



Amenazas climáticas y el diseño de ingeniería

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

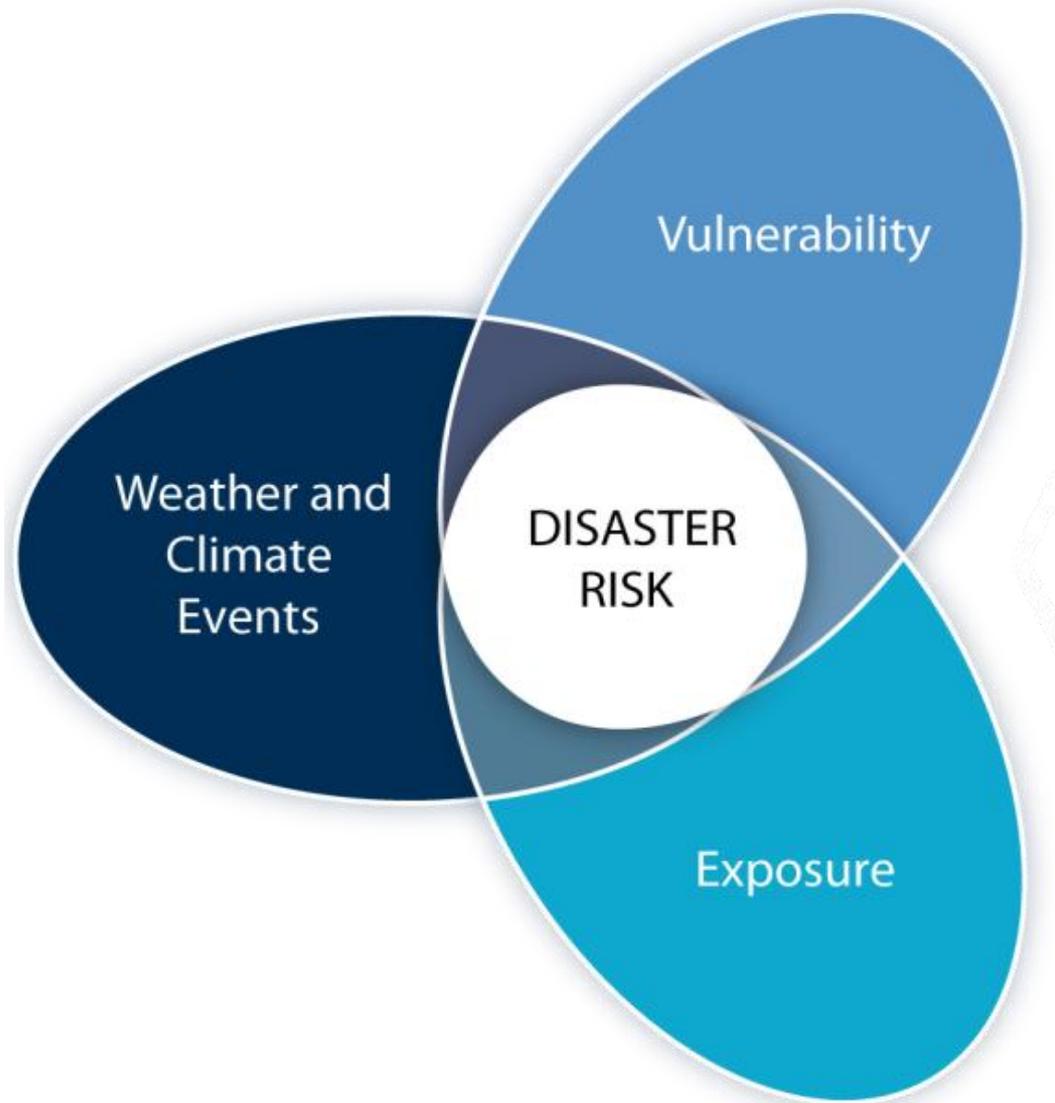


**Seminario “Cambio Climático e Infraestructura”
Miércoles 21 de Noviembre**

Jorge Gironás, PhD

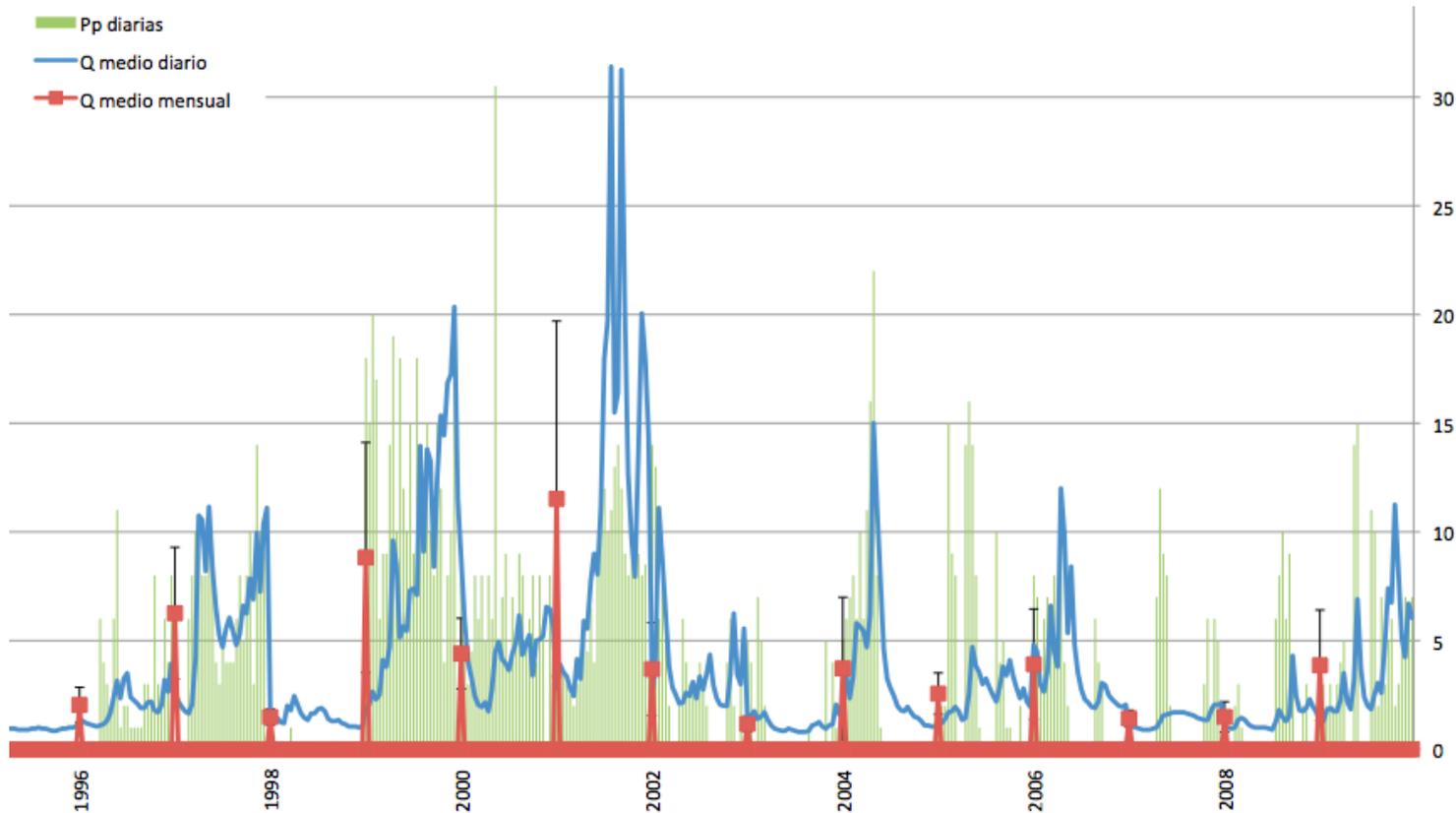
Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Centro
Interdisciplinario de Cambio Global, P. Universidad Católica de Chile

Amenaza climática



Special IPCC Report on Extreme Events (SREX)

Amenaza climática



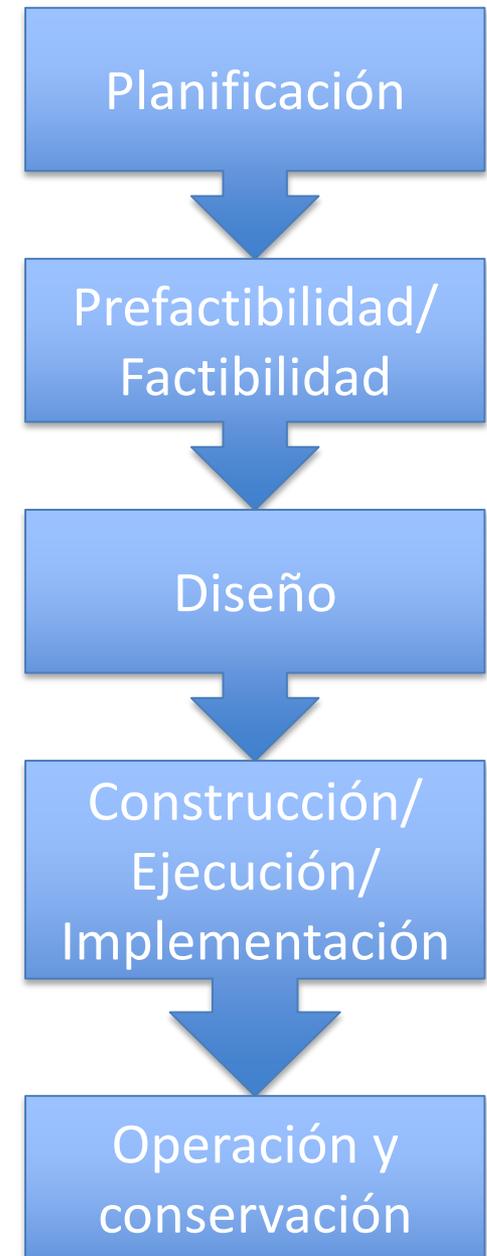
- Fenómenos climáticos presentan alta variabilidad espacial y temporal.
- La escala espacial y temporal es relevante y se vincula fuertemente con el problema de diseño e infraestructura.
- Ejemplos: Terremotos, tsunamies, crecidas, remoción en masa y deslizamientos, erupciones volcánicas, etc.

Diseño en Ingeniería

“Proceso en el cual se aplican diversas técnicas, metodologías y principios científicos con objeto de definir una obra, dispositivo, proceso o sistema, encaminado a cubrir una cierta necesidad, con el suficiente detalle para permitir su realización”.

- a) Se satisface una necesidad.
- b) Existe un entorno e interacciones entre los componentes (i.e. un sistema).
- c) Existe un ciclo de vida.
- d) Hay restricciones físicas, económicas, sociales y funcionales.
- e) Actividad creativa y flexible.

Etapas del ciclo de vida de proyectos de infraestructura



Diseño en Ingeniería

- **Infraestructura:** Soporte material/físico para el desarrollo y correcto funcionamiento de actividades sectoriales y/o productivas y su funcionamiento (i.e. proveedoras de un servicio).
- **Ejemplos:** Transporte, telecomunicaciones, eléctrica, hidráulica.
- Generalmente asociadas a grandes inversiones, y significativos impactos sociales y ambientales.
- Ciclos de vida de proyectos implican una ganancia de experiencia que es formalizada en herramientas perdurables en el tiempo (Manual de Diseño).

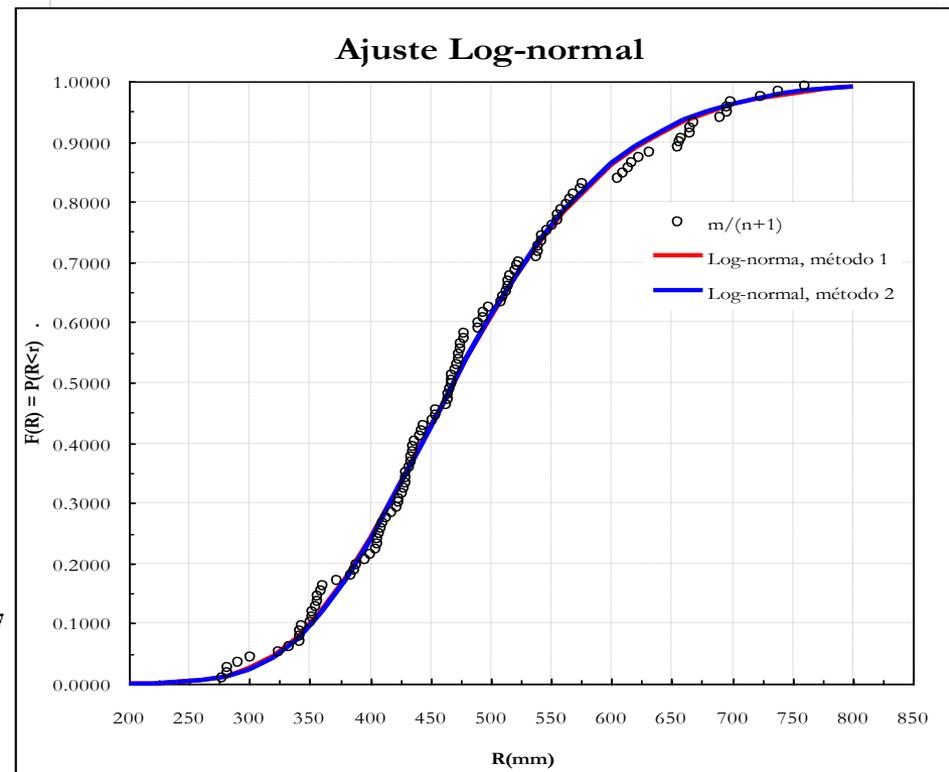
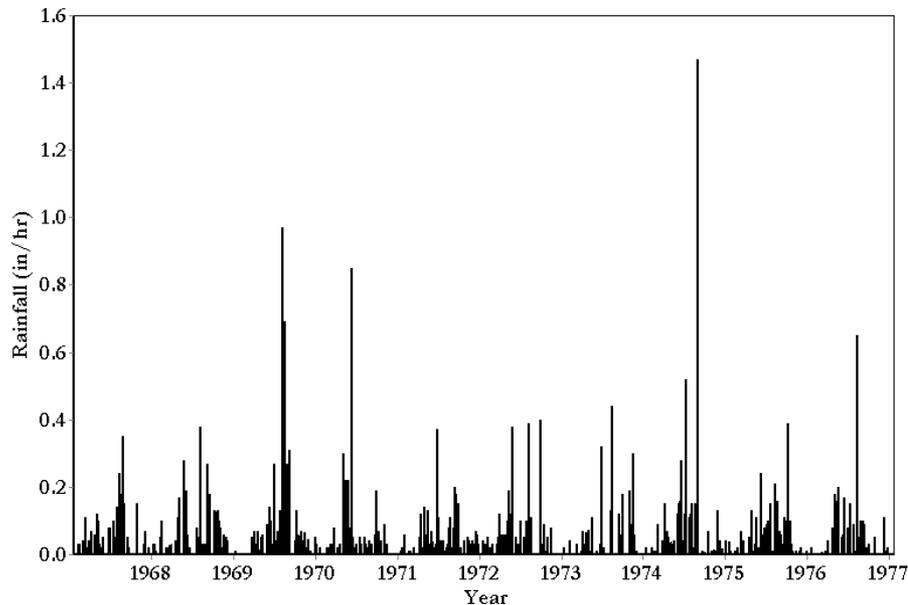


Diseño y amenaza climática

- La ingeniería constantemente enfrenta problemas de diseño en el contexto de incertidumbre.
- **Cambio climático:** El clima del futuro no es igual al clima del pasado.
 - Clima futuro pareciera ser más variable, con ocurrencia de eventos extremos, y distintas condiciones promedios.
 - Impacto sobre la efectividad de infraestructura e instalaciones influenciadas directa o indirectamente por condiciones meteorológicas.
 - Ejemplos de infraestructura sensible: Abastecimiento y tratamiento de aguas, energía hidroeléctrica, estructuras, puentes, etc.
 - Se deben buscar diseños robustos frente a un rango de condiciones futuras, pero que a la vez se tenga la capacidad de adaptarlos a condiciones no anticipadas a medida que aparecen en el tiempo (flexibilidad).

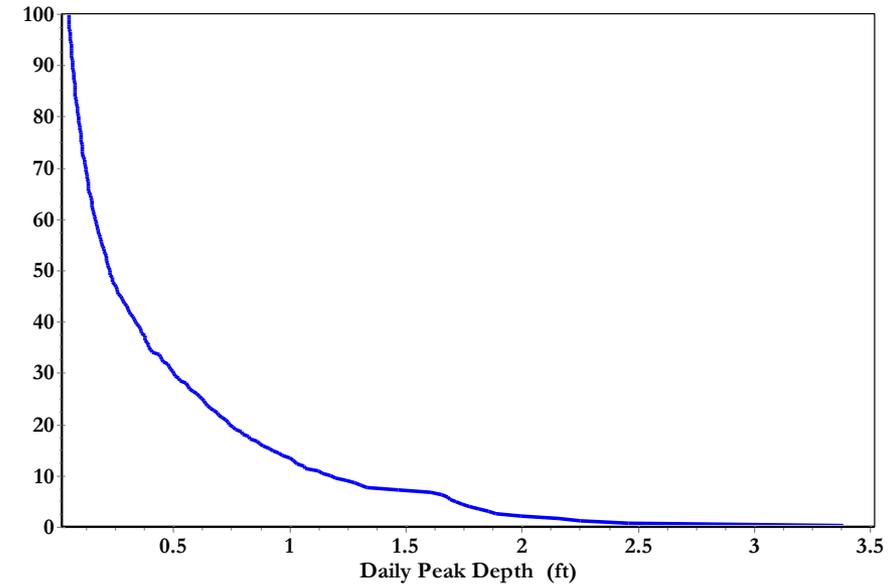
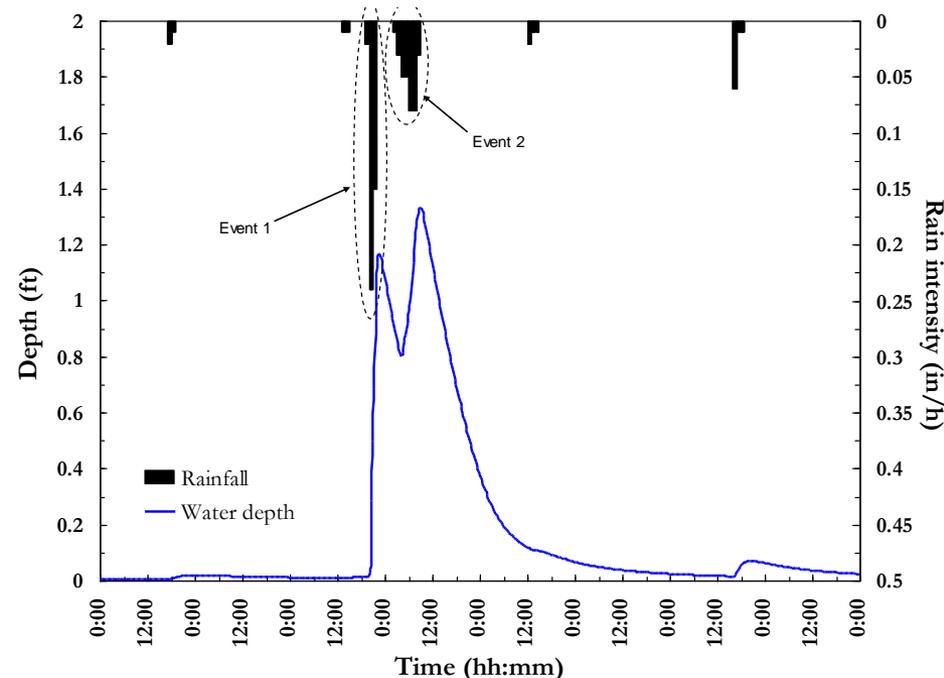
Caracterización de la amenaza climática en el diseño

- Variabilidad de la amenaza climática y sus características. **Enfoque actual:**
 - Variabilidad futura estimable a partir de condiciones históricas (fenómenos estacionarios).
 - Caracterización estadística que permite estimar periodos de retornos, magnitudes con ciertas probabilidad de ocurrencia, etc.



Caracterización de la amenaza climática en el diseño

- Variabilidad de la amenaza climática y sus características. **Enfoque actual:**
 - Generación de eventos sintéticos usados en el diseño.
 - Simulación continua y caracterización estadística de los resultados



Caracterización de la amenaza climática en el diseño

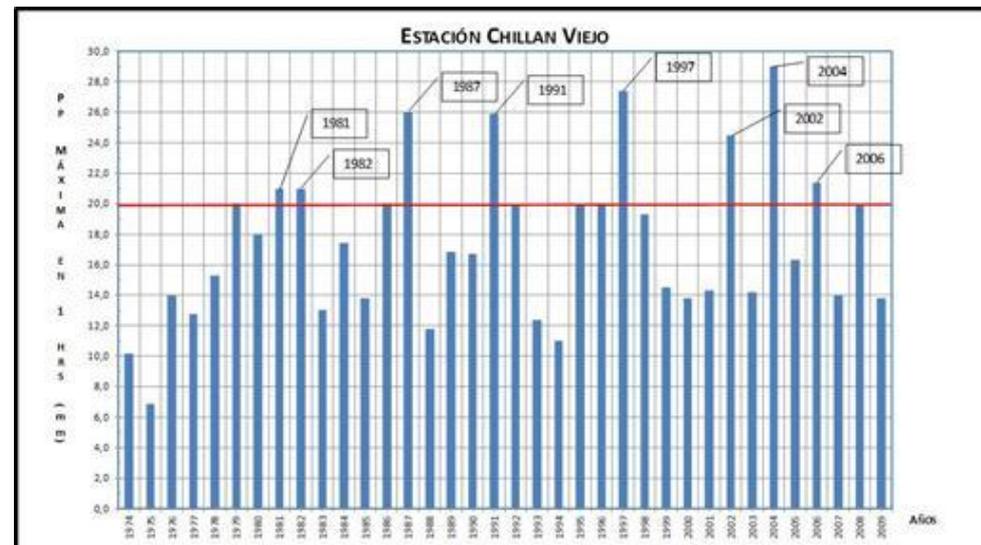
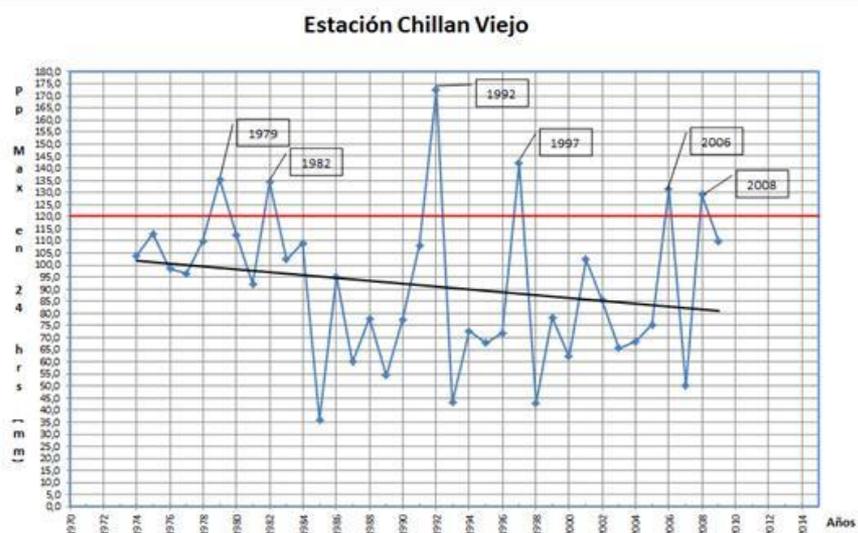
- **Metodologías para la incorporación del cambio climático en el diseño**
 - Amplio rango de alternativas de diversa complejidad. Relevancia de:
 - Datos disponibles
 - Precisión requerida
 - Capacidad técnica y humana
 - Dos grandes grupos: Métodos de screening y métodos avanzados
 - Métodos de **screening**: métodos simples de carácter inicial para determinar la posibilidad de existencia de riesgo (orden de magnitud). Ejemplos: factores de amplificación
 - Métodos **avanzados**: métodos más complejos que describen más en detalle los riesgos potenciales. Ejemplos: ajustes empíricos y estadísticos, simulación numérica del clima futuro y downscaling.

Caracterización de la amenaza climática en el diseño

- **Metodologías para la incorporación del cambio climático en el diseño**
 - Tres etapas que pueden ser abordada con los enfoques descritos:
 - (1) Generación de series de tiempo y distribuciones espaciales con temperaturas y precipitaciones.
 - (2) Transformación de esta precipitación en escorrentía caracterizada por hidrogramas.
 - (3) Propagación hidráulica de hidrogramas a los puntos de interés
 - Información del pasado es crucial para la calibración y para detectar posibles condiciones de cambio climático previas, y sus efectos.
 - No sólo los máximos son importantes . Todo el régimen hidrológico puede ser relevante.

Caracterización de la amenaza climática en el diseño

- **Actividades relevantes y desafíos**
 - **Selección de periodos de tiempo involucrados:** Parece razonable identificar periodos (corto, mediano y largo plazo) para la caracterización estadística de variables de interés. Paralelamente considerar la vida útil de obras.
 - **Identificar las escalas temporales apropiadas según la obra a diseñar,** y definir la relevancia del cambio climático.



Caracterización de la amenaza climática en el diseño

- **Actividades relevantes y desafíos**
 - **Generar información relevante:** Instrumentar áreas piloto, recuperar información existente, difusión, etc.
 - **Identificar supuestos, simplificaciones y procedimientos relevantes** en las estimaciones de comportamiento futuro de variables relevantes.
 - **Caracterizar y reducir la incertidumbre y el error de las predicciones.**
 - **Formar capital humano.** El juicio profesional y la experiencia son relevantes para caracterizar y manejar fuentes de incertidumbre.
 - **Establecer escenarios tipos para el diseño y análisis.**
 - **Fortalecer la investigación en distintos tópicos relevantes:**
 - Cambios en eventos extremos de P, T , etc.
 - Caracterización espacial y temporal de tormentas y de cambios en intensidades en periodos cortos.

Principios para la planificación y toma de decisiones

- Acciones en etapas tempranas del ciclo de vida son más económicas pero pueden tener elevado impacto.
- Algunos principios a considerar son:
 - Adoptar enfoque de precaución, de carácter integrado y sustentable.
 - Tener en cuenta que la manera más efectiva de gestionar el riesgo futuro es mediante la reducción de los niveles de exposición.
 - Asegurar una gestión adaptativa.
 - Adoptar un enfoque de bajo o nulo costo frente a adaptaciones futuras .
 - Apuntar hacia reducciones progresivas del riesgo.

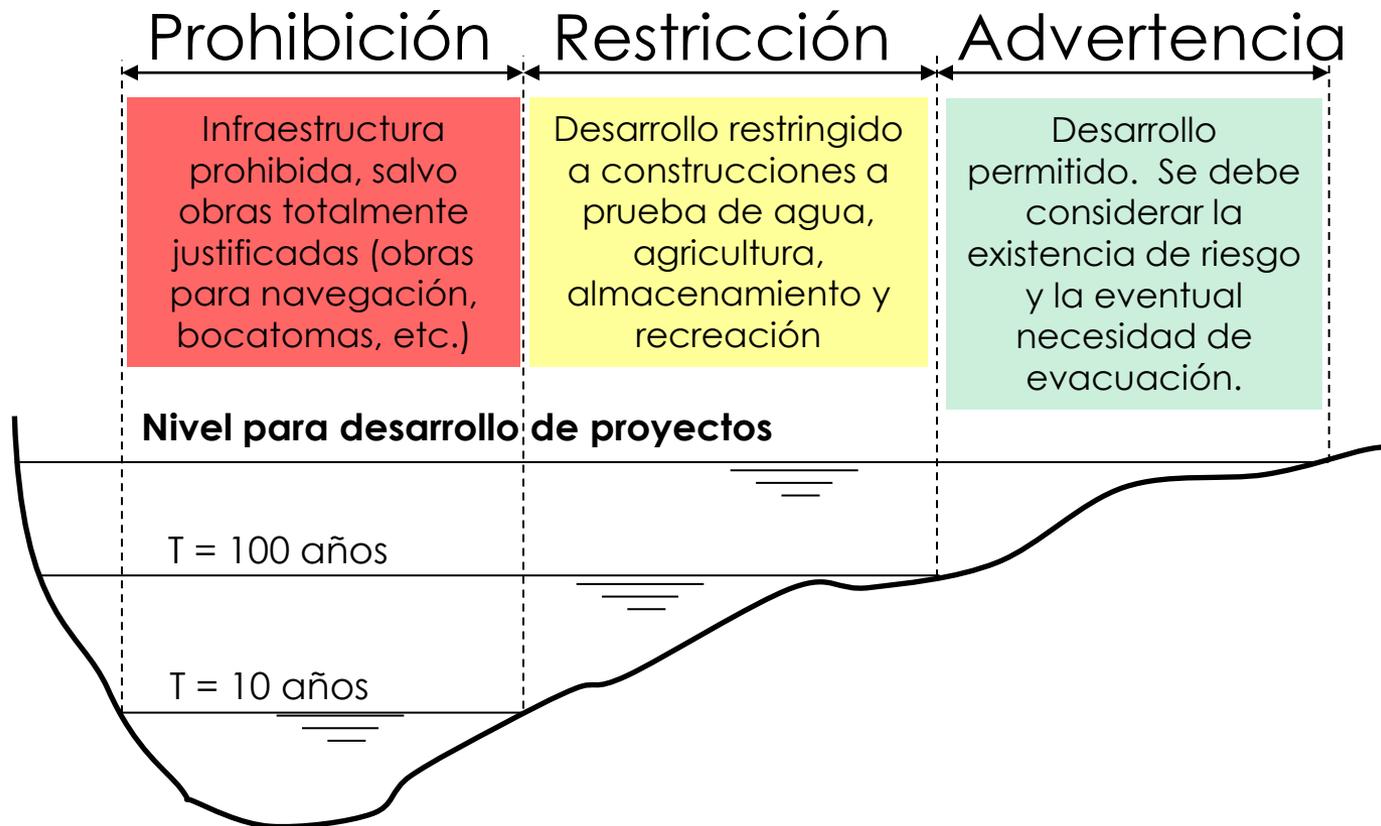
Principios para la planificación y toma de decisiones

Medidas Estructurales v/s No Estructurales

Estructurales	No estructurales
Implica infraestructura : embalses, colectores, tajamares, etc.	No son infraestructura: normas, reglamentos, estrategias, disposiciones, etc.
Modifican las causas de los daños (crecidas y sus propiedades)	Modifican las consecuencias (daños y sus costos)
Rápidas de adoptar si se dispone de recursos	Requieren de una implementación en etapas
Efectos inmediatos una vez adoptadas	Acción lenta hacia el futuro
Requieren grandes inversiones	Requieren coordinación y voluntad política
Efecto reparador	Efecto de anticipación

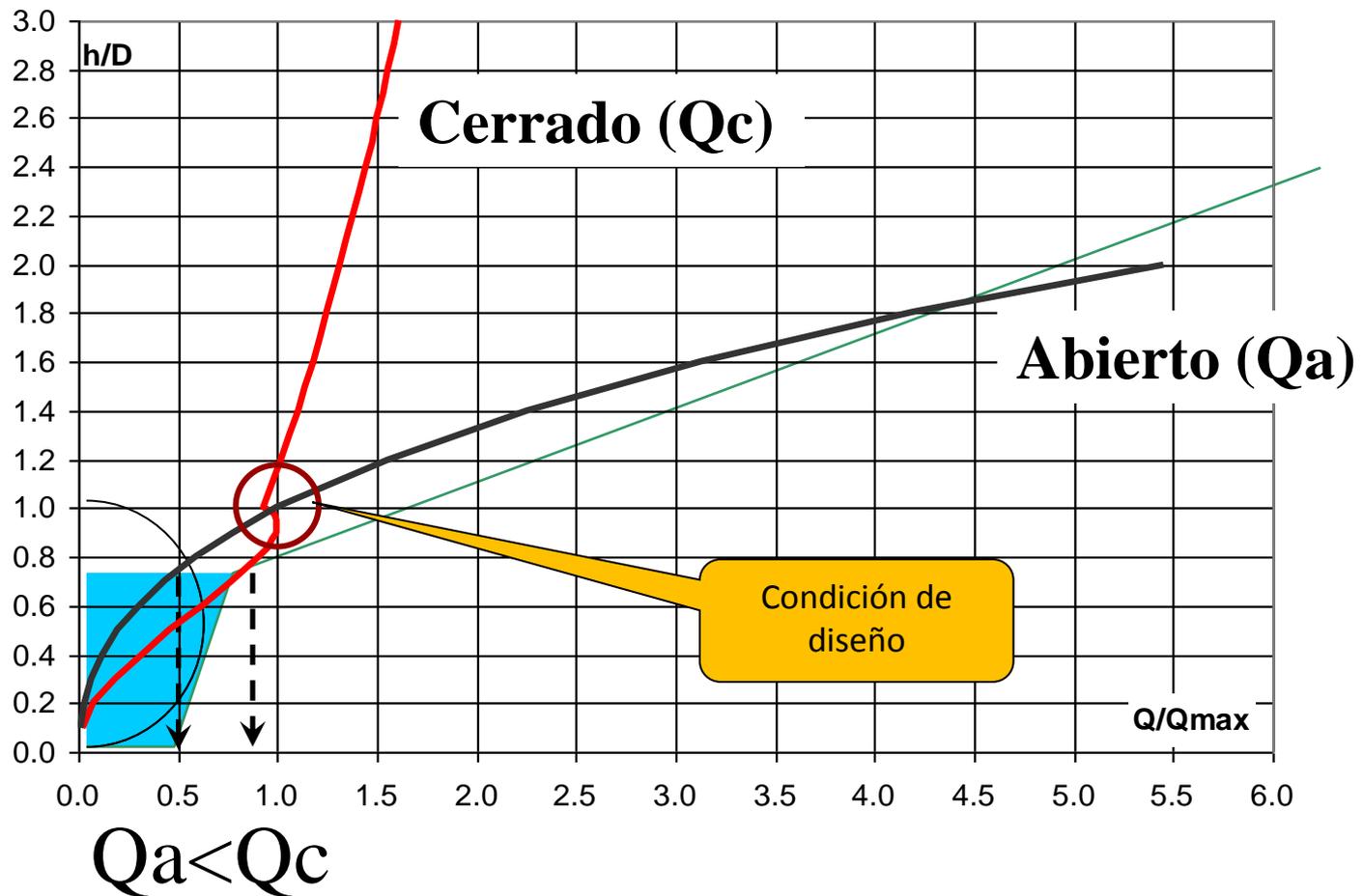
Principios para la planificación y toma de decisiones

Zonificación en planicies de inundación



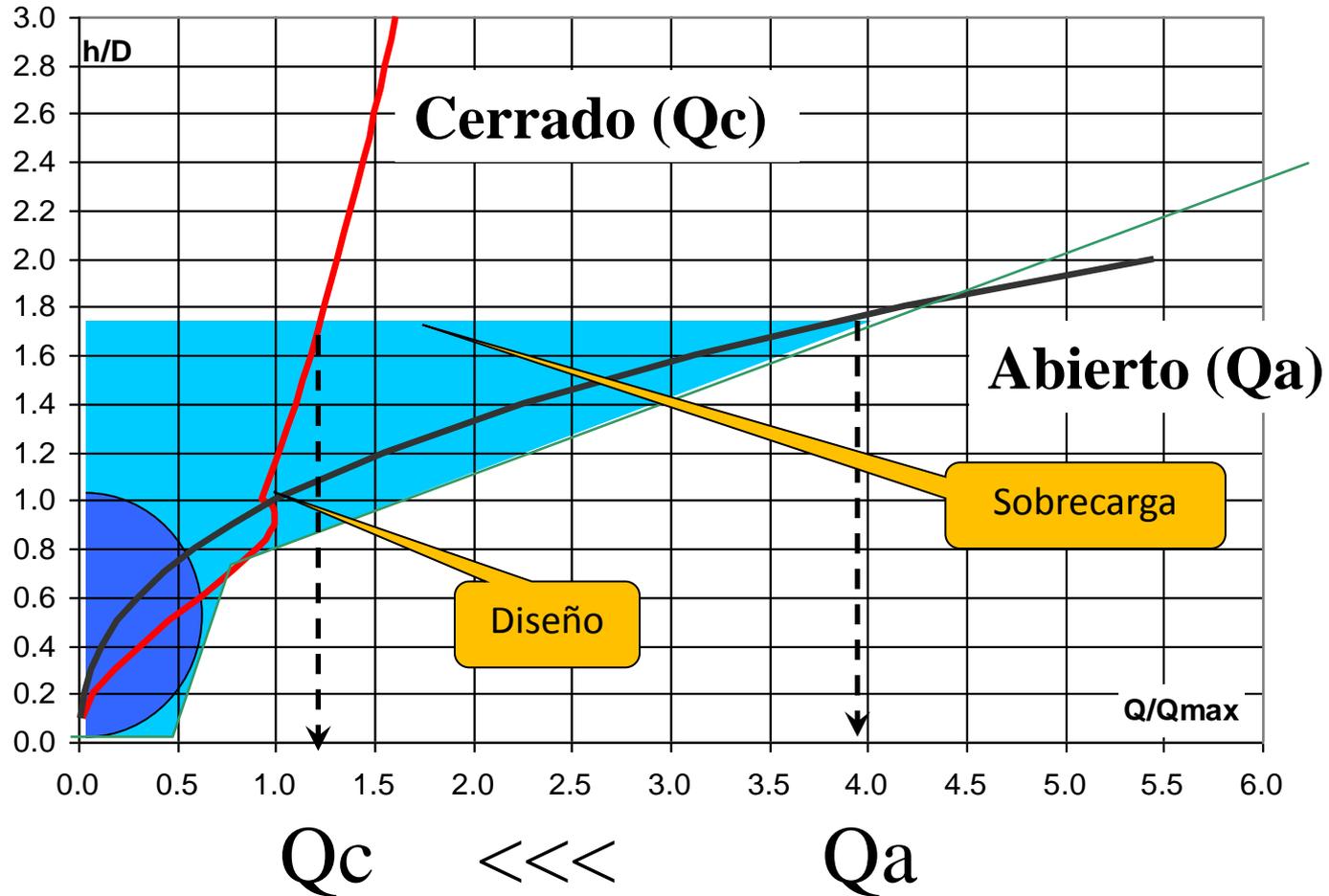
Principios para la planificación y toma de decisiones

Minimización del costo de adaptación frente a futuro incierto

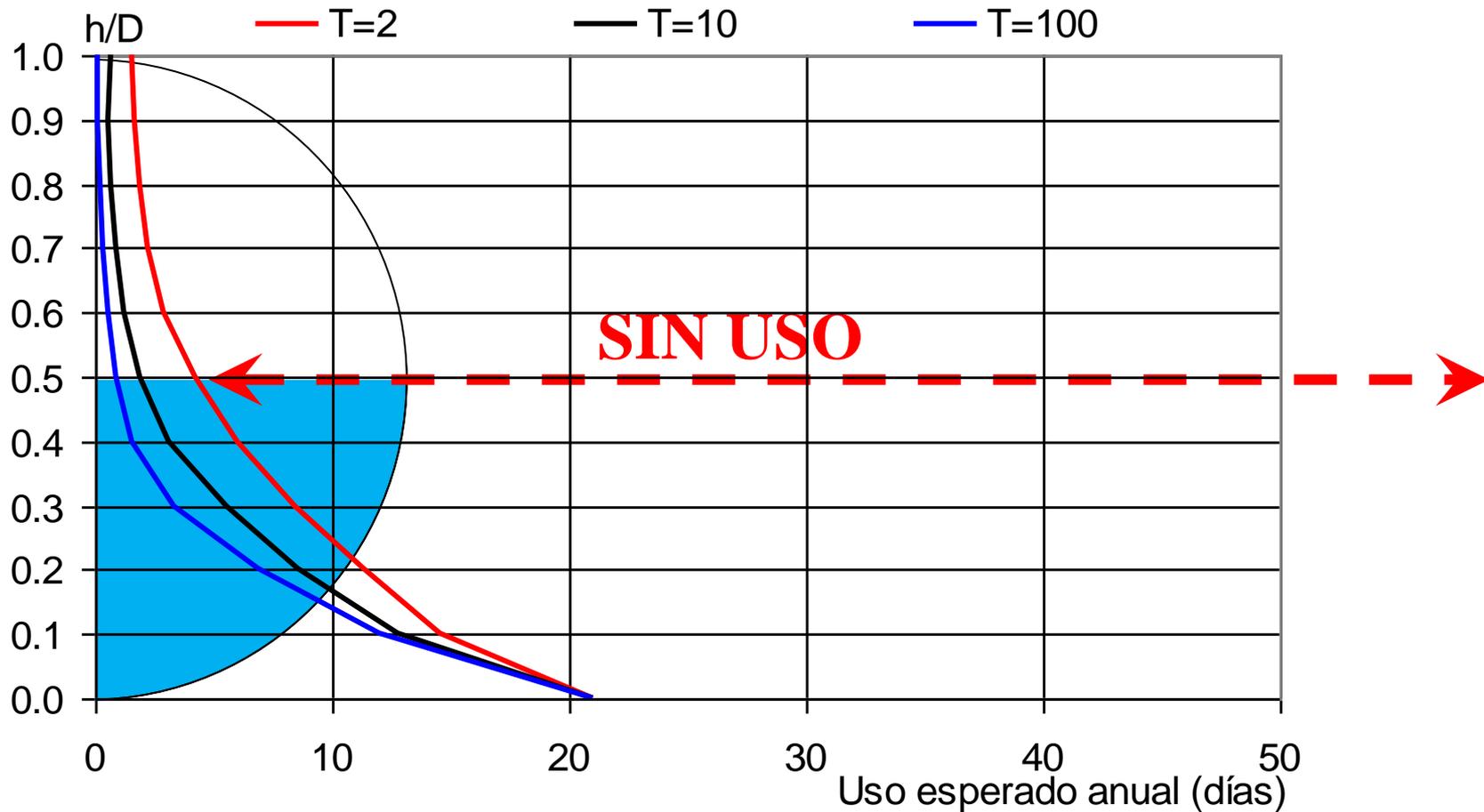


Principios para la planificación y toma de decisiones

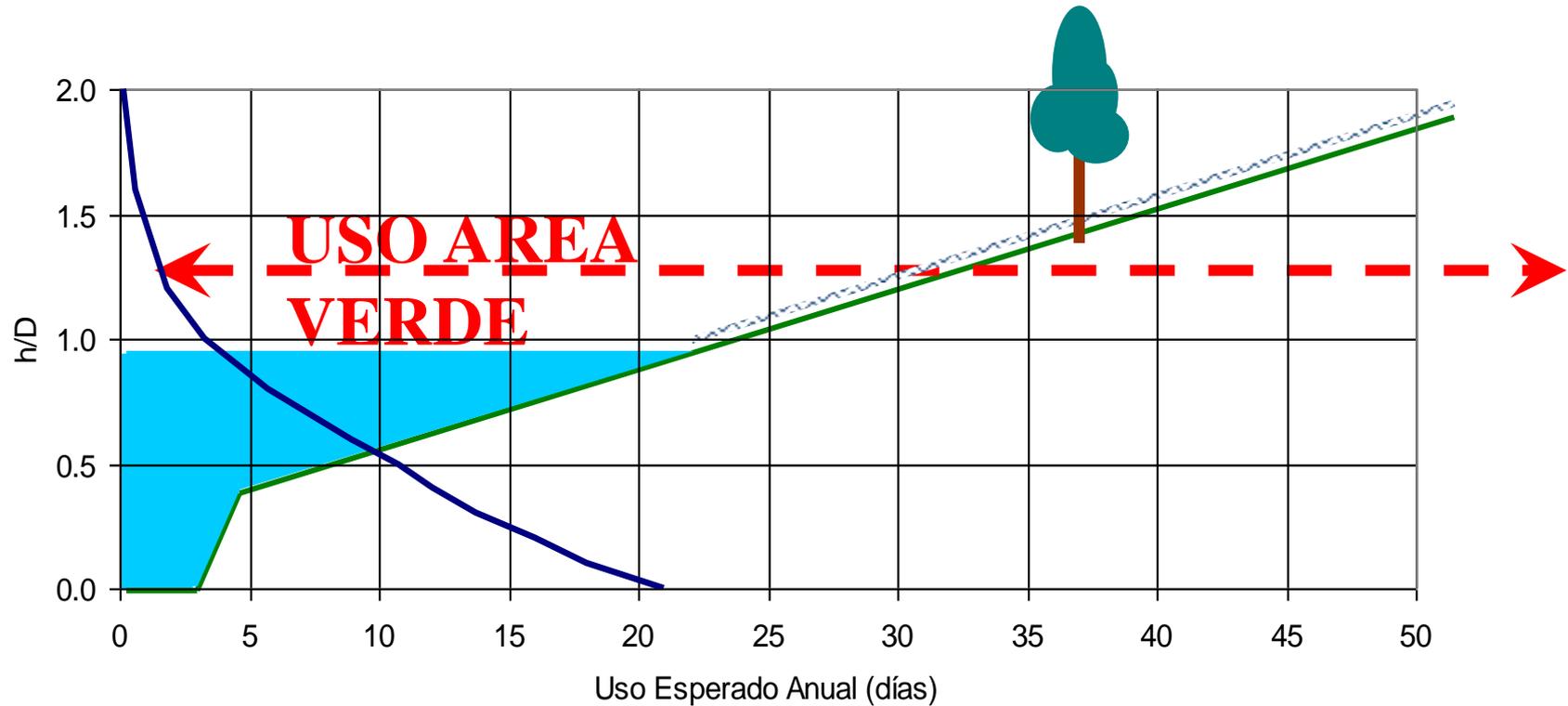
Las consecuencias de mayor necesidad de conducción son de 4 a 1,2



Principios para la planificación y toma de decisiones



Principios para la planificación y toma de decisiones



Conclusiones

- Supuesto de estacionaridad pierde sustento (Milly et al., 2008. Stationarity Is Dead: Whither Water Management?)
- Desafíos en:
 - Definir el rol de la variabilidad climática a lo largo del ciclo de vida de proyectos, en particular en la planificación y diseño
 - Adoptar enfoques robustos para la incorporación de la amenaza climática en el diseño cuando se requiera.
 - Lograr diseños robustos y flexibles.
 - Fomentar y formalizar el uso de las medidas no estructurales en ciclos de vida de proyectos



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

Amenazas climáticas y el diseño de ingeniería



**Seminario “Cambio Climático e Infraestructura”
Miércoles 21 de Noviembre**

Jorge Gironás, PhD

Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Centro
Interdisciplinario de Cambio Global, P. Universidad Católica de Chile