



Centro UC  
**CLAPES UC**  
Centro Latinoamericano de  
Políticas Económicas y Sociales

# INFRAESTRUCTURA RESILIENTE Y GESTIÓN DEL RIESGO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

## Seminario MOP/COP25 Obras públicas para el cambio climático

Hernán de Solminihac Tampier

Director de Clapes UC y Profesor Titular Ingeniería UC  
Ex Ministro de OO.PP. y Minería

Santiago, 06 de agosto de 2019

# Contenidos

---

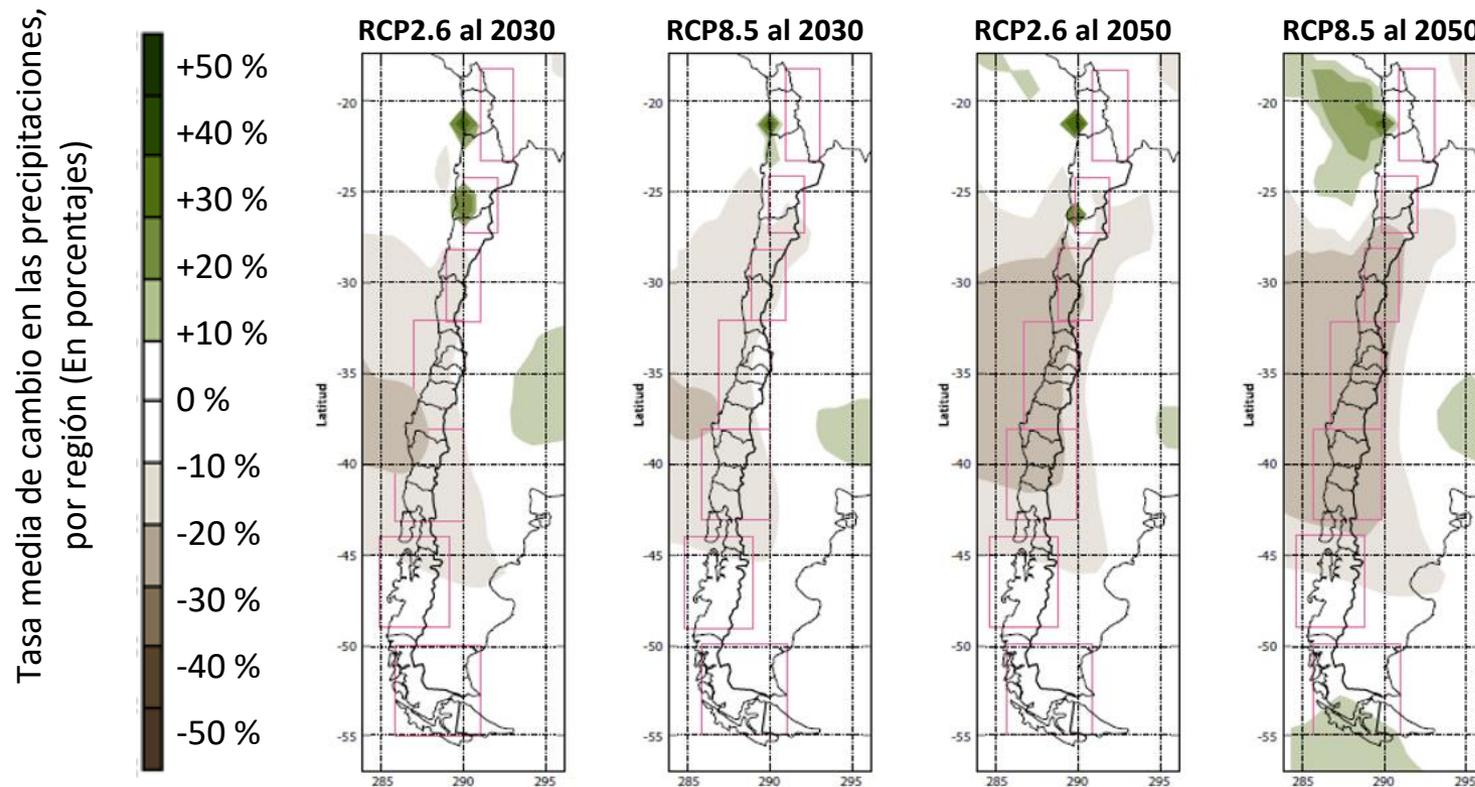


1. Cambio Climático
2. Concepto de Resiliencia
3. Gestión del Riesgo
4. Desafíos Futuros
5. Comentarios Finales

# 1. Cambio Climático



“Es un cambio en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial” (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).



Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, Gobierno de Chile, 2014.

*Representative Concentration Pathways* (RCP): Son escenarios que describen trayectorias alternativas de concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI). El RCP2.6 es el más favorable mientras que el RCP8.5 es el menos favorable en términos de concentración de CO<sub>2</sub>.

# Algunos efectos del cambio climático



- Se estima que la temperatura del planeta **aumentó en 1°C** y que la tendencia a aumentar continúe.
- Cambios en el sistema climático, especialmente en los **regímenes de precipitación, regímenes de caudales** y sistemas terrestres de agua dulce.
- Cambios en la **frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos** extremos.

Estos **efectos impactan en la infraestructura** y en el servicio que ellas proporcionan.





# Relevancia de la infraestructura en el desarrollo

"El ascenso y la caída de una civilización depende de la **infraestructura**, la base subyacente de la **riqueza y la calidad de vida**. **Una sociedad que descuida su infraestructura pierde su capacidad** de transportar personas y alimentos, proporcionar aire y agua limpia, controlar las enfermedades y realizar el comercio."

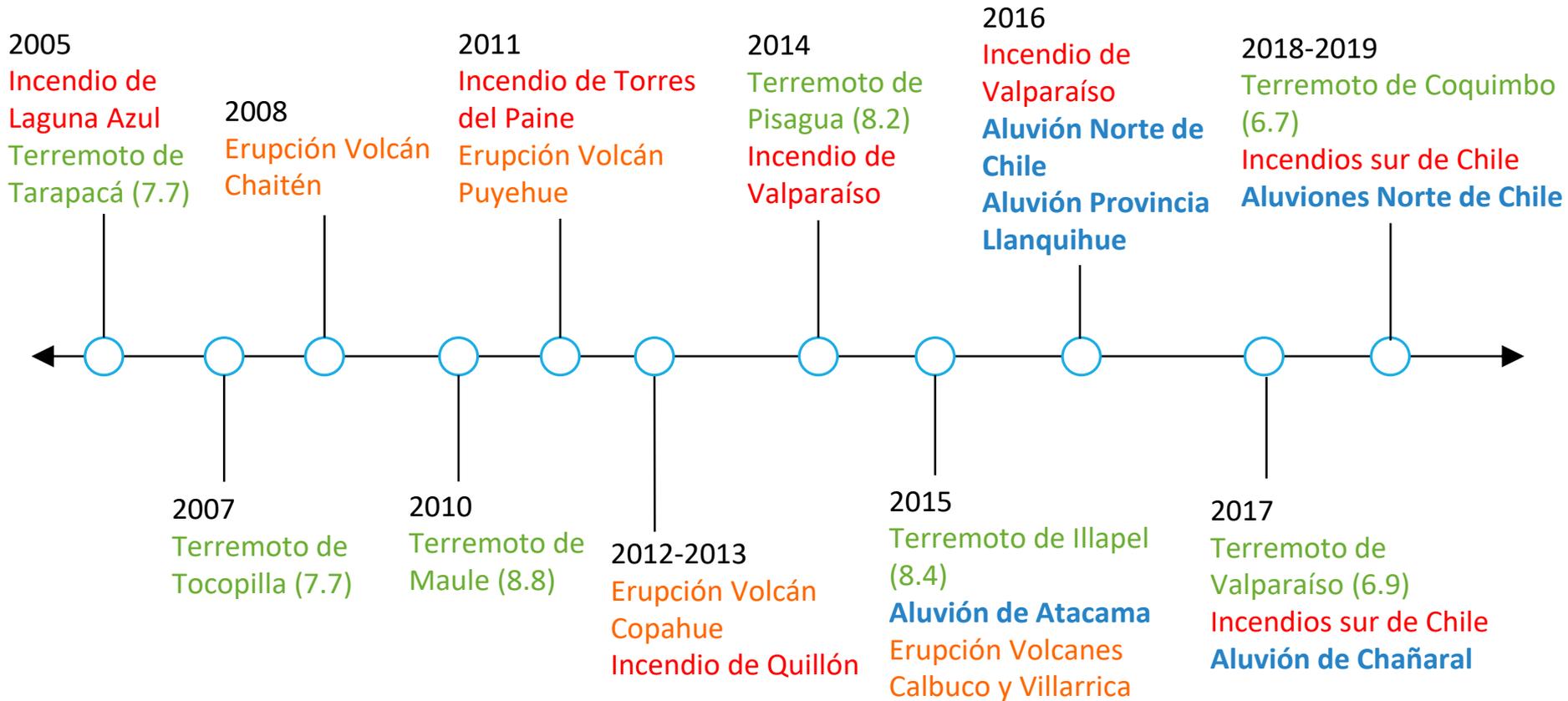
U.S. National Science Foundation, 1995





# Eventos naturales en Chile entre 2005 y 2019

**Chile está expuesto a diversas amenazas naturales**, como: sismos, maremotos, erupciones volcánicas, **aluviones**, etc.

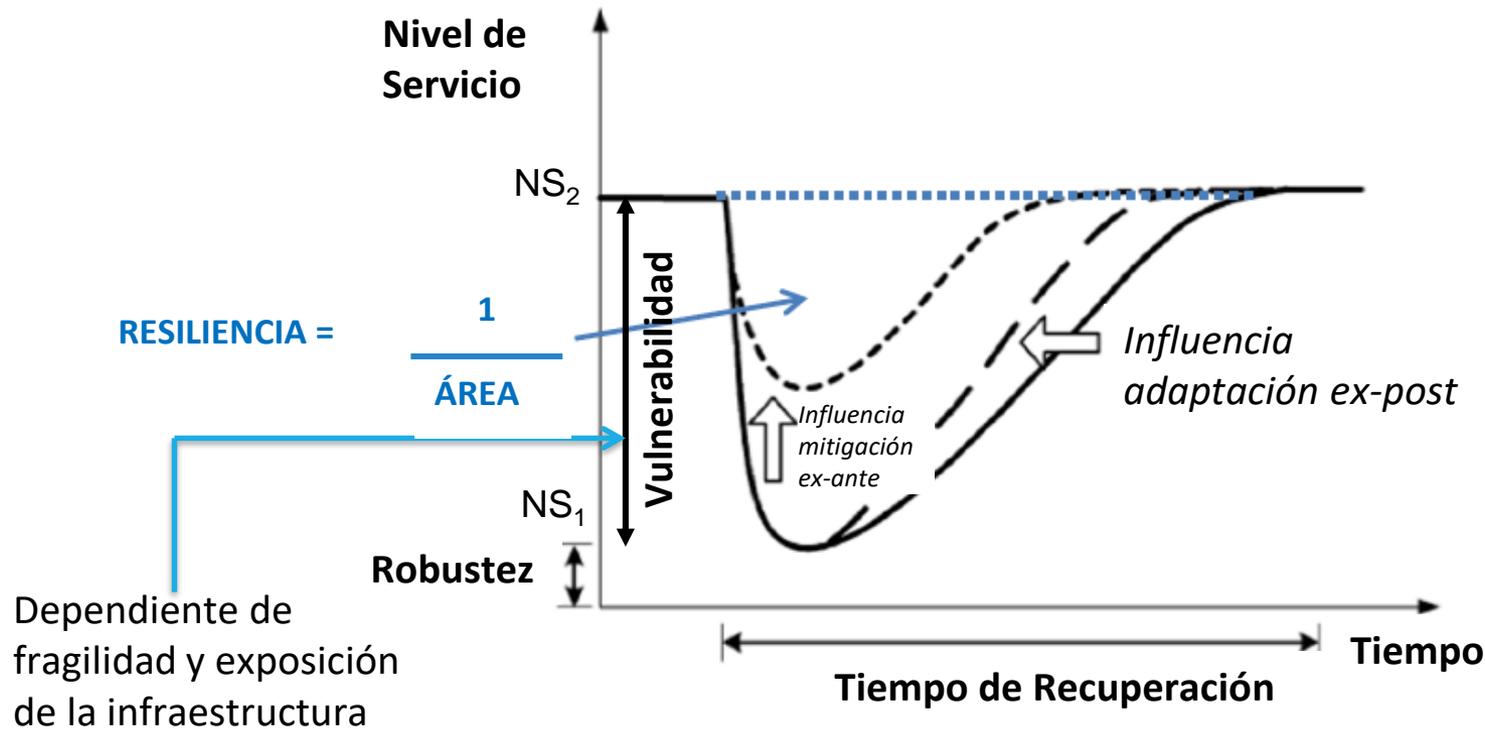


Fuente: CREDEN (2016) y actualización propia con datos MOP y ONEMI (2019)

# 2. Concepto de Resiliencia

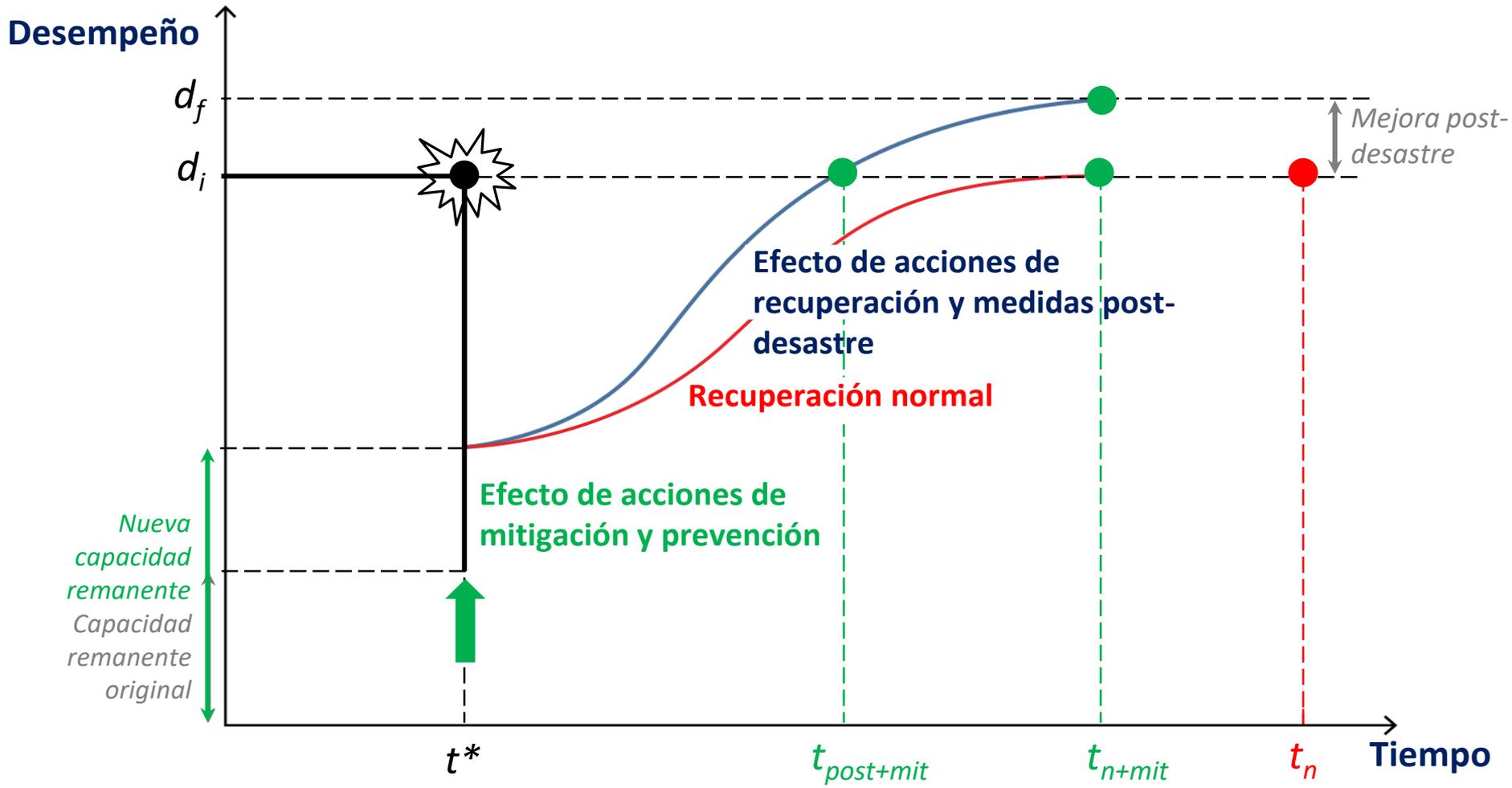


“Capacidad de un sistema expuesto a una amenaza de origen natural para **resistir, absorber, anticiparse, adaptarse y recuperarse** de sus efectos de manera **oportuna y eficaz**, para lograr la preservación, restauración y mejoramiento de sus estructuras, funciones básicas e identidad”. (CREDEN, 2016)





# Curva de restauración teórica de un sistema

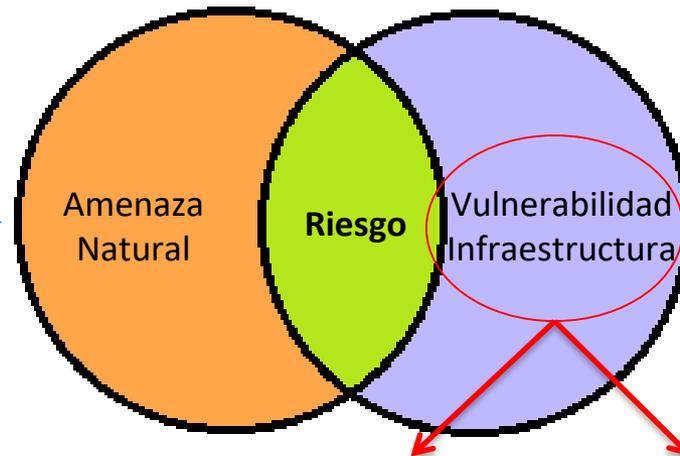


# Componentes de la resiliencia: riesgo, amenaza y vulnerabilidad



- **Amenaza (A):** Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente dañino en un área y periodo de tiempo específicos.
- **Vulnerabilidad (V):** Propensión de un sistema a ser afectado por una determinada medida de intensidad de la amenaza.
- **Riesgo (R):** Valor esperado de las pérdidas asociadas a un evento.

$$R_{ie|t} = f(A_i, V_e)|_t$$



# 3. Gestión del Riesgo



- La **gestión de riesgo** es entendida como el conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas a **intervenir la vulnerabilidad, con el fin de reducir los riesgos.**
- Una ineficiente gestión de riesgo se pueden traducir en importantes pérdidas para el país.

## Práctica Común

- Acción reactiva post evento y limitada mitigación previo a evento
- Protocolos de emergencia para habilitar infraestructura en el menor tiempo
- Riesgo no integrado en sistemas de gestión de infraestructura



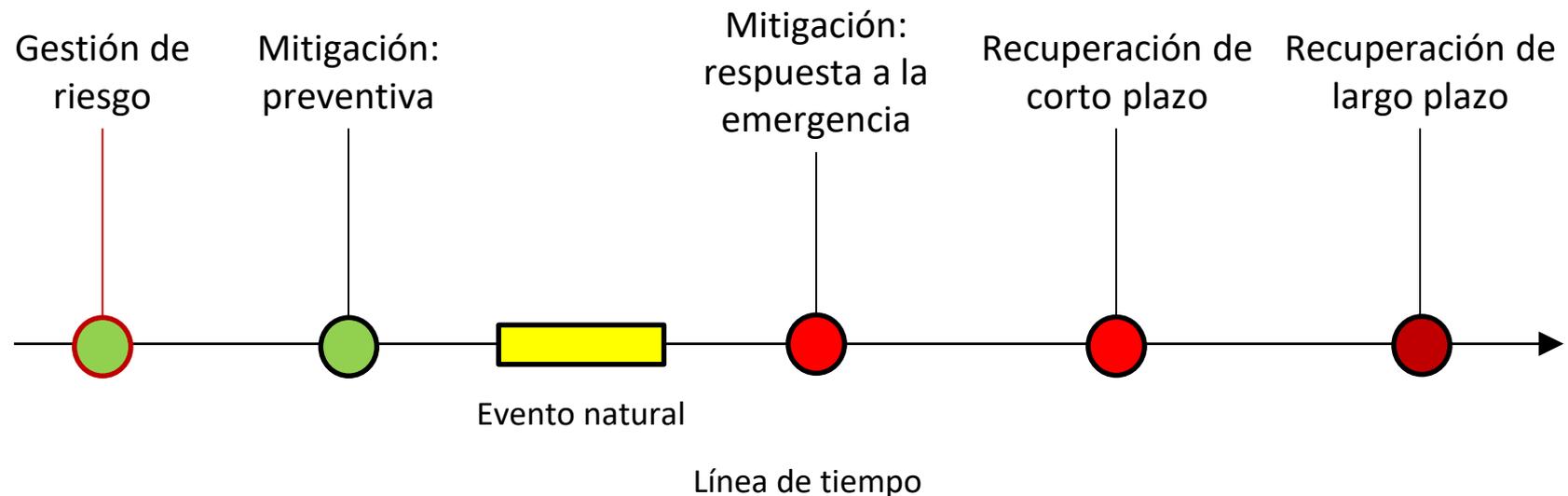
## Consecuencias

- Costo social por corte y rehabilitación sumado a la pérdida nivel de servicio
- Sobre-costo para el país por inversión en reposición (costos a usuarios directos e indirectos y Estado)



# La mitigación en la línea de tiempo de eventos naturales

- Una **medida de mitigación** se define como una acción destinada a **compensar, atenuar o eliminar el daño producido por un evento** sobre algún sistema o componente.
- Las medidas de mitigación se enmarcan en una **política de gestión de riesgo**:
  - Preventiva
  - Respuesta a la emergencia

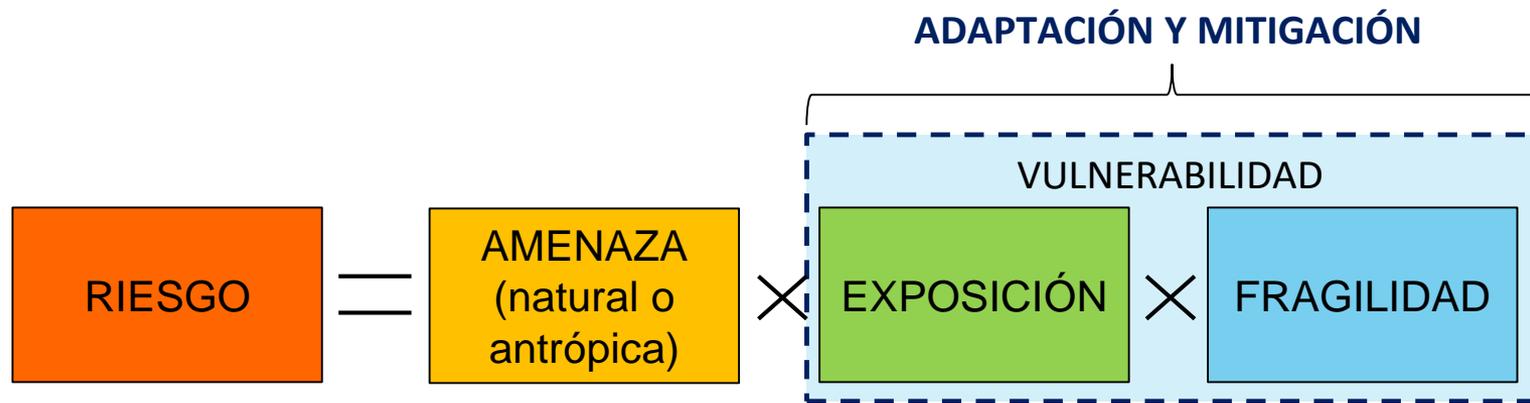


Fuente: Basoz y Kiremidjan (1996)



# Estrategias de mitigación de riesgo

- El propósito de la mitigación es la **reducción de la vulnerabilidad** y atenuación de daños potenciales sobre la vida y bienes por causa de un evento.
- Dado que la vulnerabilidad se evalúa en distintas dimensiones (física, social, política, económica), **el riesgo puede ser mitigado desde distintos enfoques**.



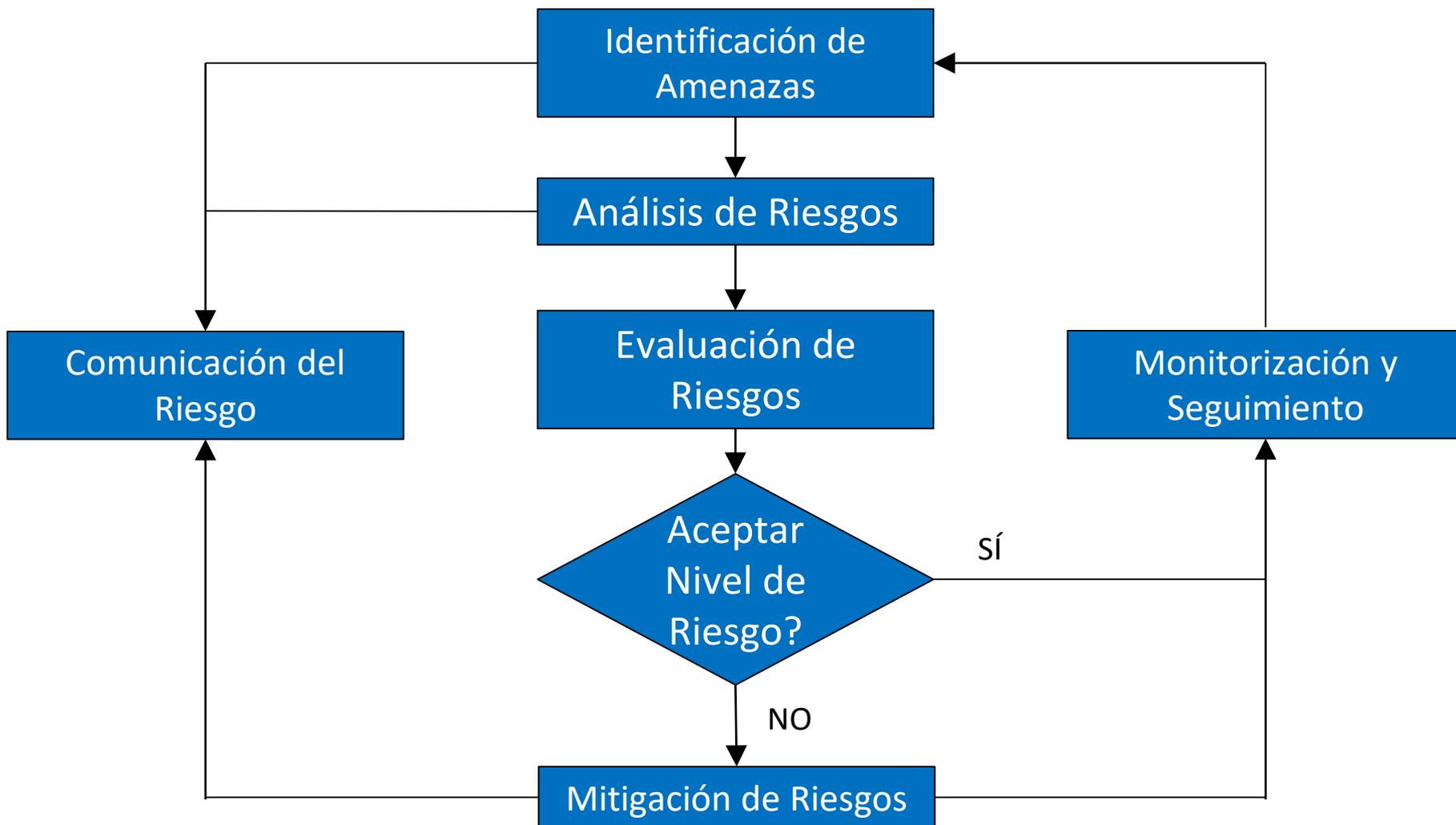
## Ejemplos de mitigación por exposición:

- Regulación territorial para no construir en zonas expuestas a amenazas volcánicas, de aluviones, tsunamis, incendios u otras.
- Construir obras de conducción de caudales ante lluvias intensas (invierno altiplánico y obras de alcantarillado).

## Ejemplos de mitigación por fragilidad:

- Robustecer físicamente una estructura.
- Dotar de redundancia a una ruta estructurante.
- Diseñar la infraestructura considerando posibles eventos futuros durante la construcción y operación.

# Elementos de un esquema de gestión de riesgo preventivo



Fuente: Basoz y Kiremidjan (1996)

# 4. Desafíos Futuros



## CONOCER EL NIVEL DE RIESGO DE INFRAESTRUCTURA CRÍTICA DEL PAÍS

- ¿Cuál es la infraestructura vulnerable del país? ¿Cómo se compone?
- ¿A qué amenazas (y sub-amenazas) naturales están expuestas y cómo las afectan?
- ¿Cuál es el nivel de servicio actual y esperado de infraestructura?
- ¿Cuál es el nivel de riesgo de la infraestructura crítica del país?

## ESTRATEGIA DE INVERSIÓN EN RESILIENCIA

- ¿Cómo y cuánto invertir en resiliencia? ¿Conocemos los impactos socio-económicos de eventos naturales?
- ¿Existen mecanismos para invertir en mitigación de infraestructura pública? => **SNI, concesiones, Fondo de Infraestructura**
- ¿Cómo integrar resiliencia en la gestión de infraestructura crítica? => **Gestión de riesgo**



# Ejes de una política de reducción de riesgo

## Institucionalidad

- Fortalecer la institucionalidad de gestión de riesgo de desastres naturales tanto a nivel central como local.

## Alerta Temprana

- Desarrollar un sistema robusto de monitoreo y de comunicaciones de desastres naturales.

## Cultura de Prevención

- Fomentar la cultura de prevención y el autocuidado en las comunidades.

## Factores de Riesgo

- Integrar los factores de riesgo en los instrumentos de ordenamiento territorial y evaluación social.

## Capacidad de Respuesta

- Articular esfuerzos post-evento de los sectores involucrados para reducir el tiempo de recuperación.

Fuente: CREDEN (2016)

# 5. Comentarios Finales





- Chile es un país altamente expuesto y vulnerable a distintas amenazas naturales, por lo que **contar con una infraestructura resiliente es clave para alcanzar el desarrollo.**
- Tener una infraestructura con una mayor capacidad de resistir y recuperarse ante eventos naturales nos hace un país más seguro y competitivo.
- Tras la experiencia de los eventos naturales ocurridos en el pasado se desprende la **necesidad de generar una estrategia nacional de gestión de riesgos**, tomando en cuenta la experiencia pero pensando en el futuro.
- Los modelos de evaluación y mitigación de riesgos permitirían a los organismos evaluar la efectividad de las estrategias de mitigación, apoyando así la toma de decisiones futuras.
- Se debe **diseñar la infraestructura** tomando en cuenta las nuevas condiciones e incluyendo el concepto de resiliencia.



Centro UC  
**CLAPES UC**  
Centro Latinoamericano de  
Políticas Económicas y Sociales

# INFRAESTRUCTURA RESILIENTE Y GESTIÓN DEL RIESGO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

## Seminario MOP/COP25 Obras públicas para el cambio climático

Hernán de Solminihac Tampier

Director de Clapes UC y Profesor Titular Ingeniería UC  
Ex Ministro de OO.PP. y Minería

Santiago, 06 de agosto de 2019