



Gestión de Infraestructura Vial en Obras Públicas

Hernán de Solminihac T., Ing. Civil, MSc., PhD.

Director de CLAPES UC

Vicepresidente CPI

Ex Ministro de Obras Públicas y de Minería de Chile

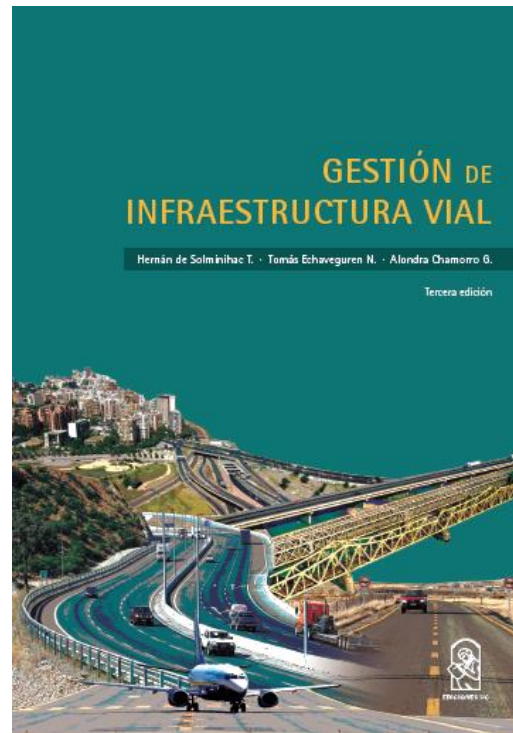


Contenidos

1. Introducción
2. Gestión de infraestructura vial
3. Aporte de las asociaciones público-privadas (APP) al desarrollo vial de Chile
4. Resiliencia en la gestión de infraestructura vial
5. Evaluación social de proyectos
6. Comunicación en proyectos de infraestructura
7. Comentarios finales



1. Introducción



Rol 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)





Beneficios de la inversión en infraestructura pública

Crecimiento Económico

- Genera aumento de capital físico (maquinaria, equipo y obras), uso de mano de obra y productividad (Idrovo, 2012).

Equidad

- Contribuye a disminuir la desigualdad del nivel de ingreso en la sociedad (Calderón y Servén, 2004).

Movilidad Social

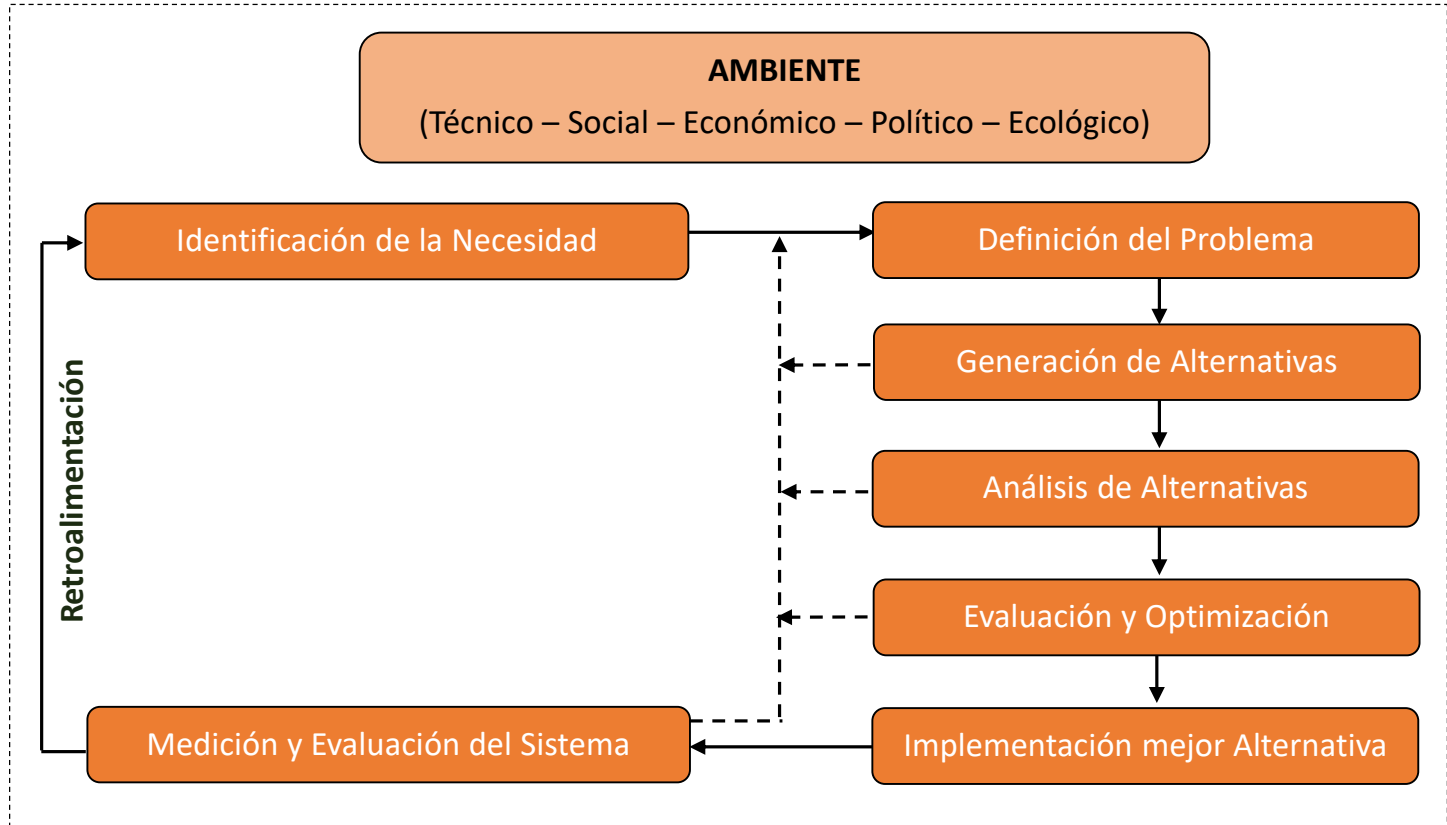
- Aporta a reducir el nivel de pobreza del país (López, 2003).

Relevancia de la toma de decisiones en infraestructura vial

- El estado de la infraestructura vial influye directamente en los costos incurridos por los usuarios que la utilizan.
- Las actividades de construcción y mantenimiento de infraestructura vial consumen una parte importante del presupuesto de inversión de un país.
- Una red vial resiliente y eficiente es un factor productivo clave para el desarrollo de una nación.



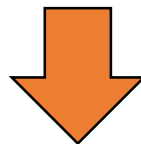
Concepto de sistemas para la gestión de infraestructura



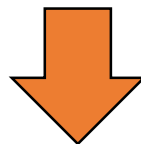
Fuente: Adaptado de Hudson, Haas y Uddin (1997)

Gestión de infraestructura para la toma de decisiones

¿Cuál es la mejor forma de preservar el patrimonio de un país?



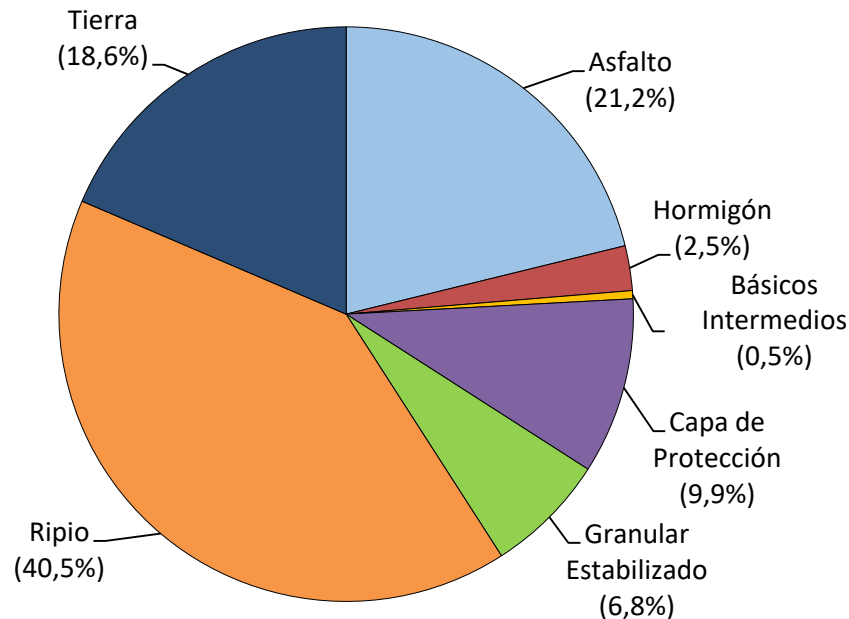
Gestión de Infraestructura



Proporcionar **herramientas** que permitan apoyar la **toma de decisiones** sobre construcción, mantenimiento y operación de infraestructura.

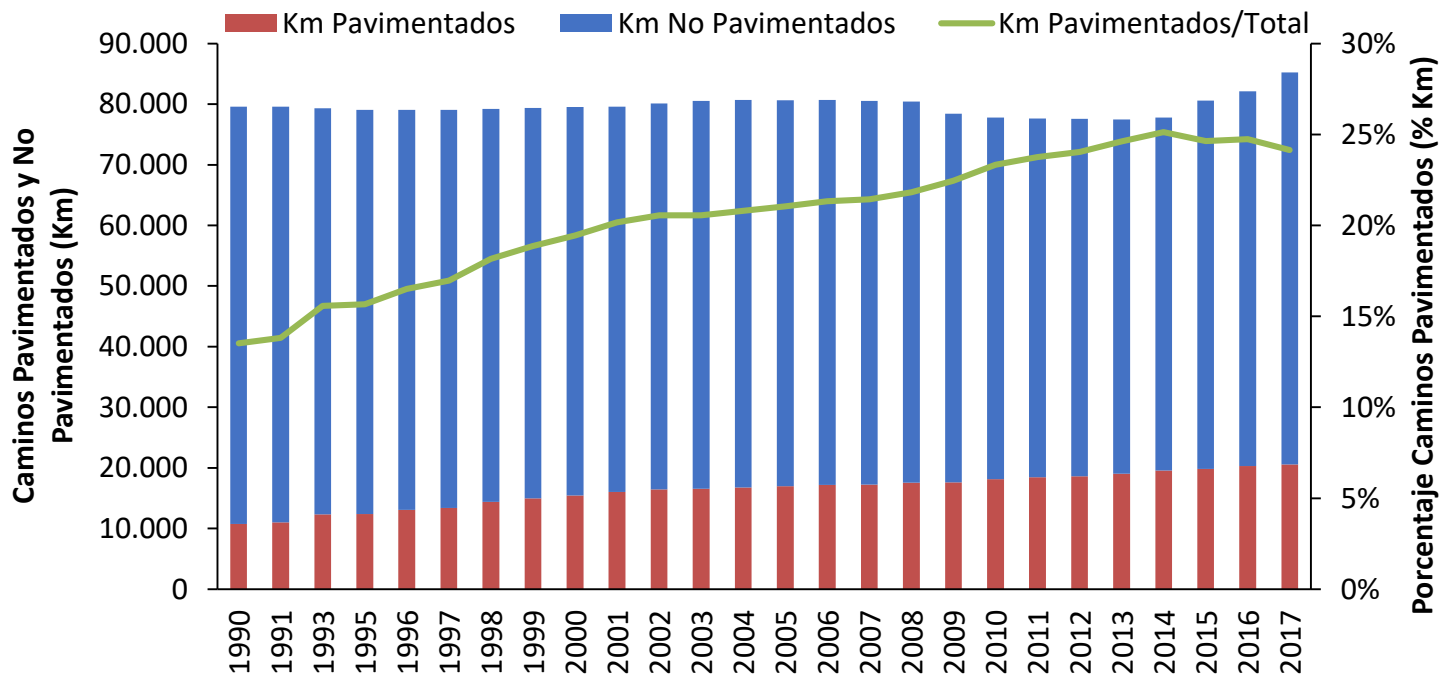
Dimensionamiento de la red vial de Chile

- La red vial de Chile de compone de **85.221 km de caminos**, de los cuales 20.582 km son pavimentados (24,2%) y 64.638 km no pavimentados (75,8%).



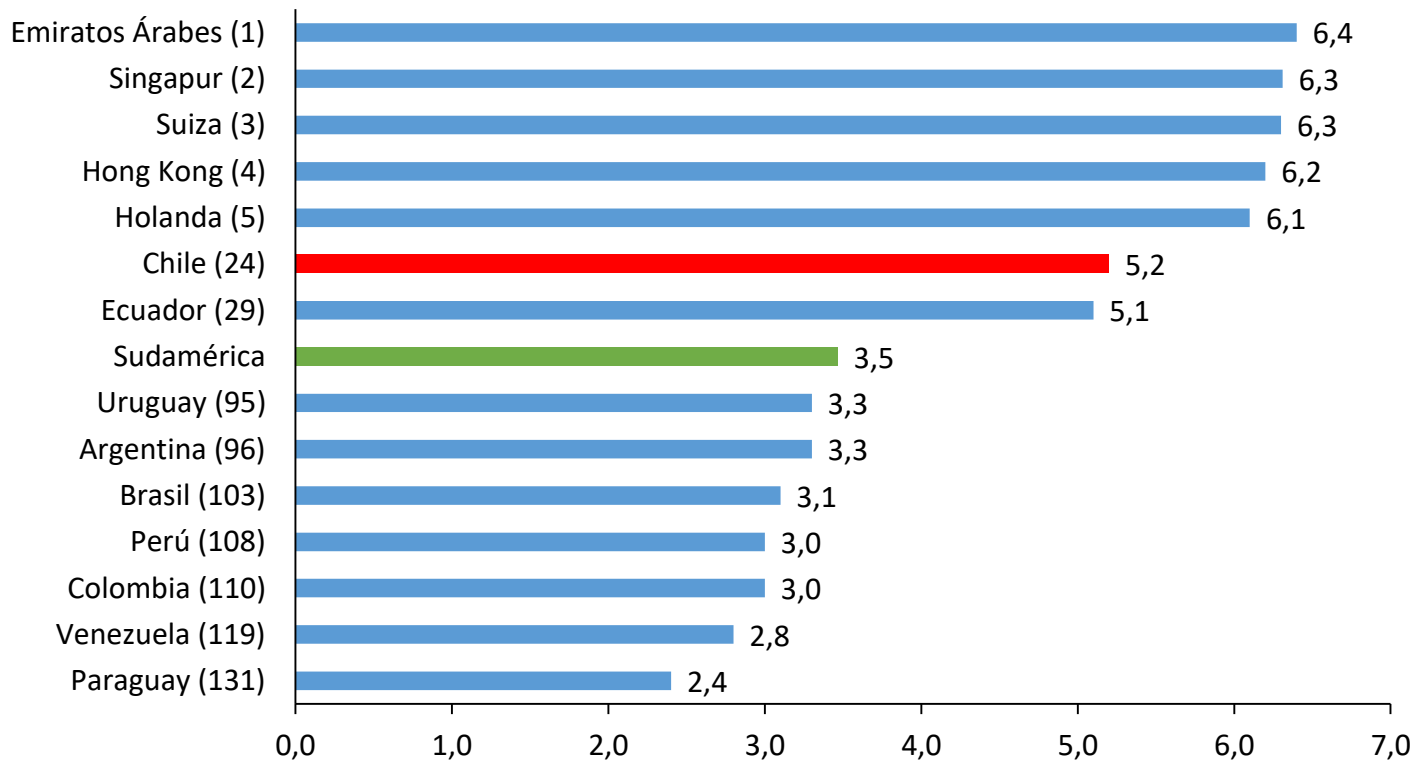
Evolución de caminos pavimentados en Chile

- El porcentaje de caminos pavimentados de Chile aumentó de **13,5% en 1990 a 24,2% en 2017.**



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2018)

Calificación de infraestructura vial en Ranking de Competitividad (WEF)



Fuente: Foro Económico Mundial (2018)

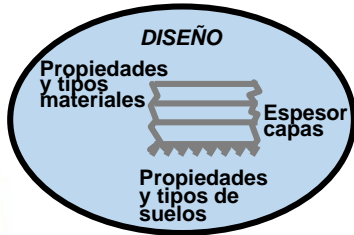
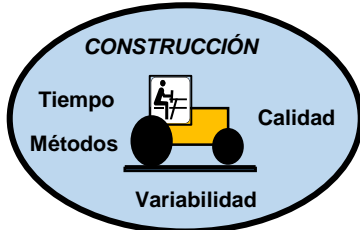
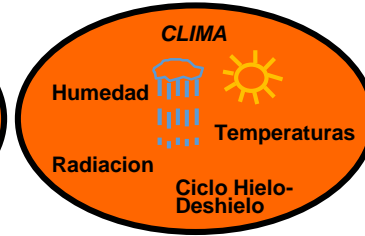
Nota: Entre paréntesis el ranking del país respecto a las 137 economías evaluadas



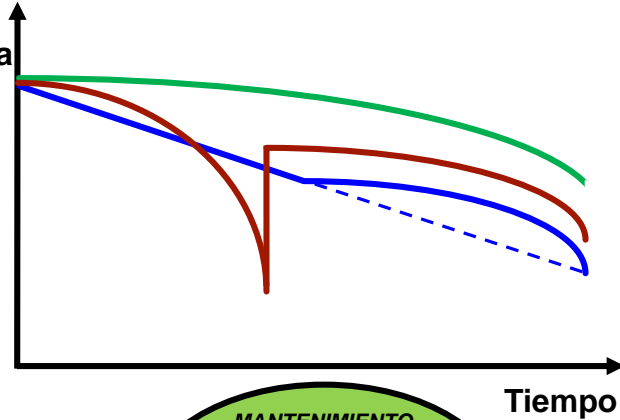
2. Gestión de infraestructura vial



Deterioro de la infraestructura vial

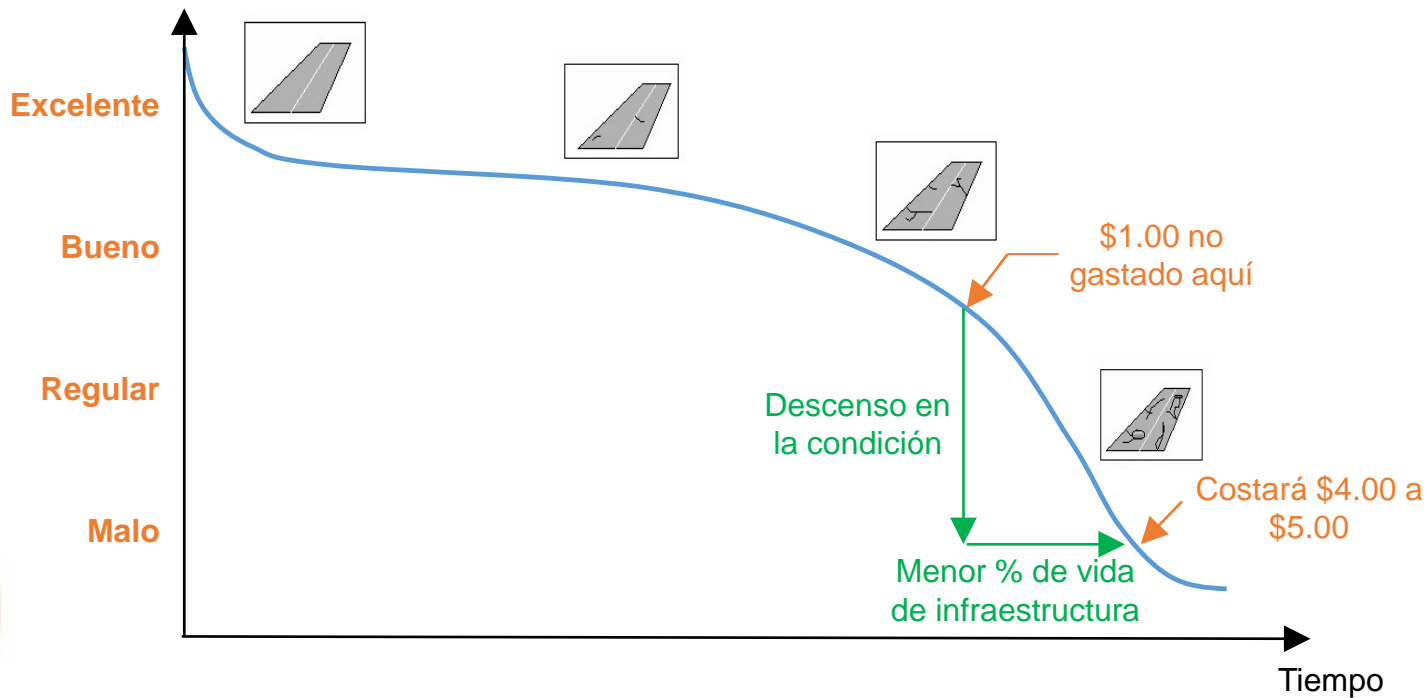


Condición de Infraestructura



Efectos de la programación del mantenimiento

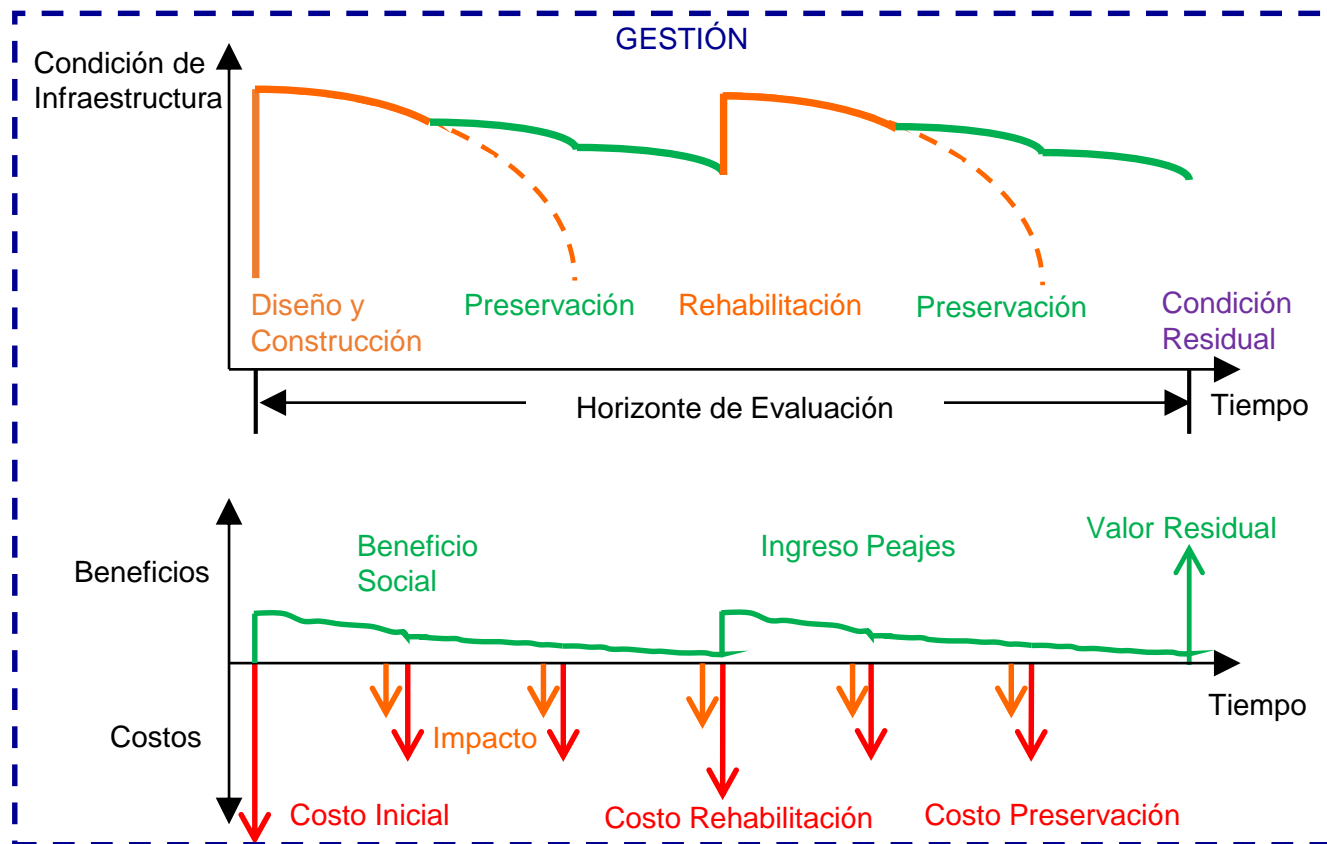
Condición de Infraestructura



Fuente: Hudson, Haas y Uddin (1997)



Gestión durante el ciclo de vida



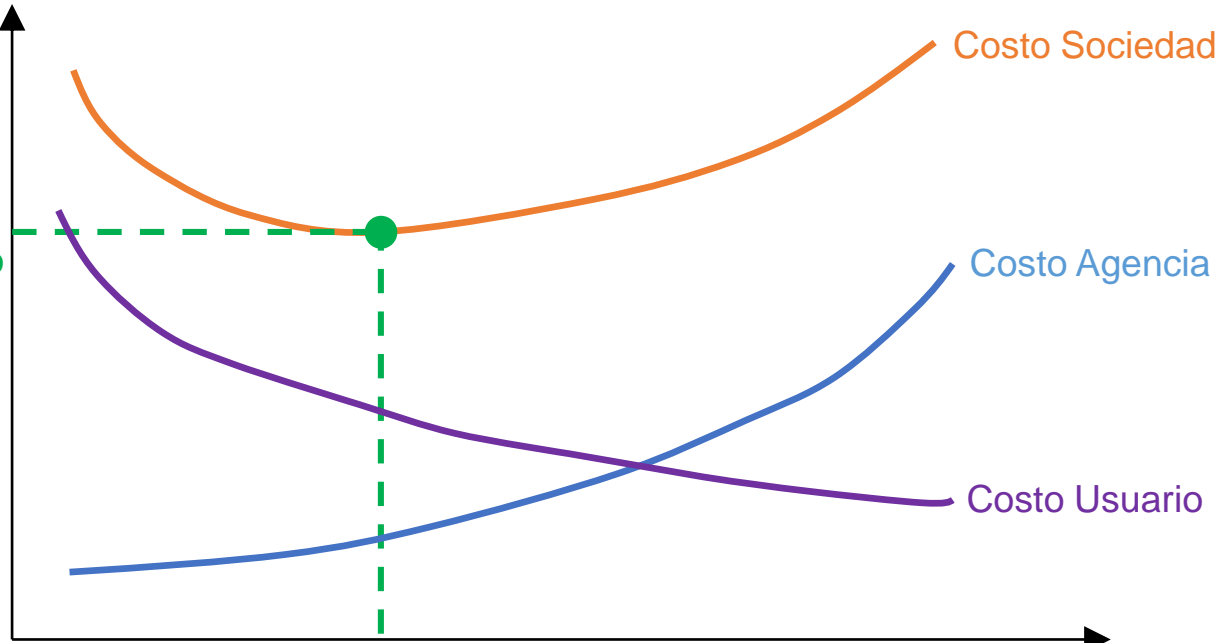
Costos de mantenimiento: usuario y agencia

Costos Netos Actualizados

Mínimo Costo Neto

Estándar Óptimo

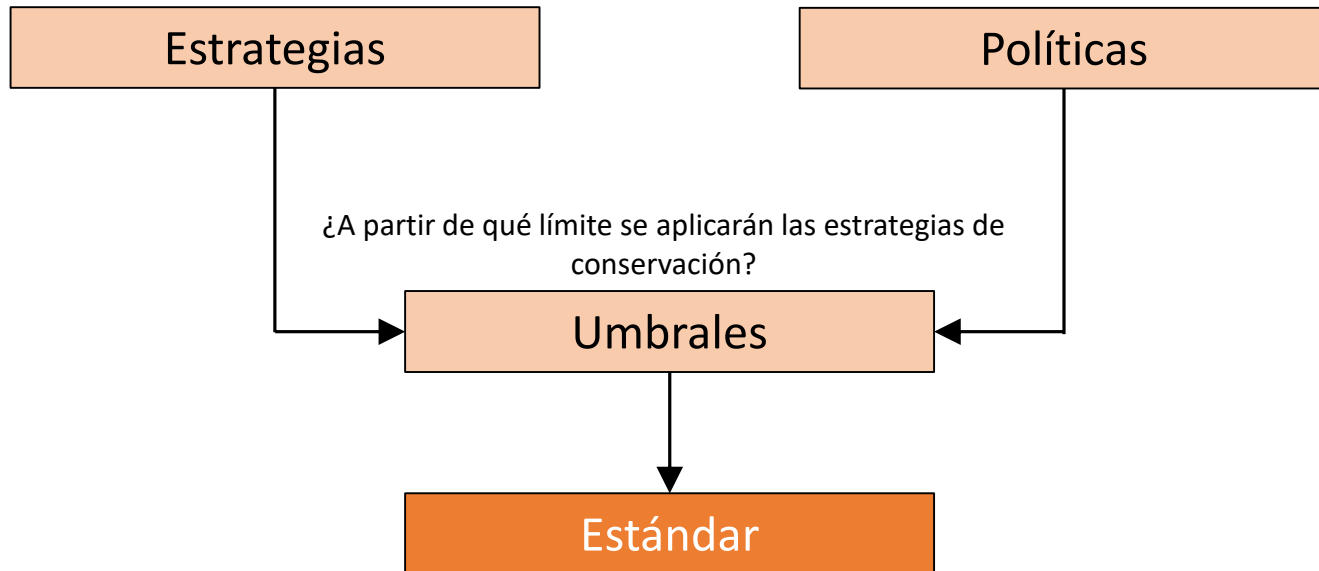
Nivel de Servicio



Estándares de mantenimiento de activos viales

¿Qué técnicas de conservación se aplicarán para aumentar (mantener) la condición de la infraestructura?

¿Cómo se aplicarán las estrategias de conservación?
¿Programada o Por Respuesta?



Conjunto de políticas y estrategias de mantenimiento que se aplican en base a la magnitud de la respuesta de la infraestructura que determinan valores umbrales.

Evaluación técnica de pavimentos

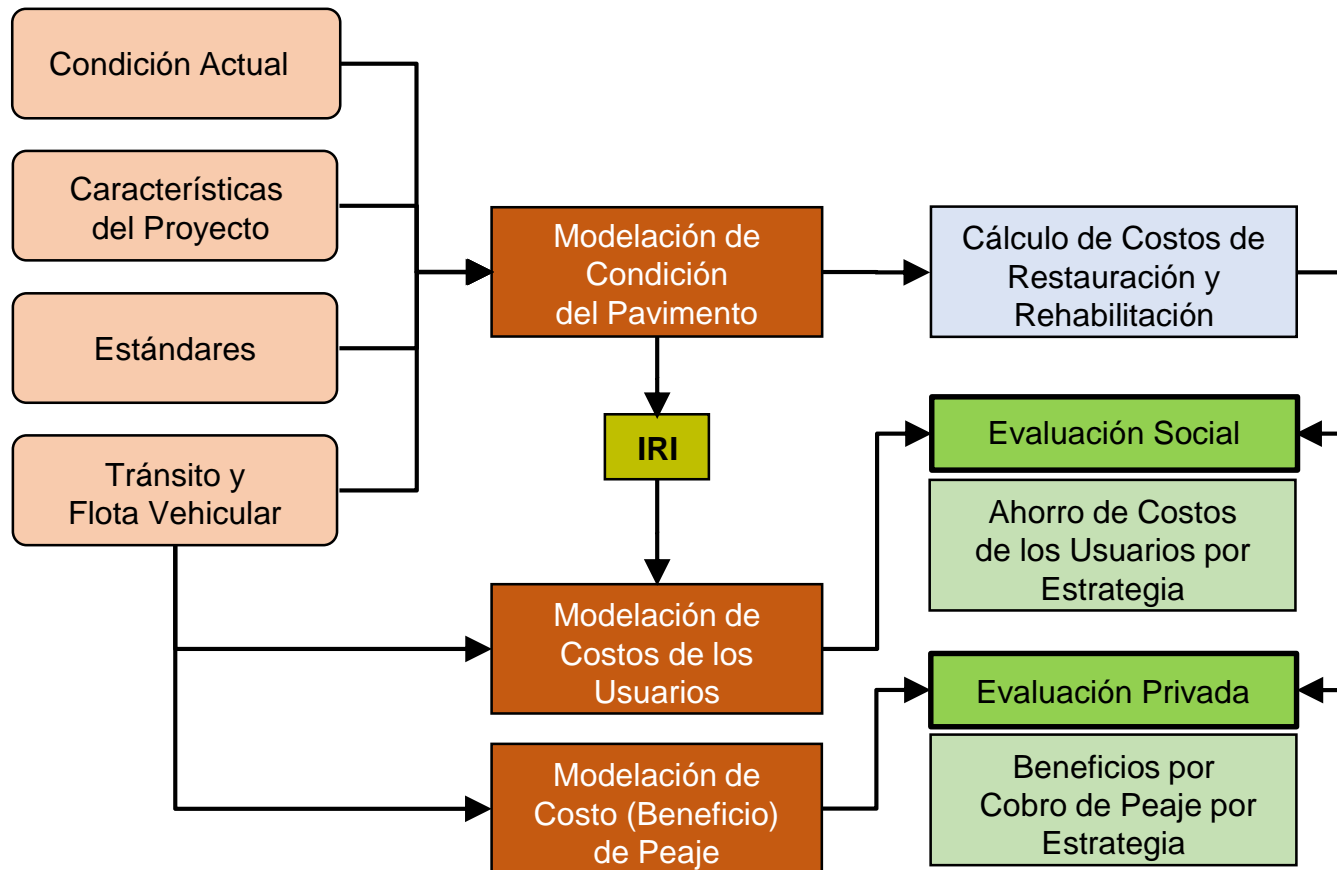
- La **evaluación técnica permite medir y corroborar las tres funciones básicas de los pavimentos:**
 1. Brindarle al usuario un adecuado **nivel de servicio** o “serviciabilidad”.
 2. Garantizar una condición de servicio **segura**.
 3. Poseer suficiente **capacidad de soporte** para resistir solicitud durante su vida útil.
- **Evaluación funcional:** Evalúa características de la superficie de rodado que afectan el nivel de servicio del pavimento.
- **Evaluación estructural:** Considera la capacidad del pavimento para “soportar” las solicitudes durante su vida útil.
- La información necesaria para realizar una evaluación proviene de la **auscultación de pavimentos**.

Auscultación de pavimentos

Tipo de Auscultación	Función	Característica Medida	Metodologías y Equipos
Auscultación Funcional	Serviciabilidad	Regularidad Superficial	Dipstick
			Perfilómetro Láser
	Seguridad	Textura	Mancha de Arena
			Sistema Láser
Seguridad	Resistencia al Deslizamiento	Scrim	
		Griptester	
Auscultación Estructural	Seguridad	Capacidad Estructural	FWD
			Ensayos Laboratorio
		Deterioro Superficial	Insp. Visual Manual
Insp. Visual Digital			



Evaluación económica en la gestión de infraestructura

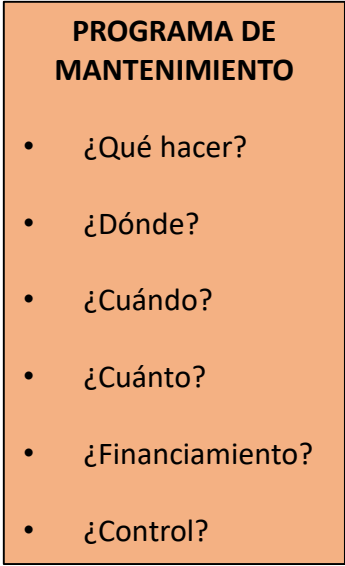
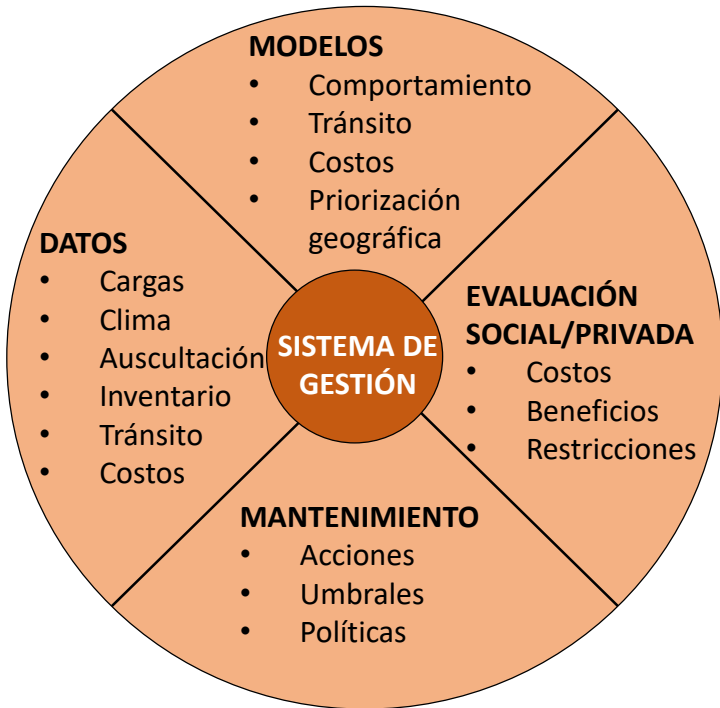
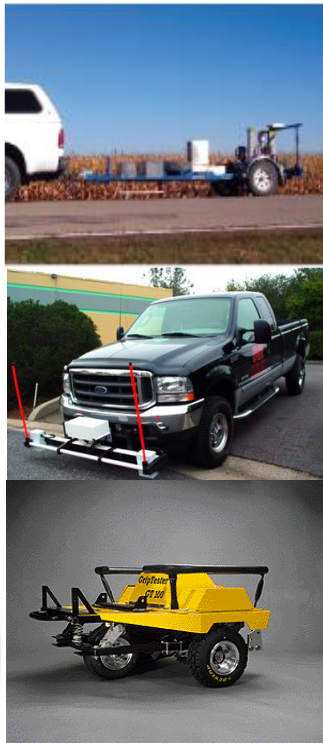


Niveles de gestión de infraestructura





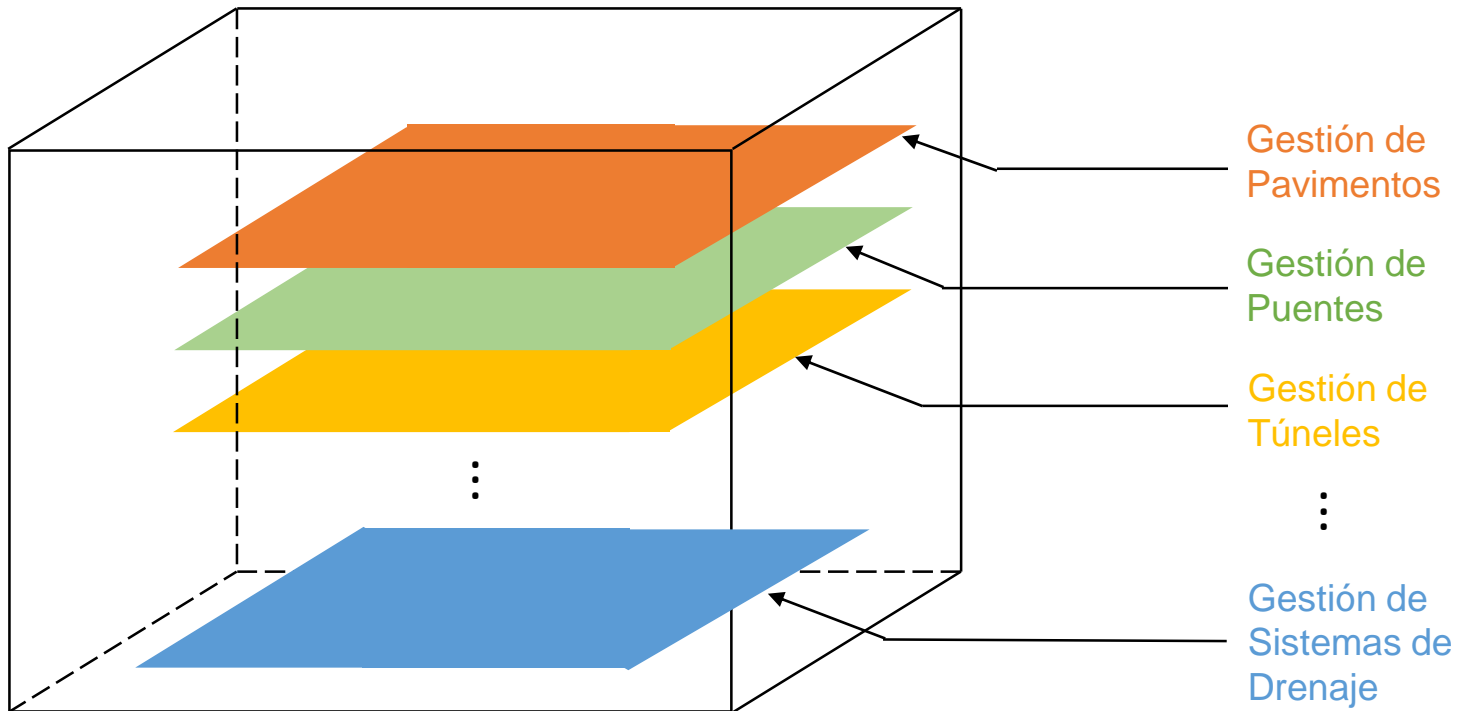
Sistema de gestión de infraestructura



Fuente: Hudson, Haas y Uddin (1997)



Gestión integrada de los subsistemas de infraestructura



3. Aporte de las asociaciones público-privadas (APP) al desarrollo vial de Chile



Contexto al inicio del sistema de concesiones en Chile (1991)

- El país requería construir y mantener obras de infraestructura para garantizar su desarrollo económico.
- El Estado era el único responsable de proveer y mantener las obras viales.
- El Estado no contaba con los recursos para realizar las inversiones requeridas.
- Obras de infraestructura competían con proyectos de gran contenido social.
- El Estado decidió convocar al **sector privado a participar en los procesos de inversión, mantención y explotación de grandes obras viales.**

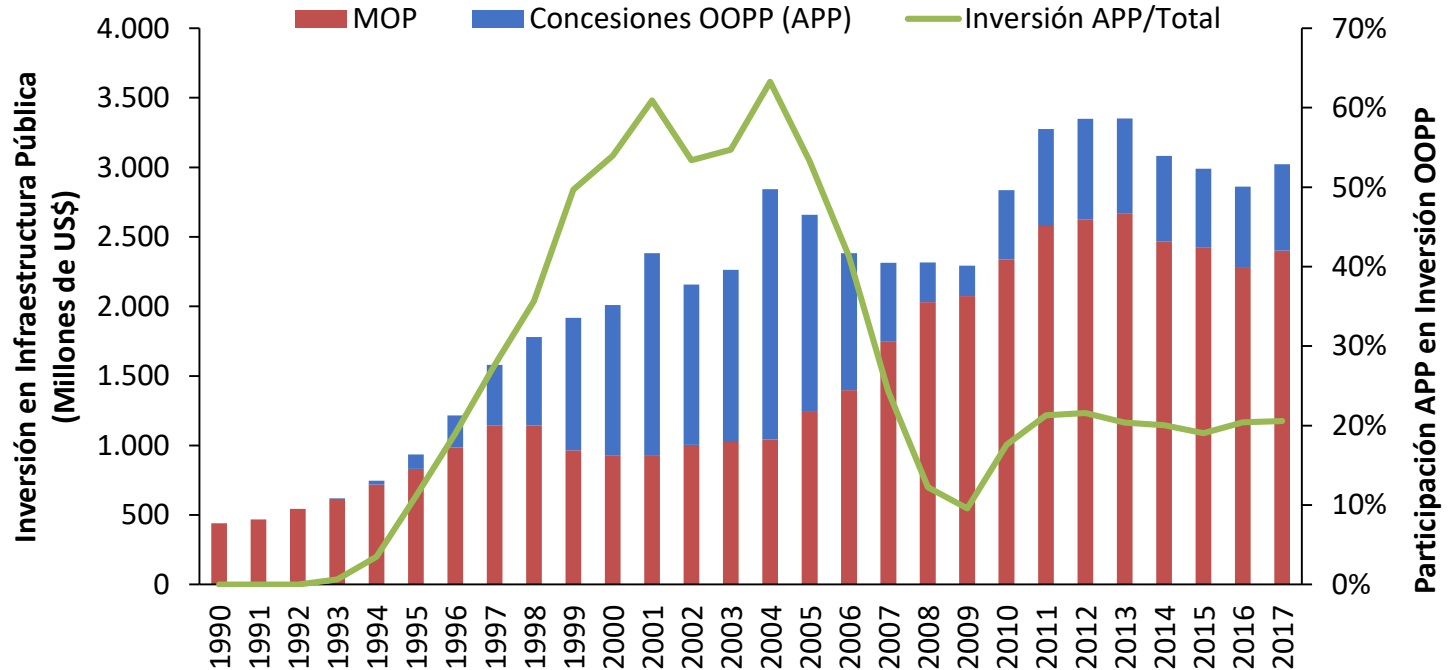
Sistema de Concesiones (APP)



Concesión Ruta de la Araucanía en Chile - Salida sur de Temuco

Inversión en obras públicas MOP y concesiones

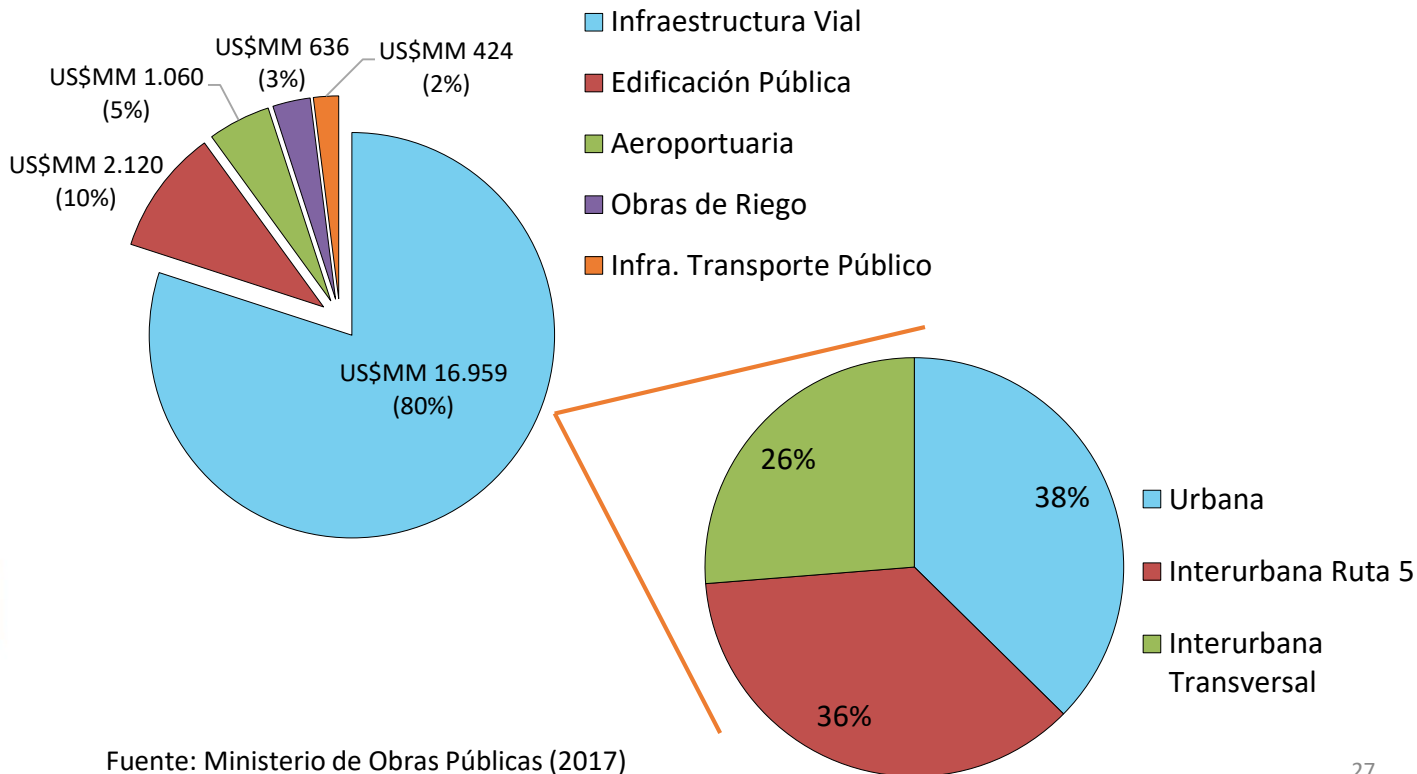
- Desde el inicio del **sistema de concesiones** (1993), el sector privado ha invertido **US\$17.800 millones** en obras públicas (**42,8% de la inversión del MOP en 1993-2017**).



Fuente: Cámara Chilena de la Construcción (2018)

Inversión comprometida en APP por tipo de infraestructura

- La **inversión comprometida** (materializada 84% y por ejecutar 16%) en concesiones es de **US\$21.200 millones**.



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2017)

Factores de éxito de APP en Chile

Riesgos

- **Distribución de los riesgos** que busca minimizar el costo total de la infraestructura y sus servicios.

Financiamiento

- **Herramientas para facilitar el financiamiento** (garantías y subsidios).

Evaluación de Proyectos

- Cartera de proyectos incluye iniciativas públicas y privadas, evaluadas mediante **análisis técnico-económico**.

Presupuesto Fiscal

- Proyectos se llevan a cabo bajo un **marco presupuestario fiscal responsable**.

Gestión y Supervisión

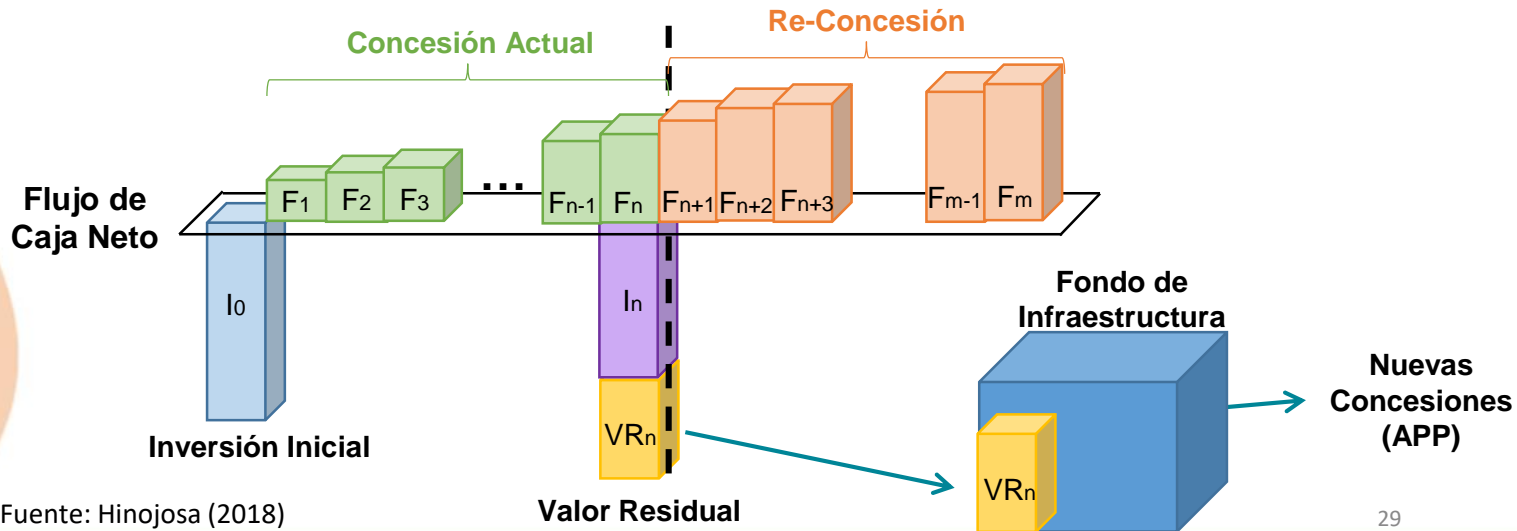
- **Adecuada gestión y supervisión de las concesiones**, tanto en fase de construcción como de operación.

Marco Legal

- Ley de Concesiones que fue promulgada con una amplia **aprobación en todos los sectores políticos**.

Fondo de Infraestructura S.A.

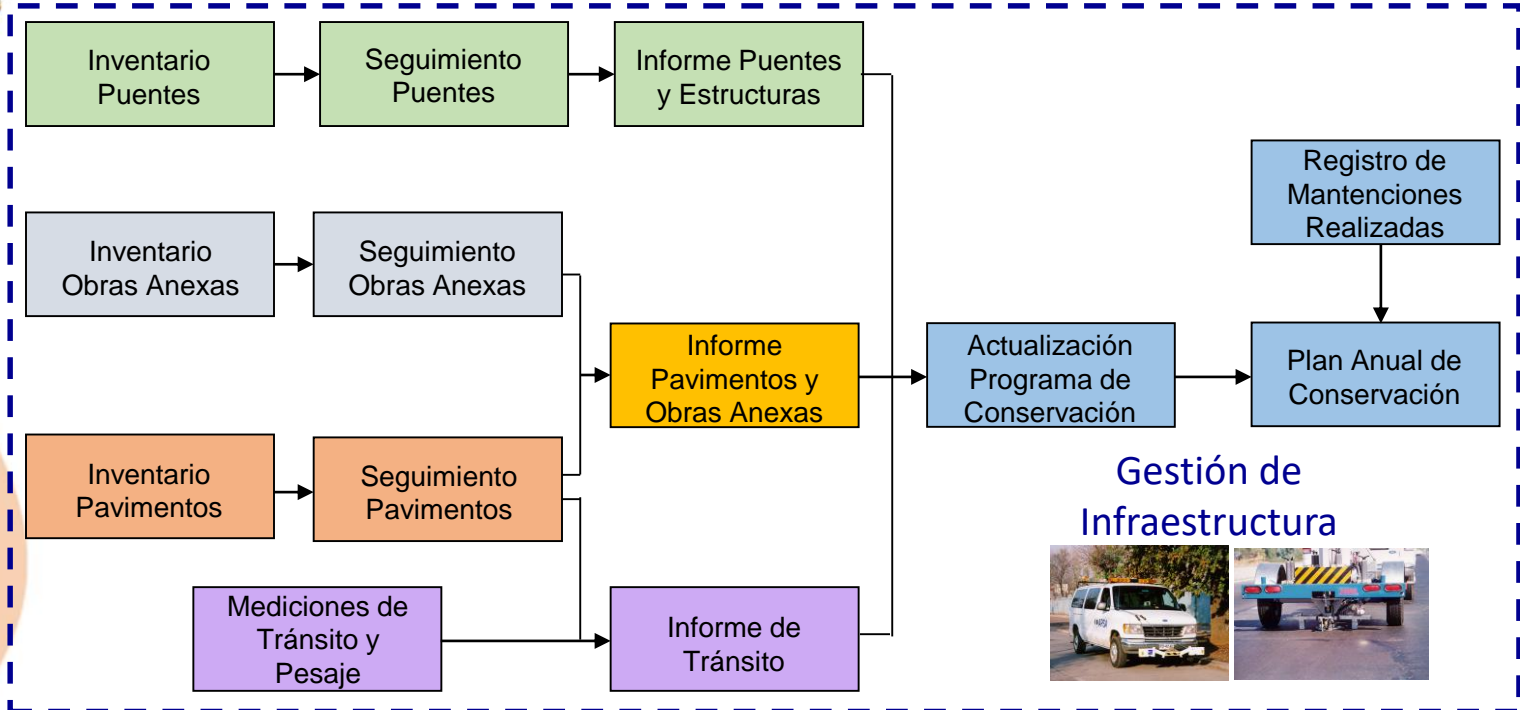
- En Chile se creó la empresa Fondo de Infraestructura S.A., **institución pública** que buscará **expandir la inversión en infraestructura pública mediante APP**.
- Su **activos serán las carreteras concesionadas**, cuyo **valor económico está dado por el valor residual** de las concesiones otorgadas al privado (MM US\$9.000).
- La administración de este fondo le permitirá a la empresa fomentar el desarrollo de nuevas APP, mediante estudios de proyectos y otros (garantías, financiamiento).



Fuente: Hinojosa (2018)

Gestión de infraestructura en concesiones

- En las Bases de Licitación de obras concesionadas se requieren una **serie de informes** al privado, que pueden **servir para una adecuada gestión de infraestructura**.



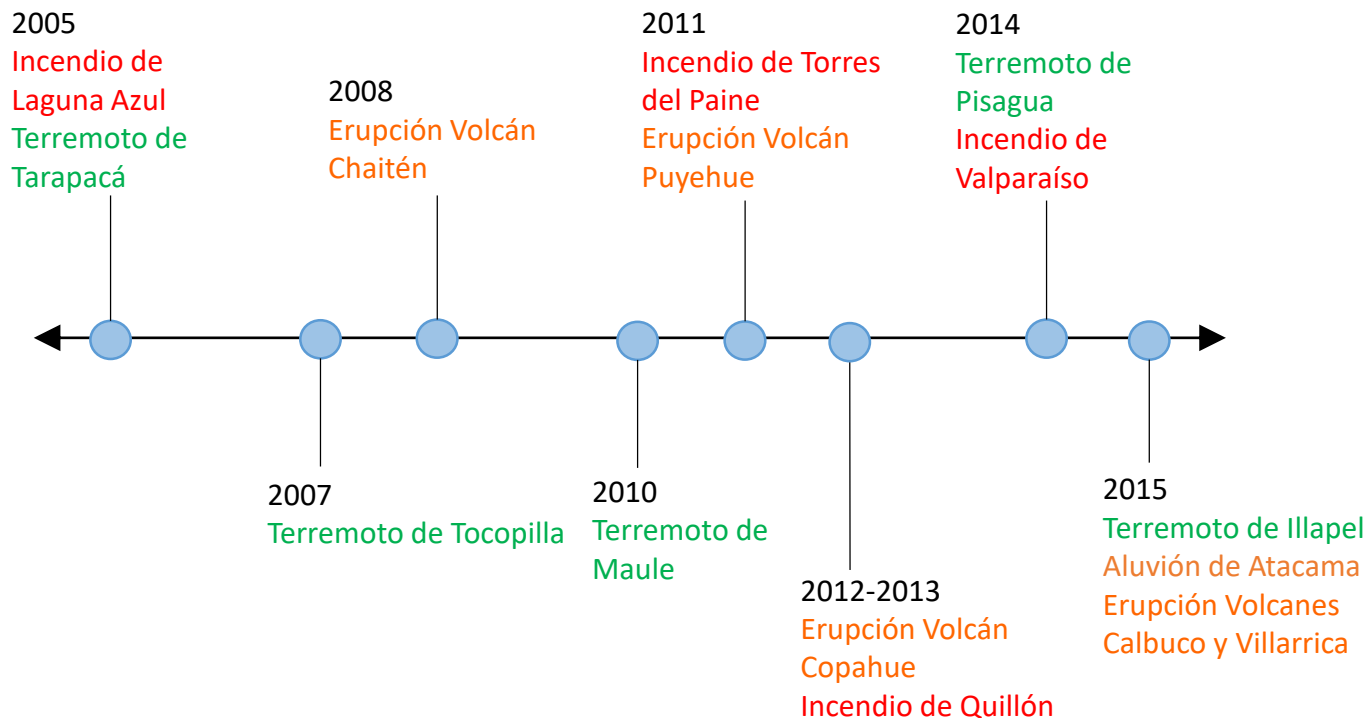


4. Resiliencia en la gestión de infraestructura vial y experiencia terremoto 27-F 2010



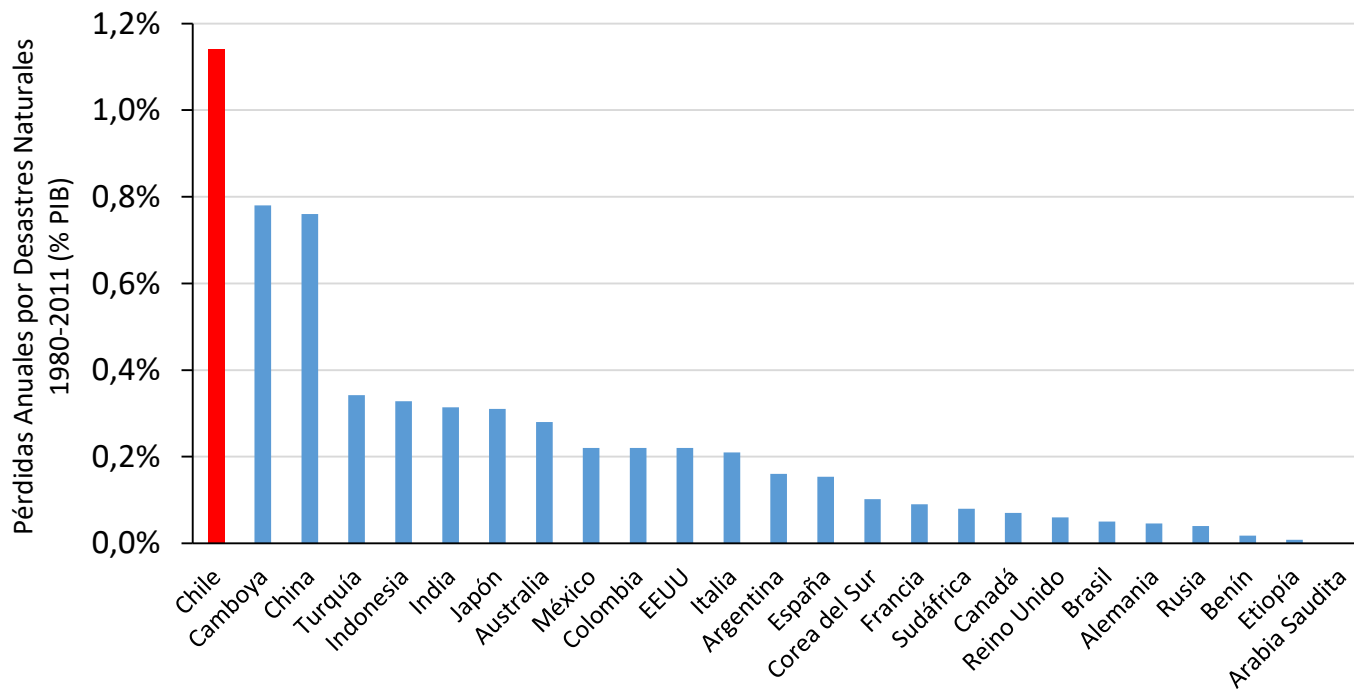
Eventos naturales en Chile entre 2005 y 2015

- La infraestructura de Chile está expuesta a diversas amenazas naturales, como: sismos, maremotos, erupciones volcánicas, aluviones, etc.



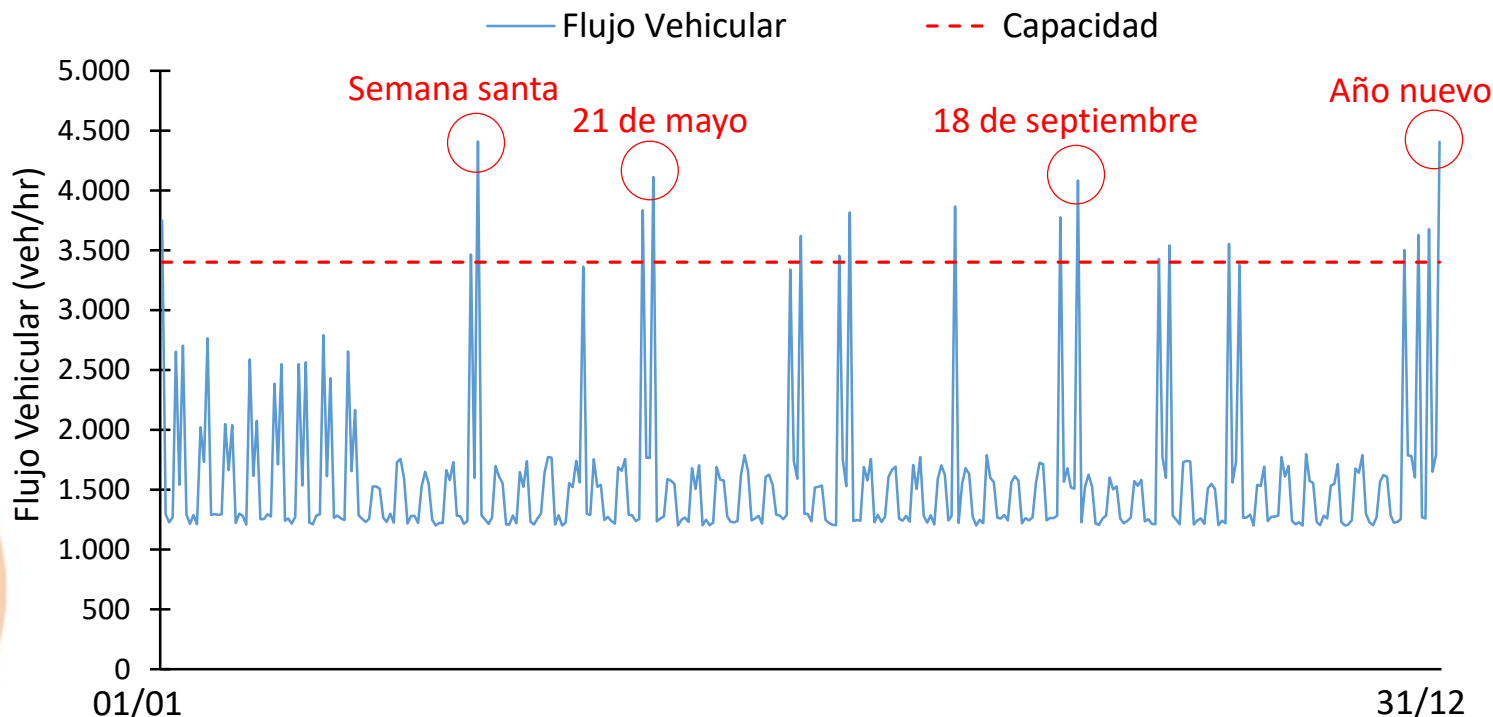
Pérdidas debido a desastres naturales entre 1980 y 2011

- En promedio, entre 1980 y 2011, **Chile registró pérdidas anuales cercanas al 1,2% de su PIB debido a desastres naturales**, superando a todo el grupo de los G20.



Eventos antrópicos sobre la red vial

- La red vial de Chile también está expuesta a amenazas de origen humano (antrópicas), como: congestión vehicular extrema, accidentes, etc.



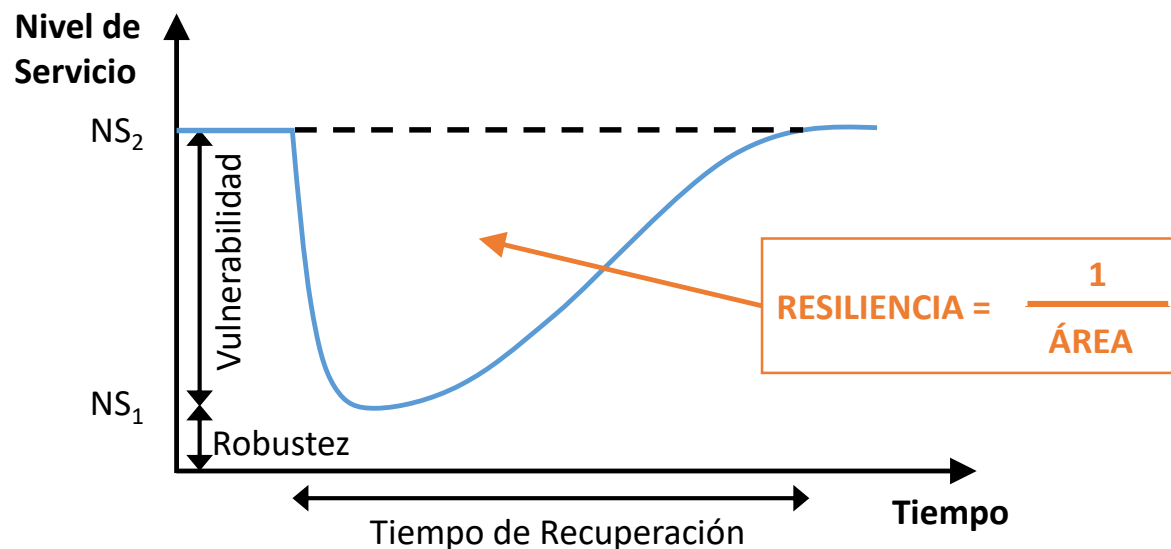
Nota: El gráfico corresponde a un ejemplo simulado de la Ruta 68.



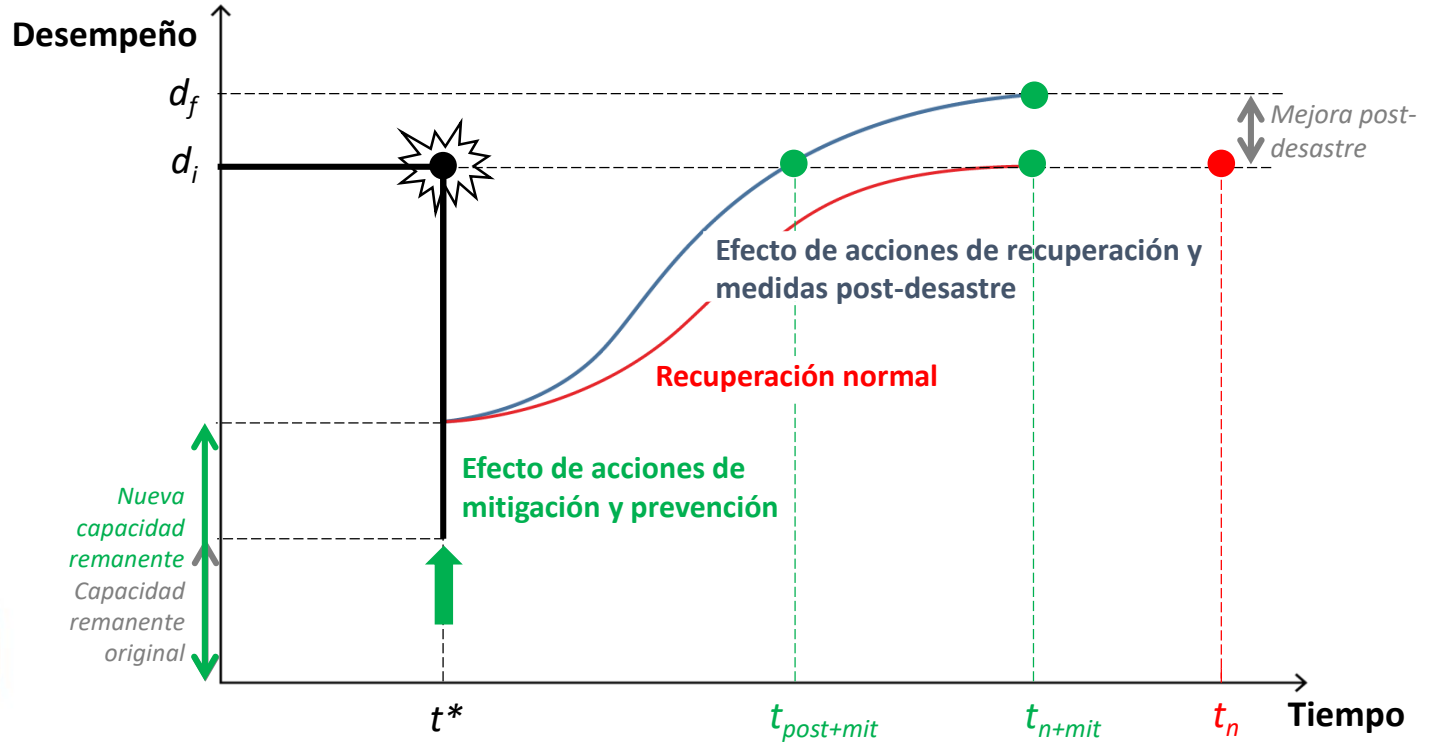
Concepto de resiliencia

“Capacidad de un sistema expuesto a una amenaza de origen natural o humano, 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

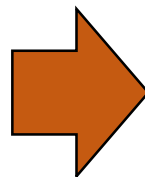


Gestión de riesgo de desastres naturales

- 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.**
- Un ineficiente gestión de riesgo se traduce 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

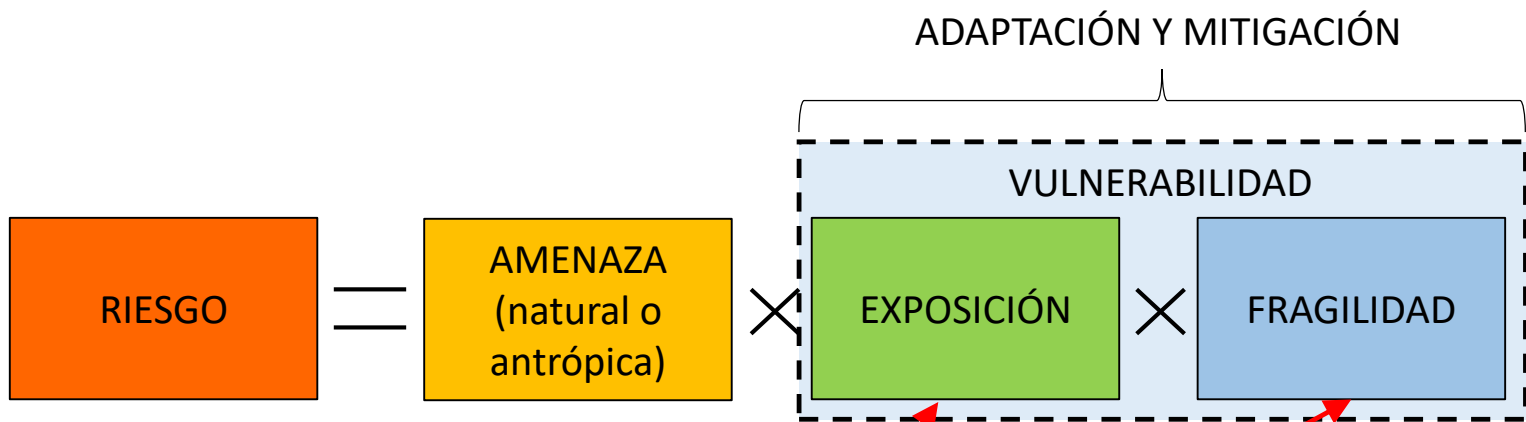


Consecuencias

- 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)

Estrategias de mitigación de riesgo

- Dado que la vulnerabilidad se evalúa en distintas dimensiones (física, social, política, económica), **el riesgo puede ser mitigado desde distintos enfoques.**



Ejemplo de mitigación por exposición:

- Regulación territorial para no construir en zonas expuestas a amenaza volcánica.

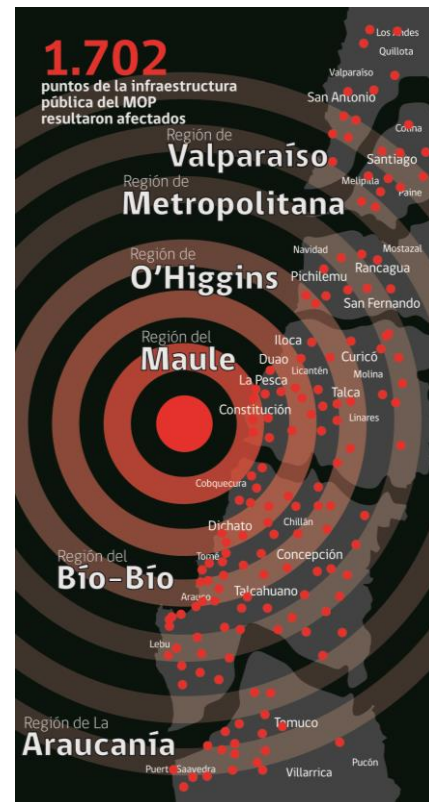
Ejemplo de mitigación por fragilidad:

- Robustecer físicamente una estructura.
- **Dotar de redundancia a una ruta estructurante.**

Impactos terremoto 27F-2010 en infraestructura (1/2)

- **Infraestructura afectada en Chile (MOP, 2010):**

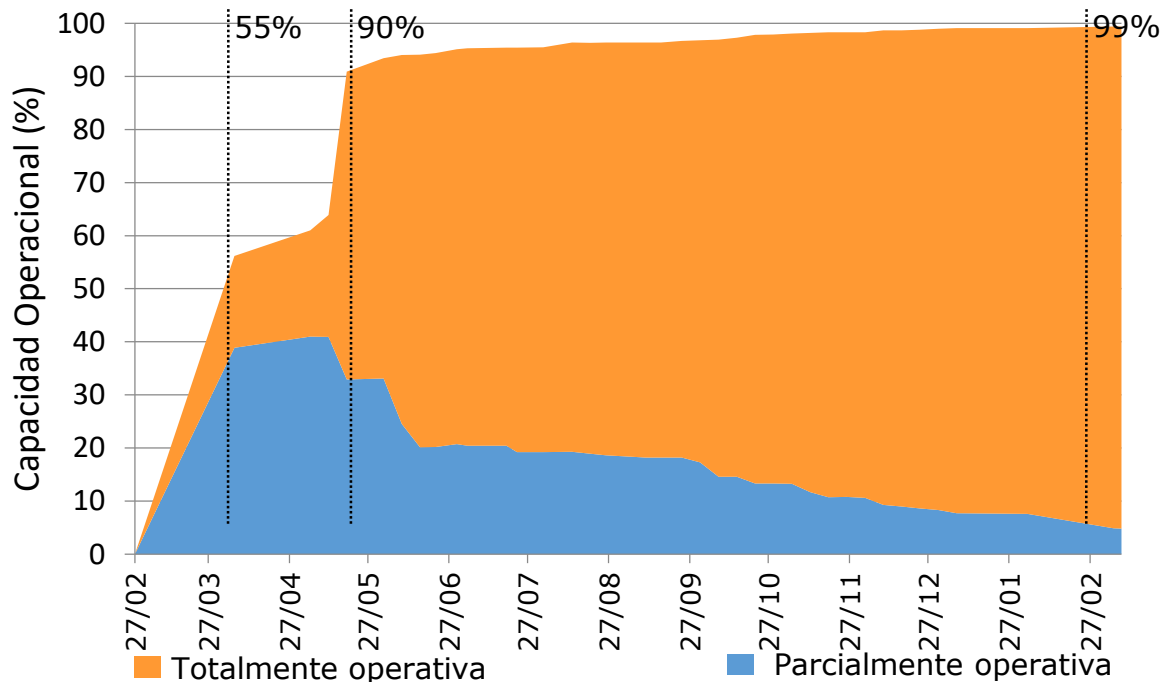
- 1.554 km de caminos
- 298 puentes
- El principal aeropuerto de Chile y otros 7 aeródromos
- 28 pequeñas caletas
- 748 sistemas de agua potable
- En total, 2.500 puntos de infraestructura, afectando la conectividad, productividad y calidad de vida de la población
- En resumen, el 70% de la población nacional resultó afectada



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2010)

Tiempo de recuperación post-terremoto 27-F

- El nivel de resiliencia de la infraestructura no solo está relacionado con la robustez de esta, sino también con la capacidad de la gestión post-evento para su rápida recuperación.



Fuente: Ministerio de Obras Públicas (2011)

5. Evaluación social de proyectos de infraestructura



Evaluación social para la eficiente asignación de recursos

- Las sociedades enfrentan el problema de asignar los escasos recursos con el objetivo de satisfacer las múltiples necesidades.
- La recursos en infraestructura pública deben ser asignados de manera eficiente, a proyectos que sean rentables para la sociedad.
- La evaluación social de proyectos permite:
 - Identificar los proyectos que maximizan el bienestar social, indicando la conveniencia de inicial el proyecto o continuar con este.
 - Detener los malos proyectos y promover los buenos proyectos.
 - Evaluar el impacto de los proyectos en el entorno y los involucrados.

Metodologías de evaluación social de proyectos

Evaluación Social del Proyecto

Objetivo: establecer la conveniencia técnico-económica de ejecutar el proyecto

Enfoque Costo-Beneficio

Objetivo: determinar si los **beneficios que se obtienen por el proyecto son mayores a los costos** involucrados.

Común proyectos
infraestructura

Enfoque Costo-Eficiencia

Objetivo: identificar aquella alternativa de solución que presenta el **mínimo costo, para los mismos beneficios.**

Nota:

- Cuando existe dificultad de valorar beneficios del proyecto.
- Para proyectos de beneficios equivalentes.

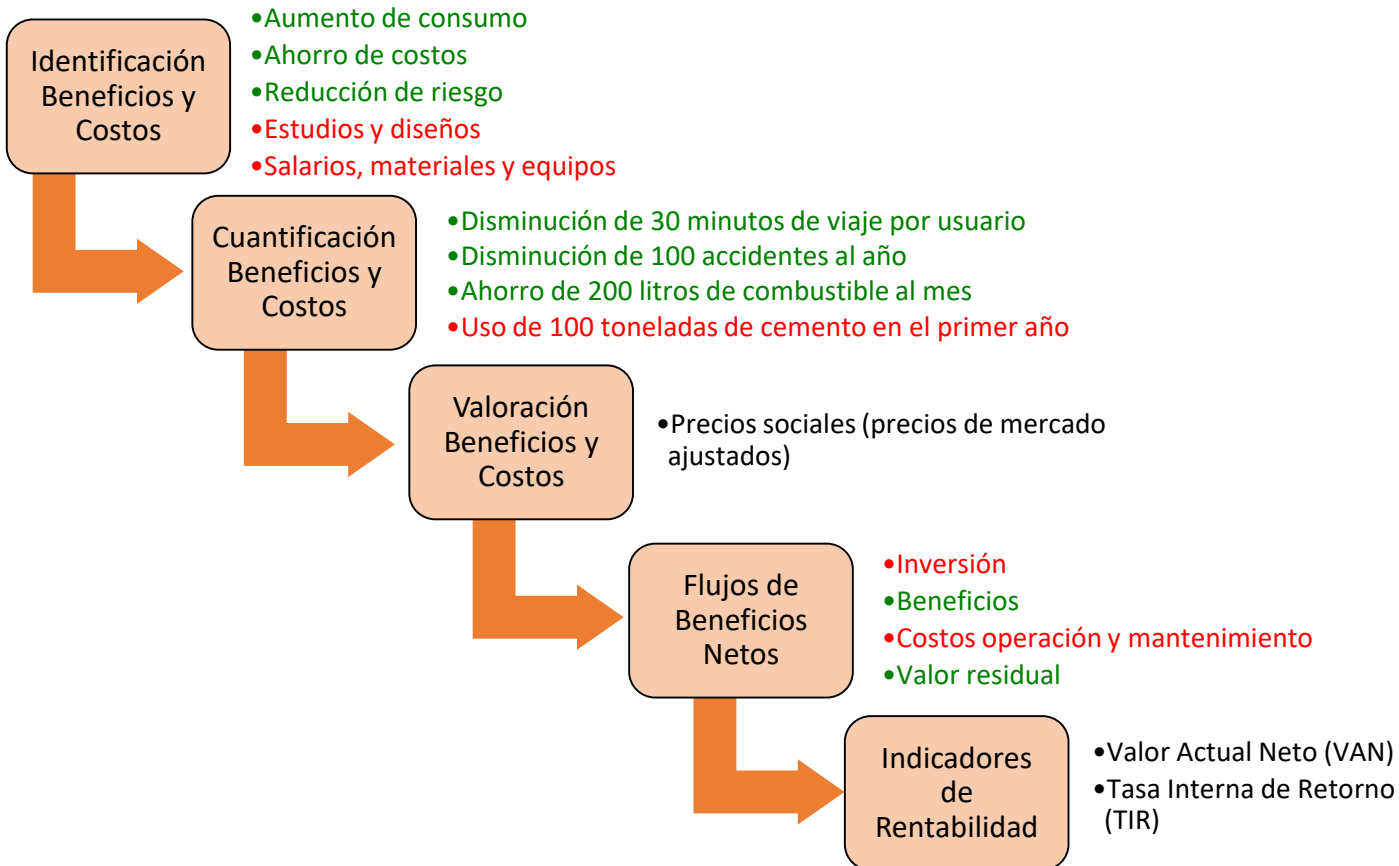
Enfoque Costo-Efectividad

Objetivo: identificar aquella alternativa de solución que presenta el **menor costo por unidad de efectividad.**

Nota:

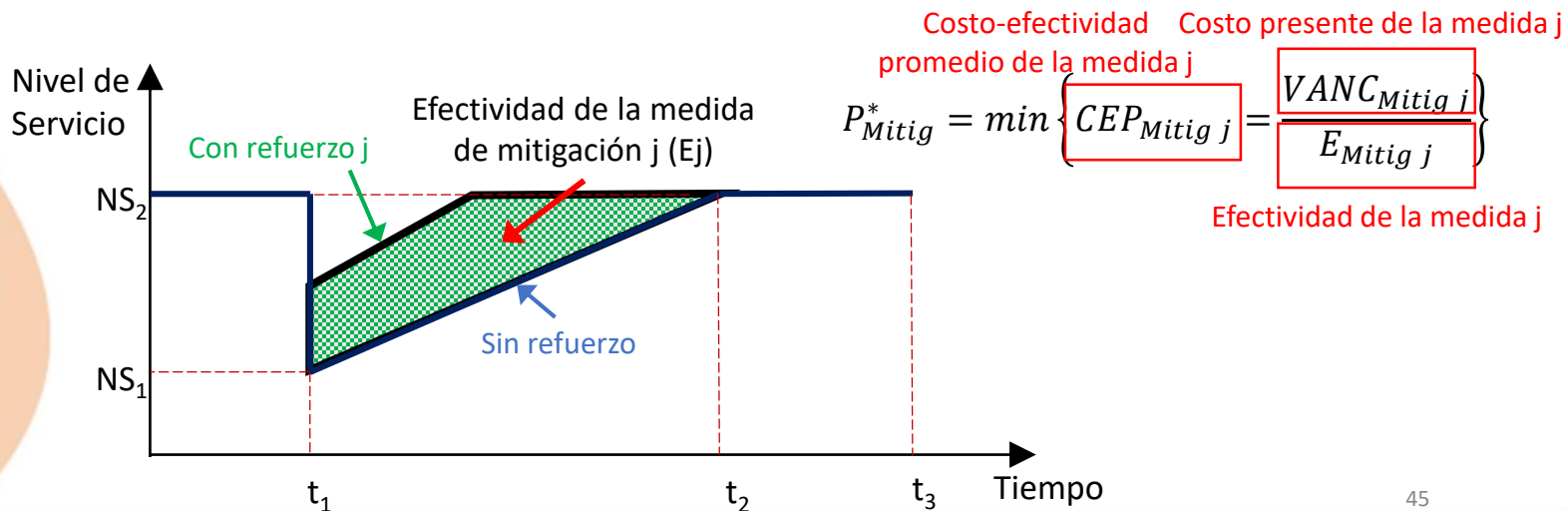
- Cuando existe una medida de efectividad que captura la mayoría de los beneficios.

Enfoque costo-beneficio para la evaluación social



Necesidad de actualizar la metodología de evaluación social

- La metodología de evaluación social de proyectos debe ser **constantemente revisada y actualizada** en función de las **nuevas necesidades** de la sociedad.
- A partir de la evolución de la sociedad van **variando las necesidades y surgiendo nuevas demandas** por parte de la misma sociedad.
- Un ejemplo de ello es la actual necesidad de **incorporar la resiliencia en la evaluación social de proyectos de infraestructura.**





6. Comunicación en proyectos de infraestructura



Relevancia de una comunicación eficaz

- El éxito de un proyecto de infraestructura depende, en gran parte, de la **comunicación entre stakeholders desde etapas tempranas.**
- Los conflictos con comunidades son considerados como **uno de los 10 principales factores de riesgo de proyectos de APP** (Osei-Kyei y Chan, 2015).

Objetivo: Maximizar
satisfacción

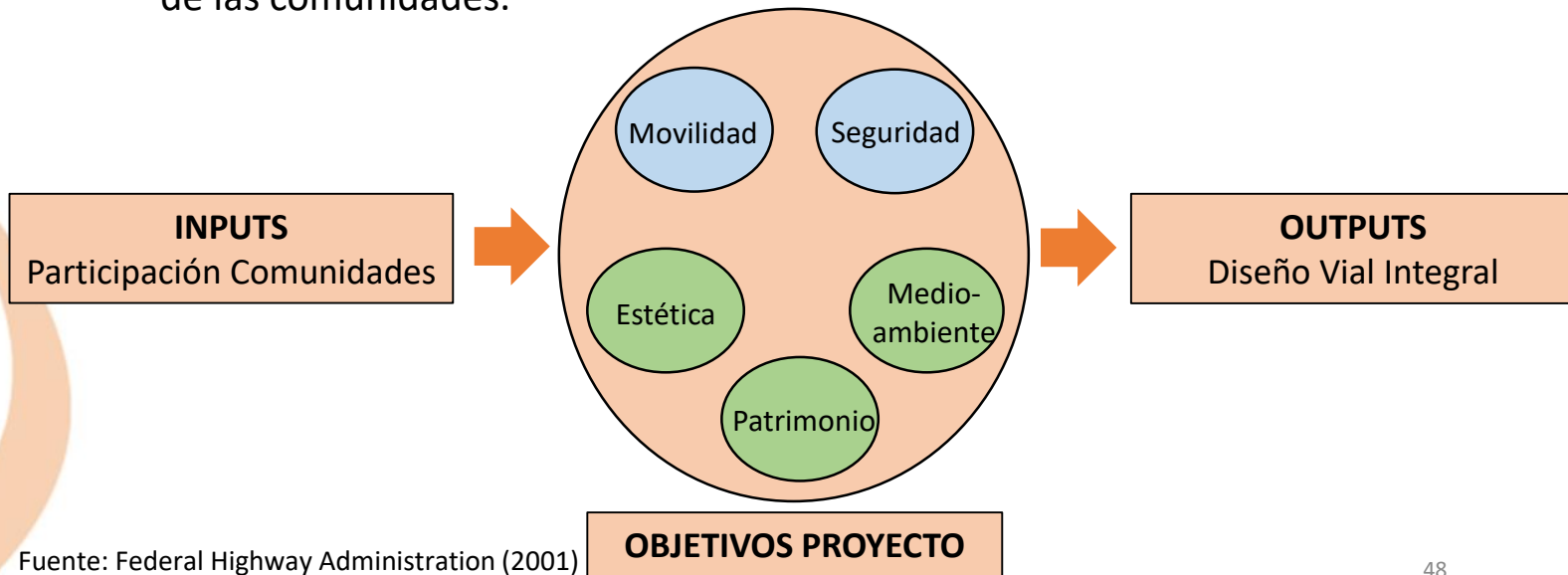
Decodificar las necesidades
de las comunidades



Adaptar y presentar
adecuadamente el proyecto
a las comunidades

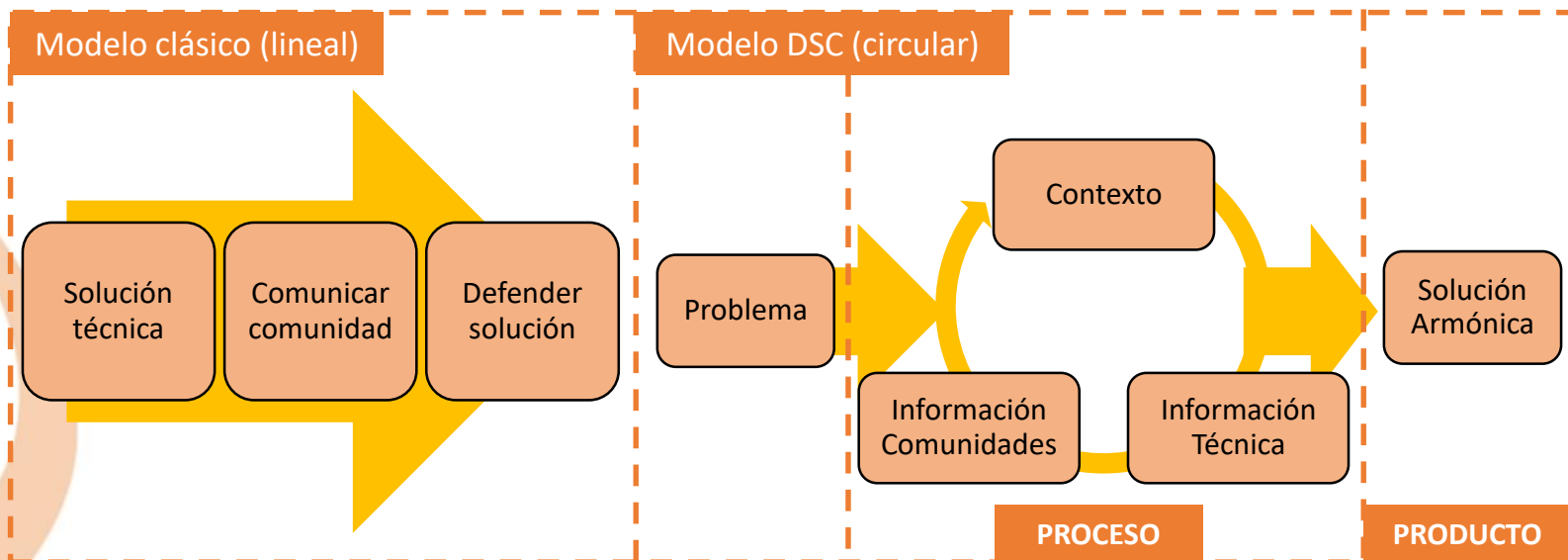
Diseño Sensible al Contexto (DSC): más que transporte eficiente

- A fines de los 90, las agencias viales de EEUU identificaron la necesidad de generar **diseños de carreteras adaptados a los entornos y las comunidades.**
- **Modelo Diseño Sensible al Contexto (DSC):** enfoque de toma de decisiones que busca equilibrar la necesidad de movilidad y seguridad con otros resultados deseables (medioambiente, patrimonio, estética, etc.) a través de la participación de las comunidades.



Visión de DSC hacia el proceso y el producto

- El modelo Diseño Sensible al Contexto (DSC) implica un **enfoque colaborativo e interdisciplinario**, en el que las **comunidades forman parte del equipo de diseño** desde etapas tempranas.
- Mediante participación ciudadana, el modelo DSC busca **armonizar tanto el proceso como el producto de diseño**.



Fuente: Federal Highway Administration (2009)

Propuesta de política pública - Alianza Valor Minero (AVM)

- La **Alianza Valor Minero** diseñó una **propuesta de política pública** (presentada en 09/2018) que aborda la **participación ciudadana en proyectos de inversión**.
- La política pública fue diseñada con la **colaboración de diversos sectores**: ministerios, centros de estudio, ONGs, gremios, etc.
- La propuesta de política pública se basa en la **creación de una Agencia de Diálogo Territorial (ADT)** que articule la **relación entre el Estado, las comunidades y las empresas** en materia de proyectos de inversión.
- La ADT busca generar y certificar las **condiciones necesarias para un diálogo de calidad y efectivo** entre los actores involucrados en el proyecto.



Componentes de la Agencia de Diálogo Territorial (ADT)

Mesa de Diálogo

- Instancias generadas por el Estado que buscan asegurar el la **inclusión de todos los actores** en la toma de las decisiones.

Resolución de Controversias

- Mecanismos para gestionar y **canalizar conflictos** y desacuerdos que pueden existir en los procesos de diálogo.

Índice Calidad de Diálogo

- Sistema de **medición de la calidad** del proceso de diálogo para su monitoreo, evaluación y retroalimentación.

Certificación de Mediadores

- Proceso para garantizar que los actores que apoyan los procesos de diálogo cuenten con las **competencias necesarias**.

Fondo de Apoyo al Diálogo

- **Fuente de financiamiento** de origen privado y de fideicomiso ciego destinado a los procesos de diálogo territorial.

7. Comentarios finales



Comentarios finales (1/2)

- La infraestructura vial es un factor de desarrollo económico y social, por lo que esta debe ser gestionada de manera eficiente.
- El deterioro de la infraestructura vial a causa de las distintas solicitudes genera la necesidad de mantenerla adecuadamente.
- La gestión de infraestructura vial proporciona herramientas para diagnosticar, evaluar, planificar y programar el mantenimiento de los activos viales en toda su vida útil, optimizando el uso de los recursos disponibles.
- Las asociaciones público-privadas (APP) son vitales para aumentar la inversión en infraestructura pública.
- Contar con una red vial con una alta capacidad de resistir y recuperarse ante eventos (resiliente) es clave para alcanzar el desarrollo.

Comentarios finales (2/2)

- Contar con un **sistema de evaluación social de proyectos** consolidado es de suma importancia para el desarrollo, pues permite **asignar los recursos públicos de manera eficiente.**
- La **metodología de evaluación debe ser constantemente actualizada** para que esté **alineada con las nuevas necesidades** de la sociedad.
- Una **comunicación eficaz y fluida**, que considere todos los **stakeholders desde etapas tempranas** es vital para que el proyecto cumpla con las expectativas.
- Para una **adecuada gestión de infraestructura vial** se requiere de **información y modelos de condición actualizados**, por lo que contar con **equipos de auscultación** acorde a la tecnología requerida y **personal capacitado para operarlos** es fundamental.

Información



Nombre

Hernán de Solminihac, Ing. Civil, MSc., PhD.

Cargo del Relator

Director de CLAPES UC

Vicepresidente CPI

Ex ministro de Obras Públicas y de Minería

Instituciones

Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)

Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales UC (CLAPES UC)

Consejo Políticas Infraestructura (CPI)

Sitio web

www.clapesuc.cl

Correo Electrónico

hsolmini@ing.puc.cl

