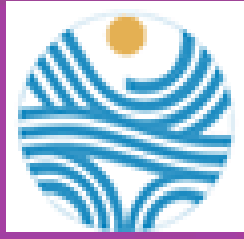


- Establecer programas de **conservación de cuencas** y reconstruir una relación armónica de la población con el sistema fluvial
- Mejorar la **organización social** para enfrentar la emergencia
- Establecer y hacer respetar **planes de ordenamiento territorial** incluyendo zonas de amortiguamiento. Darles la fuerza jurídica necesaria. Desarrollar o actualizar mapas de riesgo por inundación e informar y preparar a la sociedad para enfrentar los eventos





¿Cómo ayuda la ciencia y tecnología a mitigar el impacto de eventos extremos?



- Modelación matemática de inundaciones
- Técnicas estadísticas
- Desarrollo de metodologías de solución de conflictos
- Acciones estructurales



## ¿Se conoce una evaluación cuantitativa de los daños económicos y ambientales?



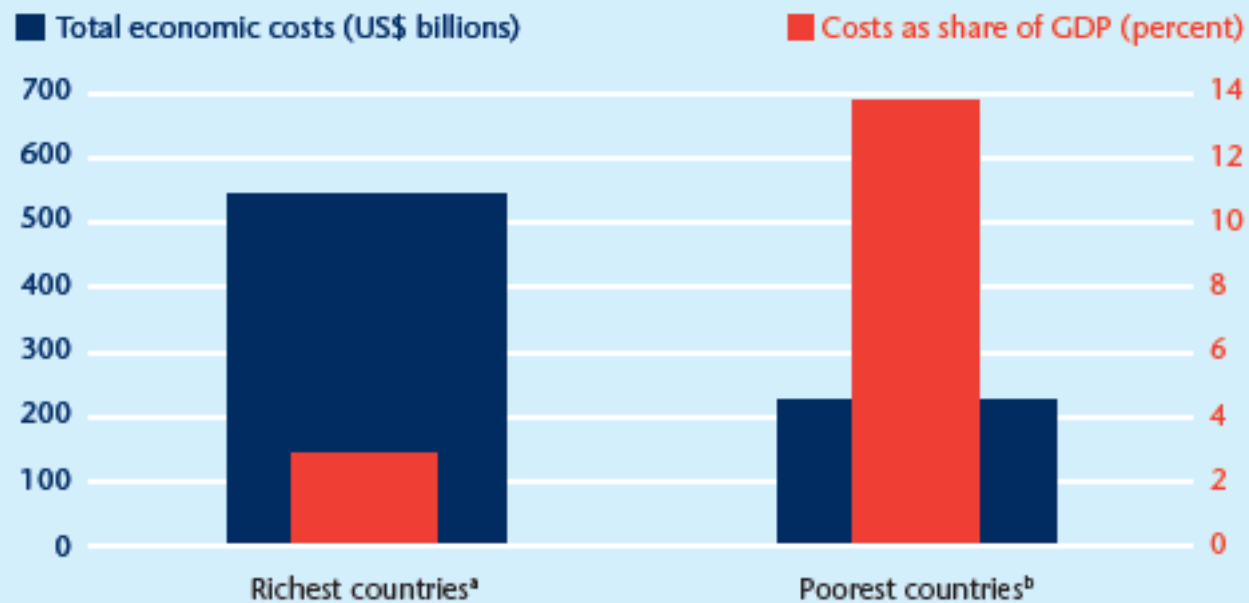
- Falta de registros históricos
- Modelos económicos basados en diferentes criterios
- Pérdidas no siempre consideradas: pérdidas de energía, daños a los ecosistemas, pérdida de poder de compra del consumidor

	Sequías	Inundaciones
Promedio anual	\$6-8 billones dlls.	\$2.41 billones dlls.
Peor de los casos recientes	39-40 billones dlls. 1988-89	\$15-27.6 billones dlls.

# Costos de desastres: pobres vs. ricos



**Figure 1.2 The costs of disasters as a share of GDP are much higher in poor countries than rich countries**



a. Annual GDP per capita above \$9,361.

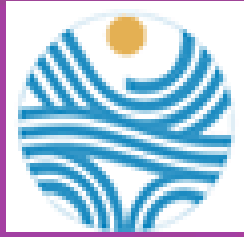
b. Annual GDP per capita below \$760.

Delli Priscoll, J., and A. T. Wolf. 2009. *Managing and Transforming Water Conflicts*. International Hydrology Series. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

(WWDR3)



# ¿Está el cambio climático generando nuevas dimensiones en la predicción de eventos extremos?



Horas -----días-----semanas -----meses-----estaciones-----años -----décadas

Pronóstico de avenidas súbitas

Atención de avenidas súbitas

Pronóstico de inundaciones

Atención de inundaciones

Pronóstico de ingresos a presas

Pronóstico de derretimiento de nieve

Volumen de suministro de agua

Corto plazo

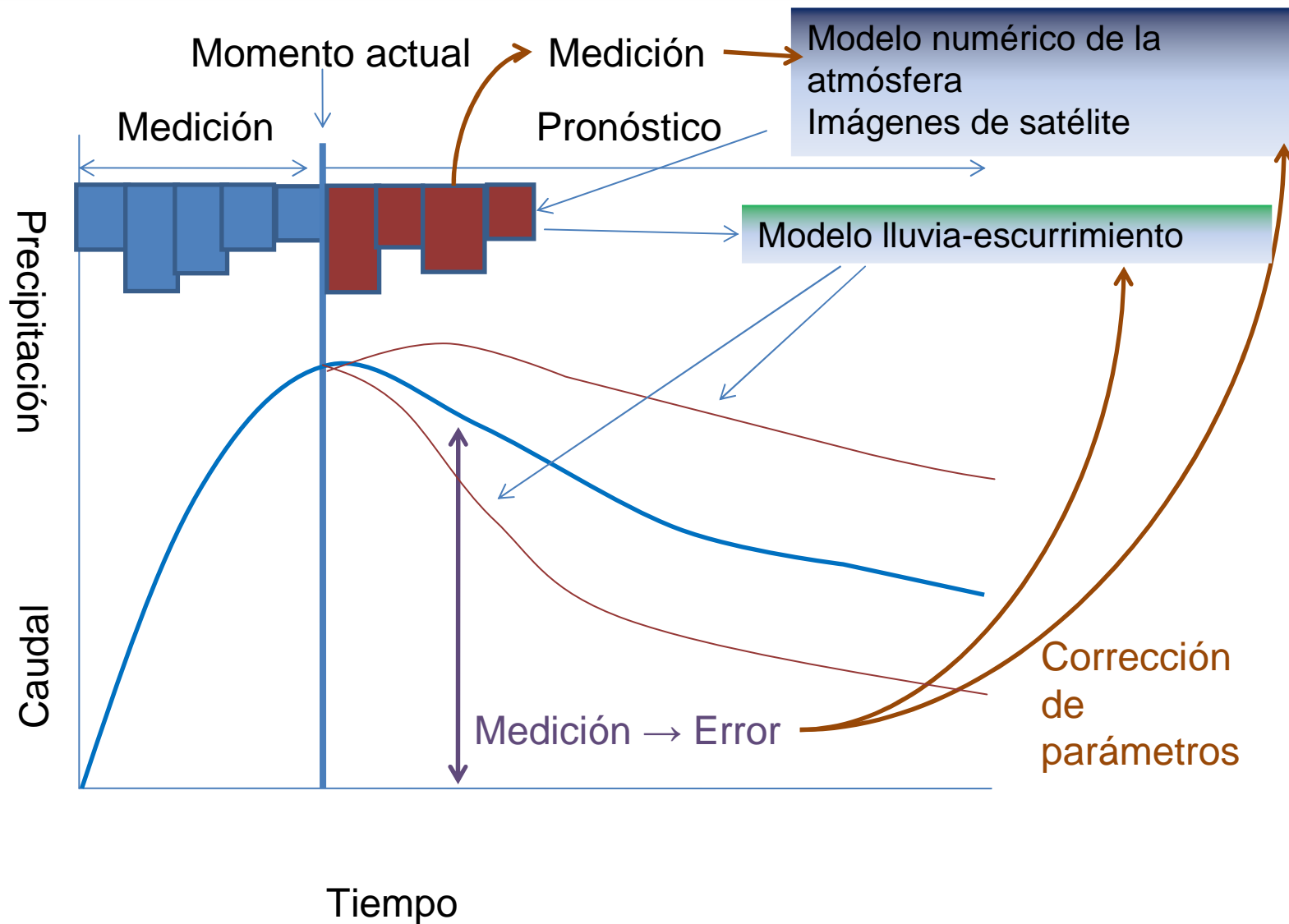
Mediano plazo

Largo plazo

Requerimientos de pronóstico



# Corto plazo: Pronóstico de inundaciones y caudales





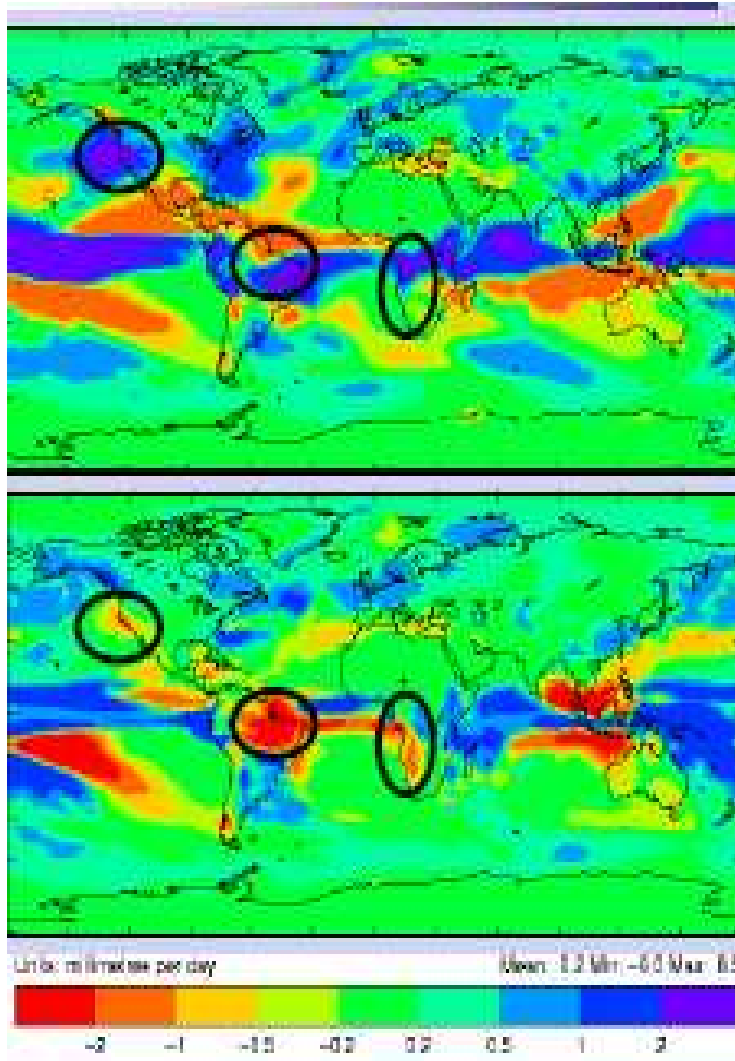
## Mediano plazo: evaluación de pronósticos climáticos estacionales



- “De las docenas de técnicas de previsión ..., todas excepto dos son prácticamente inútiles, de acuerdo con **Livezey & Timofeyeva - BAMS, Junio 2008.**
- “Prácticamente el único caso en que ha habido algún éxito en la predicción de precipitación ha sido para los inviernos con El Niño o La Niña ”

*De Science, Vol. 321,  
15 de agosto de 2008,  
pp. 900-901*





**Anomalía de precipitación DEF**

**CM2 – antiguo modelo**

**CM3 - Actualización del modelo**

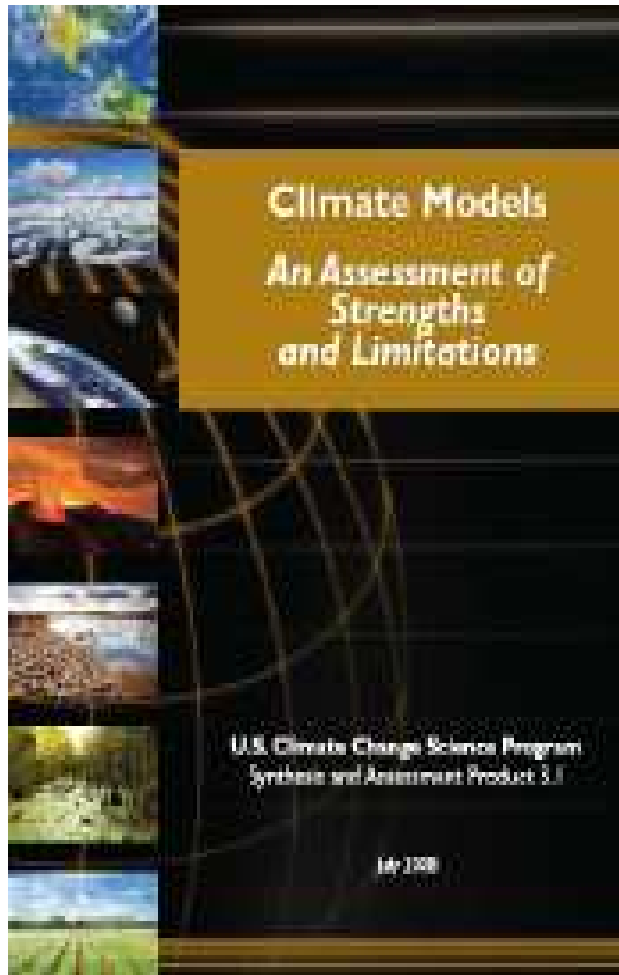
**¡Diferencias significativas en los resultados regionales!**



# Evaluación de modelos climáticos



¿Son exactos los modelos climáticos globales?



“Las tendencias regionales en los eventos extremos no siempre son capturados por los modelos actuales, pero es difícil ... distinguir entre deficiencias del modelo y la variabilidad natural ”.



## ¿Cuál es el mensaje?



**En la actualidad, la exactitud de las predicciones climáticas de los modelos a largo plazo y a escala regional no cumplen con los requerimientos de planeación de los recursos hídricos**

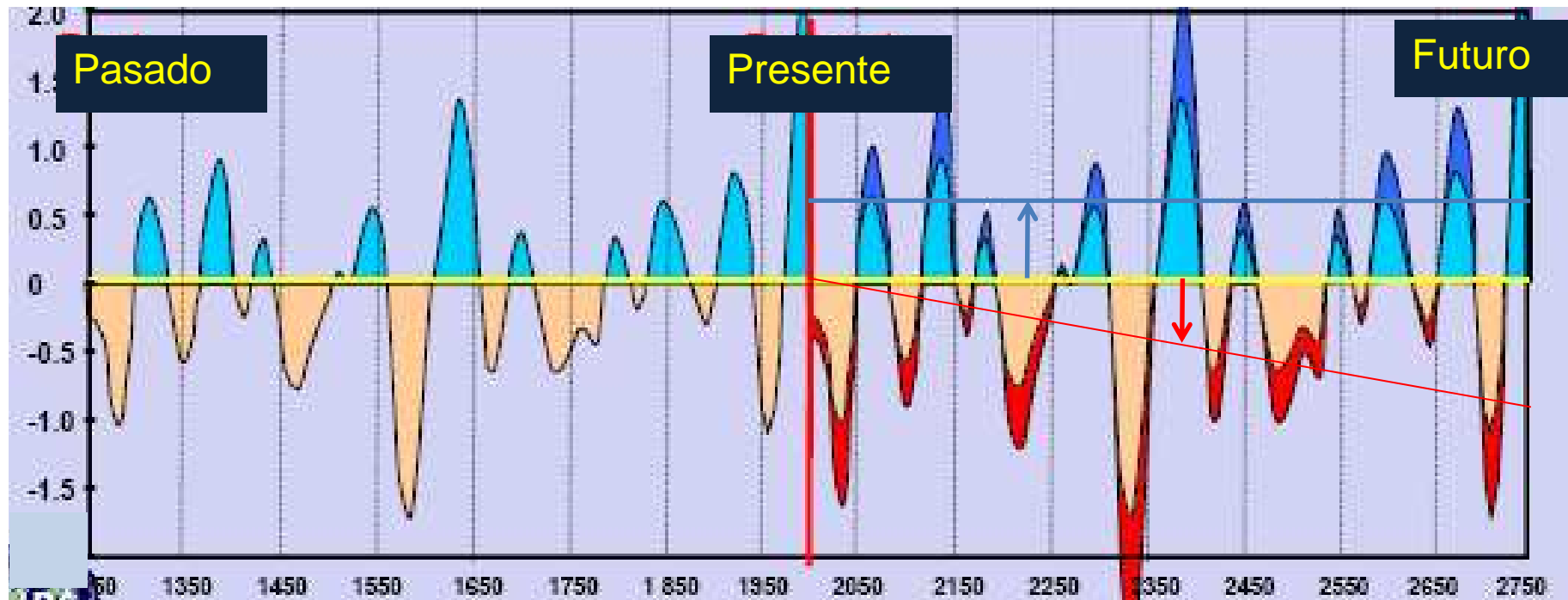
**Prácticamente no se usan para fines operativos y es imprudente impulsar su uso mientras sean altamente inciertos**



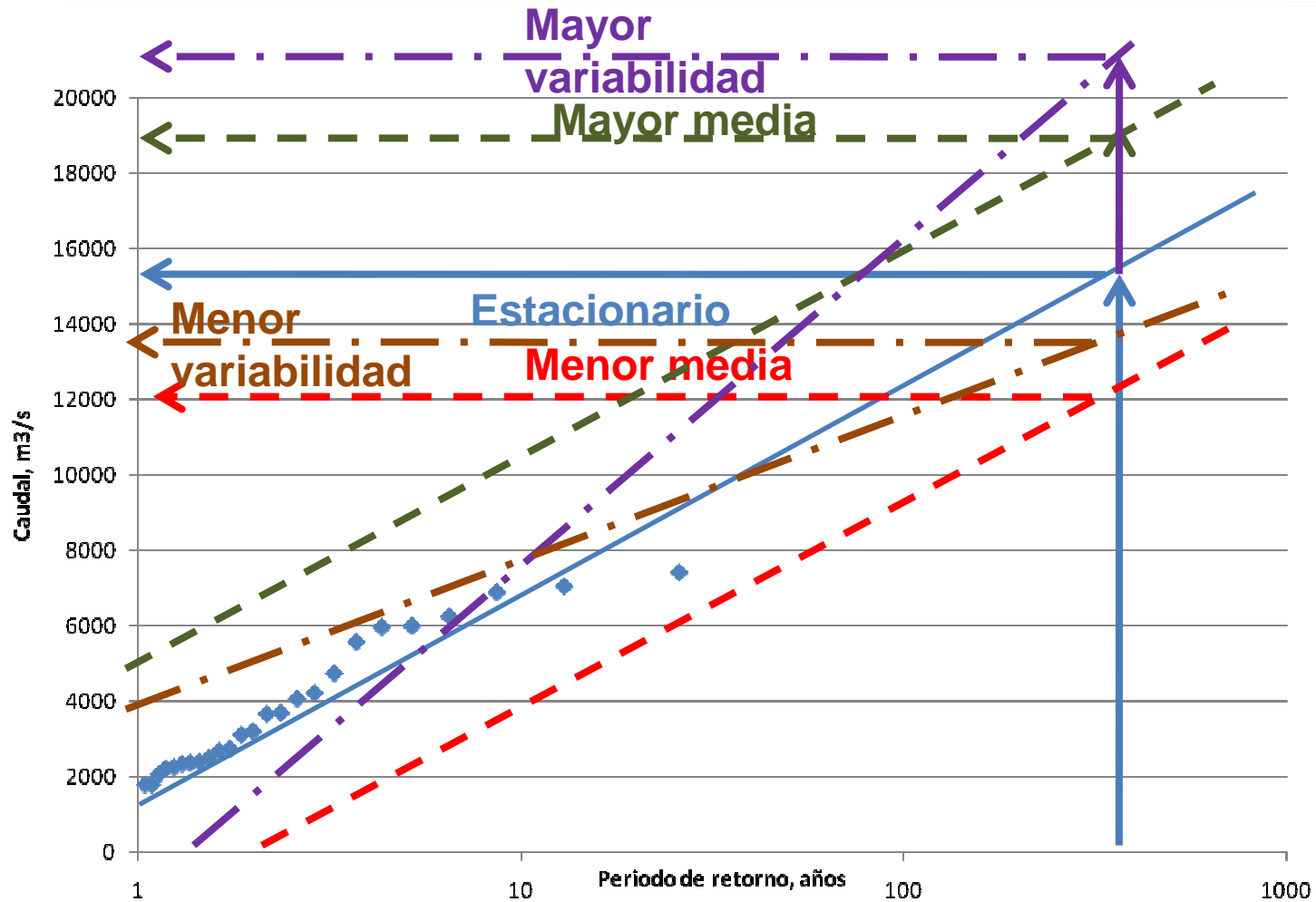
¿Está el cambio climático  
generando nuevas dimensiones en  
la predicción de eventos extremos?



# Sequías



# Escenario potencial en diseño hidrológico





# ¿Cuál es el mensaje?



**Pese a los avances hasta la fecha, la predicción de las variables hidroclicmáticas futuras sigue siendo un importante desafío**

**Si bien la inversión en el desarrollo de los modelos está totalmente justificada, también debemos mejorar los enfoques de ingeniería, comúnmente utilizados en la práctica para fines operativos y de planeación**

**Los programas de observación de largo plazo son críticos, especialmente para la verificación de los modelos. Sin algún grado de verificabilidad, es difícil esperar que se usen en la práctica.**