

Marco estratégico de adaptación de la infraestructura al cambio climático

# INFRAESTRUCTURA, INCERTIDUMBRE Y CAMBIO CLIMÁTICO



This project was undertaken with the financial support of:  
Ce projet a été réalisé avec l'appui financier de :  
Este proyecto fue realizado con el apoyo financiero de:



Environment  
Canada

Environnement  
Canada

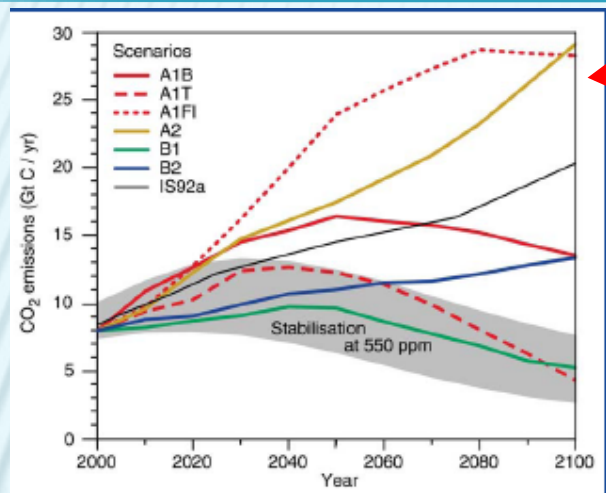
# INFRAESTRUCTURA, INCERTIDUMBRE Y CAMBIO CLIMÁTICO

# INFRAESTRUCTURA E INCERTIDUMBRE

- ❑ Incertidumbre o imposibilidad de certeza absoluta:
  - ❖ Imposibilidad de conocer perfectamente los sistemas naturales y humanos complejos.
  - ❖ Presente también en la interacción de la sociedad con la obra de infraestructura.
  - ❖ Necesario considerarla en el diagnóstico, planificación y diseño en ingeniería.



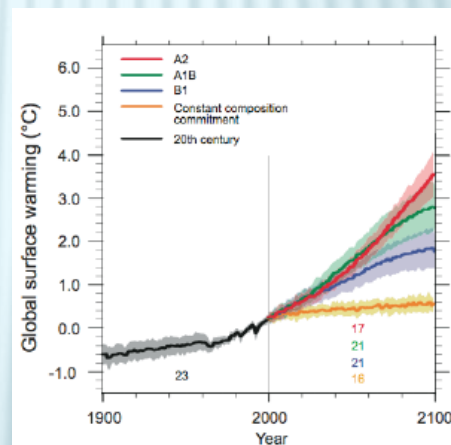
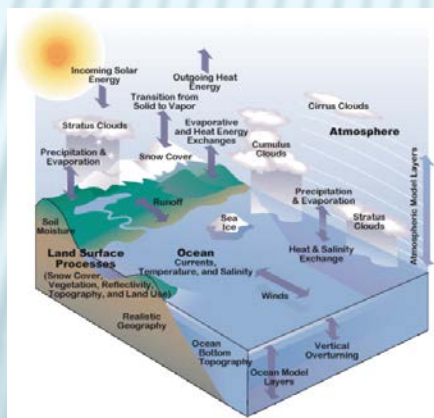
# LA MODELACIÓN DEL CLIMA FUTURO



Escenarios de emisiones

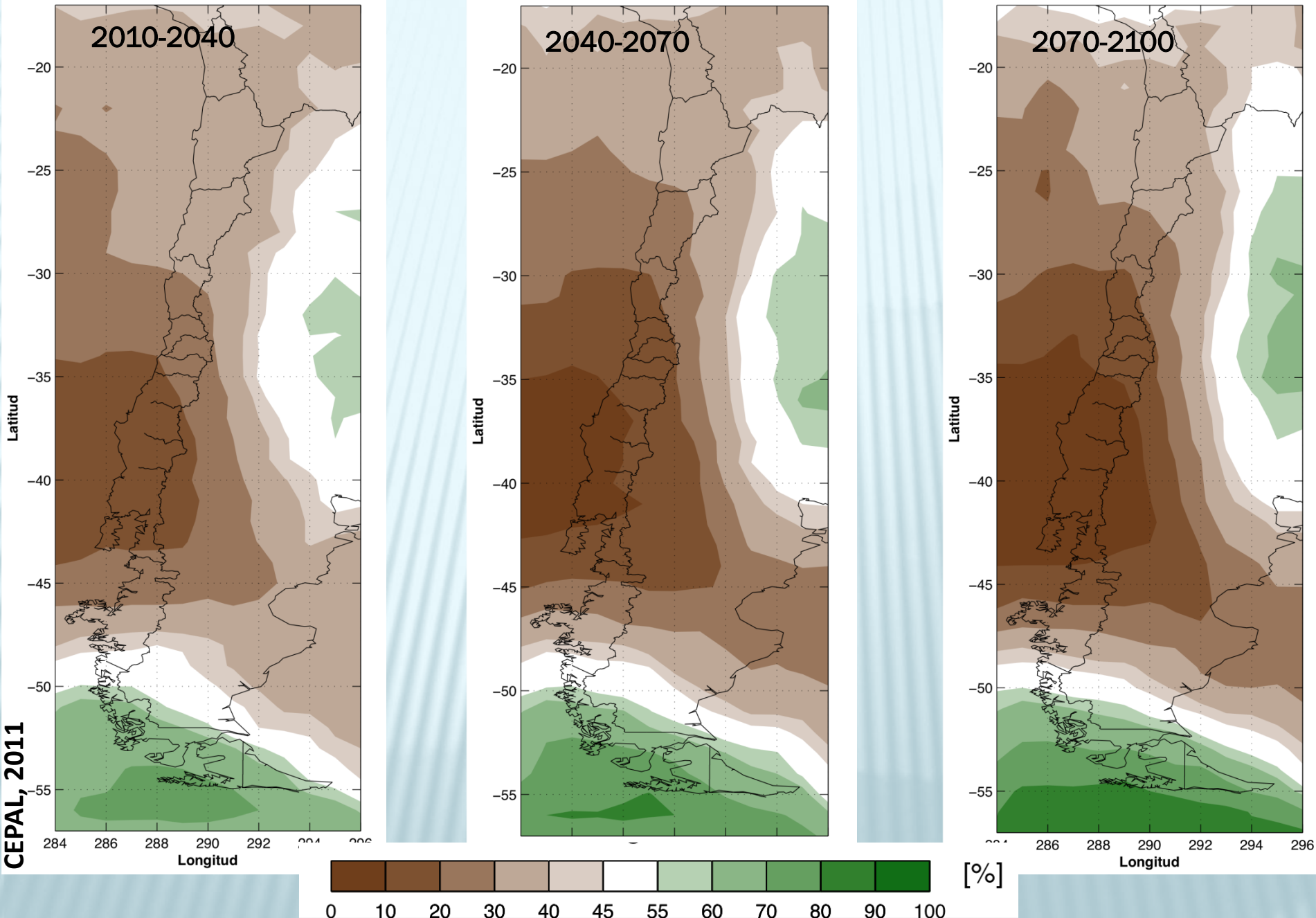
Impactos

GCMs



# Incertidumbre en precipitación    Porcentaje de modelos con $\Delta p_{p\tau} > 0$

CEPAL, 2011



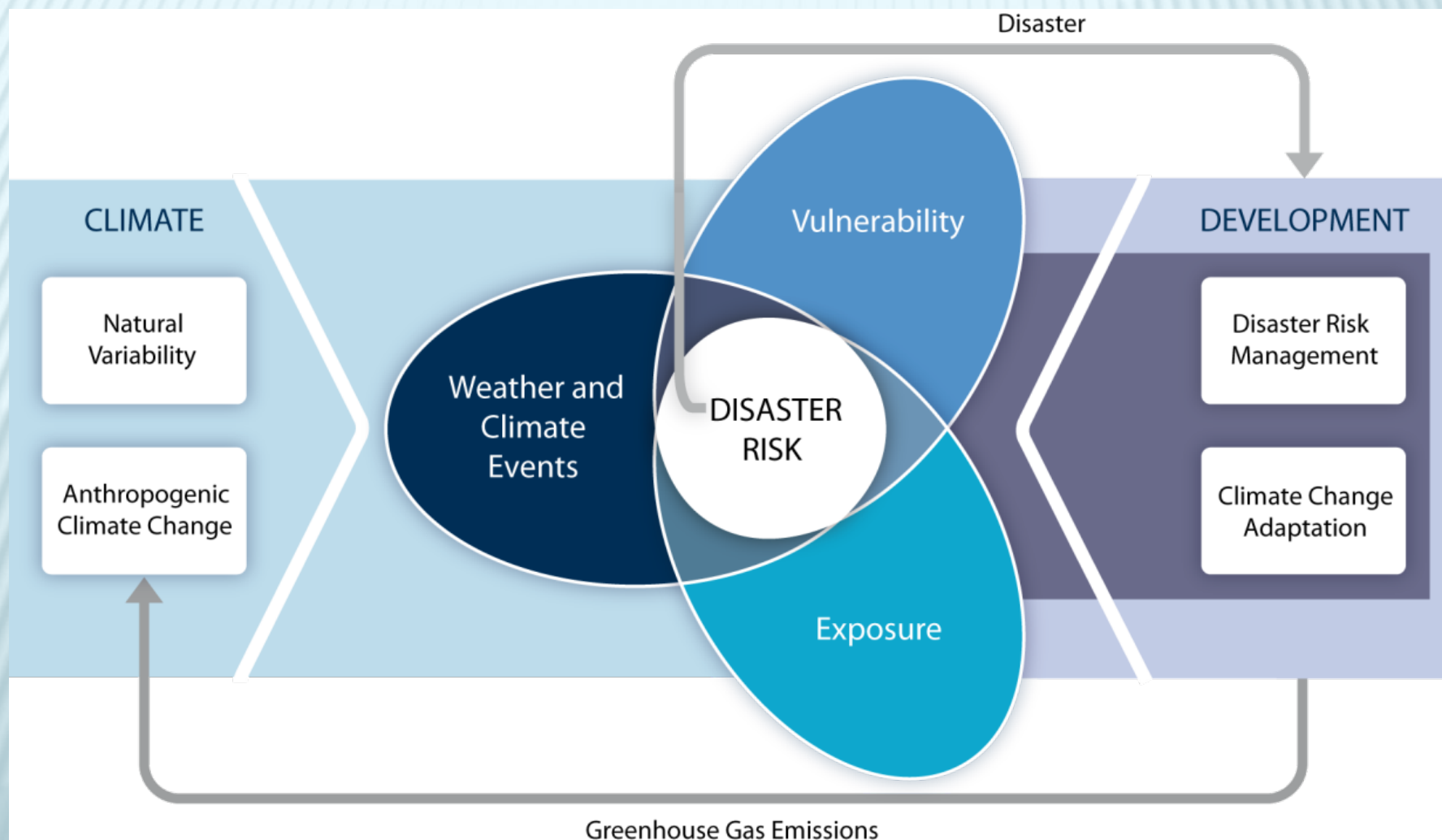
# ADAPTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA AL CAMBIO CLIMÁTICO

- × Cambio climático implica cambios futuros en
  - + disponibilidad en el tiempo y espacio del recurso físico;
  - + demanda por el recurso o los servicios asociados;
  - + las consecuencias que estos dos factores tienen sobre la infraestructura

Cambio climático debe considerarse como un factor en planificación y diseño de una obra de infraestructura



# ADAPTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA AL CAMBIO CLIMÁTICO



# ADAPTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA AL CAMBIO CLIMÁTICO



Las obras de infraestructura propias del MOP pueden verse afectadas por las amenazas climáticas. En este caso las obras propiamente tal son vulnerables. Esto implica revisar **criterios de diseño y de mantención de obras** para que estas mismas no sufran los impactos de los desastres (caminos, puertos).

Las amenazas asociadas al cambio climático pueden aumentar la exposición a desastres (sequías, inundaciones, aluviones). En este caso se deben revisar **los criterios para la planificación (donde, cuando) y diseño (como) de necesidades de obras de infraestructura** destinadas tanto a almacenamiento y distribución de recursos hídricos (embalses, sistemas de regadío, APR) como a manejo de desastres (drenaje de aguas lluvia, obras de protección costera y fluvial)



# INFRAESTRUCTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO

- ❑ Futuro **incierto y distinto** al pasado en:
  - ❖ Medio físico (hidrometeorología, usos de suelo, ecosistemas, etc.).
  - ❖ Comportamiento socio-económico y geopolítico.
- ❑ Decisiones en infraestructura afectas a tres factores cruciales bajo CC (Rogers, 1997):
  - ❖ Futura **disponibilidad** temporal y espacial del **recurso físico**.
  - ❖ Futura **demand**a por el recurso o los servicios asociados.
  - ❖ **Consecuencias sociales y ambientales** de estos factores.

# INFRAESTRUCTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO

- ❑ CC es una más de las restricciones a considerar en el diseño de infraestructura, **vinculada** con las otras.
- ❑ Un tratamiento distinto puede llevar a despreciar o cuantificar erróneamente condiciones futuras debido al fuerte vínculo entre manifestaciones hidroclimatológicas y otras variables físicas y sociales.

# INFRAESTRUCTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO

- ❑ **Barreras** para incorporar el CC en el desarrollo de infraestructura (Mortimer y Walker, 2007):
  - ❖ **Falta de conocimiento** e investigación aplicable a planificación y ciertos diseño. Ejemplo: Diseños basados en información hidro-meteorológica de alta resolución temporal y espacial.
  - ❖ **Brecha entre conocimiento y práctica** relevante que limita el abordar del CC en obras de larga vida útil.
  - ❖ Ciertas barreras a la integración del CC en las prácticas tradicionales reguladas por **normas y manuales**.



# INTEGRANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO AL DISEÑO

- ❑ U.S. Congress (Office of Technology Assessment, 1993) propone una visión general que considere incorporar:
  - ❖ **Robustez:** Preparación para el peor escenario o máximo riesgo. Costos conocidos y de corto plazo, posibilidad de economías de escala.
  - ❖ **Flexibilidad:** Respuestas rápidas y efectivas frente a circunstancias desconocidas variables. Costos inciertos y de largo plazo, pero se aprovecha mejor el desarrollo de los eventos futuros.

# INTEGRANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO AL DISEÑO

- ❑ Asumidos los costos correspondientes, las obras pueden ser tan seguras como se desee (análisis costo-beneficio).
- ❑ Esto permite al desarrollador/diseñador de infraestructura adoptar soluciones óptimas para la sociedad.
- ❑ El manejo de incertidumbre asociada al CC requiere de **métodos probabilísticos** para estimar probabilidades de ocurrencia a partir de una variedad de información.

# INTEGRANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO AL DISEÑO

- ❑ Métodos existentes (Ministry for the Environment 2008, 2010):
  - ❖ Métodos de **screening** simples, de carácter inicial para determinar la posibilidad de existencia de riesgo (orden de magnitud).
  - ❖ Métodos **avanzados** para describir en detalle los riesgos potenciales. Corresponden al estándar deseado en la incorporación del CC.



# INTEGRANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO AL DISEÑO

- ❑ La implementación correcta de los métodos significa:
  - ❖ **Información** temporal y espacialmente adecuada.
  - ❖ **Modelo complejos** que simulen los procesos propios del comportamiento de la(s) variables de diseño.
  - ❖ **Simulación continua (S.C.)**, que exponga la obra a condiciones dinámicas de operación e interacción de las variables involucradas (contrario a la simulación por evento). La S.C. es adecuado para el uso de escenarios futuros.
  - ❖ **Experiencias pilotos** con métodos que implemente lo anterior, buscando estandarizar procedimientos.

# INFRAESTRUCTURA EN CHILE

- ❑ Estado actual de la infraestructura
  - ❖ Importantes avances en dotación, mantenimiento y operación de infraestructura.
  - ❖ Chile es líder latinoamericano en cobertura de necesidades básicas, no así en infraestructura (Inst. de competitividad ADEN).
  - ❖ Lo anterior es relevante para mejorar la productividad y competitividad de las actividades económicas.

# MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP)

- ❑ **Misión:** Proveer al país de servicios de infraestructura para la conectividad, la protección del territorio y las personas, la edificación pública y el aprovechamiento óptimo de los RR.HH., asegurando el cumplimiento de los estándares de servicio y la calidad de las obras, la provisión de agua, el cuidado de los recursos hídricos y del medio ambiente, para contribuir al desarrollo sustentable y a la competitividad del país, promoviendo la equidad, la calidad de vida y la igualdad de oportunidades de las personas.



# MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP)

- ❑ **Visión:** es contribuir a la construcción de un país integrado e inclusivo a través de la calidad, la eficiencia, la sustentabilidad y la transparencia con las que provee los servicios de infraestructura y por medio de los cuales cautela el equilibrio hídrico que el país requiere, como consecuencia de un proceso de planificación territorial participativo, orientado a las necesidades de la ciudadanía, con personal calificado y comprometido, en un clima que promueve el desarrollo y la innovación.

# MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP)

## □ Estructura:

- ❖ 1 subsecretaría, 2 direcciones generales (DGA y DGOP)
- ❖ 5 **servicios ejecutores**: Dirección de Aeropuertos, Dirección de Arquitectura, Dirección de Obras Hidráulicas, Dirección de Obras Portuarias y Dirección de Vialidad. Una unidad ejecutora que no es servicio: Coordinación de Concesiones de Obras Públicas.
- ❖ 3 **servicios no ejecutores**: Dirección de Planeamiento, Fiscalía y Dirección de Contabilidad y Finanzas

## □ Actividad de Planificación:

- ❖ Proceso integrado que considera infraestructura pública y servicios.
- ❖ Determinación oportuna de las inversiones, asegurando una oferta compatible con el desarrollo en el largo plazo.

# MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP)

## □ Actividad de Planificación:

- ❖ Asesorada estratégicamente por la **DIRPLAN**, que define políticas, coordinación general y priorización de planes de estudios, proyectos y ejecución de las obras.
- ❖ Conciencia actual de incorporar el CC y necesidades de adaptación a la planificación.

## □ Actividad de Mantenimiento:

- ❖ Ejecutada directamente y a través de proveedores.
- ❖ Incluye entre otras: conservación mayor, menor, rutinaria, de obras de riego fiscal, de explotación provisional de obras, de AA.LL., de cauces, de obras de APR, de obras viales y de infraestructura marítima portuaria.



# LA PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EN CHILE

- × Proceso de modernización
- × Incluye diferentes instrumentos

# LA PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EN CHILE

## Tipos y jerarquías de planes en el MOP

Estratégico y coordinador  
de políticas sectoriales en  
el territorio nacional.

**Plan Director de  
Infraestructura**  
a largo plazo

Adecúa las líneas de acción del  
Plan Director al territorio regional,  
considerando sus propias  
singularidades y los  
requerimientos regionales.

**Planes Regionales de  
Infraestructura y Gestión  
del Recurso Hídrico**  
a mediano plazo

Respuesta a líneas de acción  
definidas en los instrumentos  
legales que rigen al sector, a  
emergencias y a otros  
requerimientos de las autoridades.

**Planes Especiales:**  
Plan Chiloé, Conectividad Austral,  
Arauco, Isla de Pascua, Interlagos,  
Comunidades Indígenas, entre otros

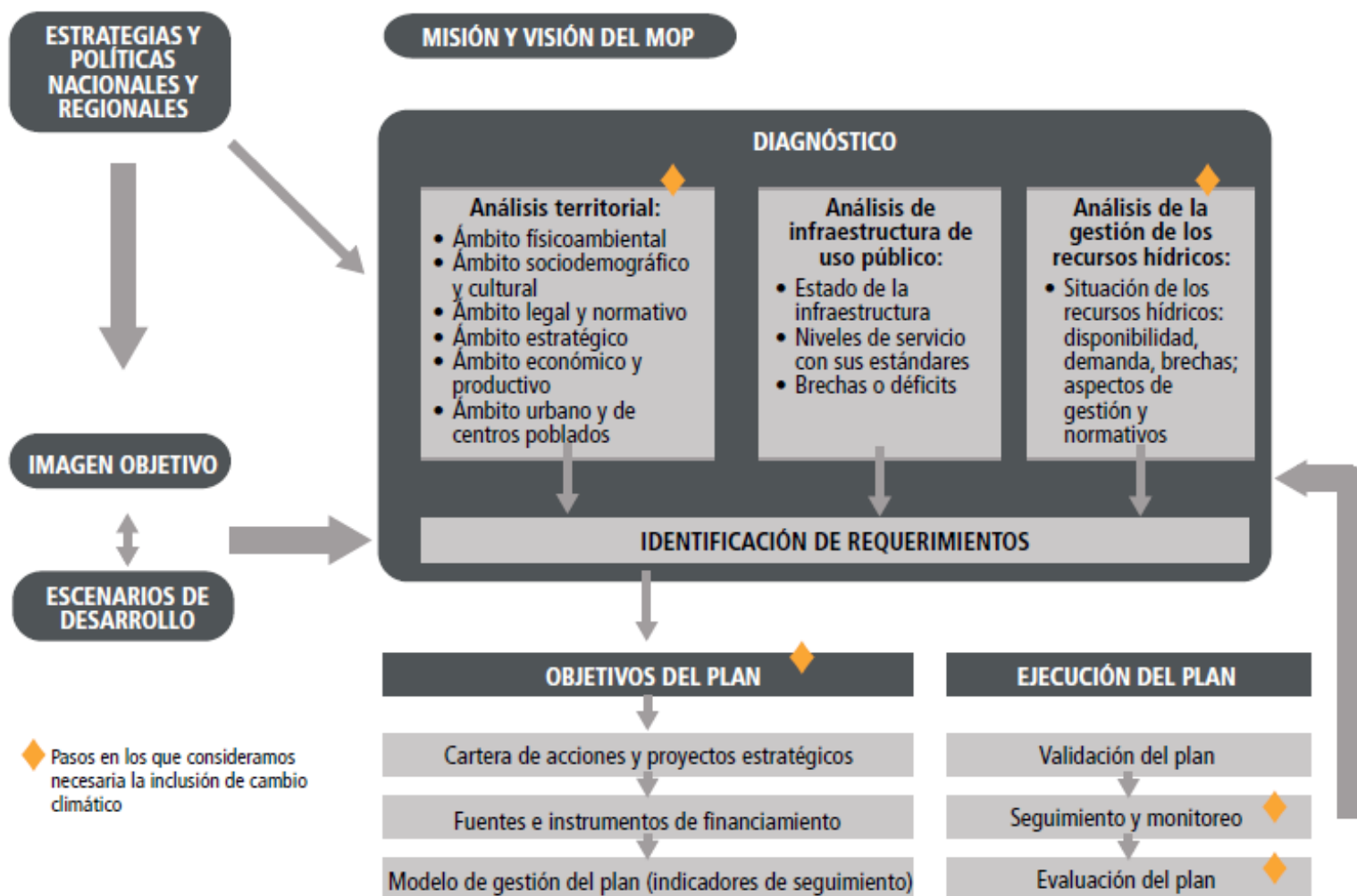
# LA PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EN CHILE

- × Proceso de modernización
- × Incluye diferentes instrumentos
- × No existe inclusión del cambio climático en estos instrumentos



# LA PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EN CHILE

## Proceso de planificación MOP



# LA PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EN CHILE

- × Proceso de modernización
- × Incluye diferentes instrumentos
- × No existe inclusión del cambio climático en estos instrumentos
- × Plazos son relevantes
- × Depende del tipo de obra