

# Propuesta de lineamientos de políticas públicas para la adaptación al cambio climático de puentes existentes en Chile.

## Proposal for public policy guidelines for the adaptation of existing bridges in Chile to climate change.

Leonardo Acuña<sup>1</sup>, Hernán De Solminihac<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile, leonardo.acuna@mop.gov.cl

<sup>2</sup> Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, hsolmini@ing.puc.cl

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historial del artículo:

Recibido

03-07-2024

Aceptado

12-12-2025

Publicado

30-12-2025

Palabras Clave:

Puentes

Eventos naturales

Infraestructura

crítica

Vulnerabilidad

Cambio climático

Adaptación

Article history:

Received

03-07-2024

Accepted

12-12-2025

Available

30-12-2025

Keywords:

Bridges

Natural events

Critical

infrastructure

Vulnerability

Climate change

Adaptation

### Resumen

El cambio climático ha sido declarado determinante en el comportamiento de los eventos naturales que afectan las obras de infraestructura. El Estado juega un rol preponderante en la definición de acciones para enfrentarlo, particularmente en el desarrollo de obras públicas y conservación. La Red Vial es considerada una infraestructura crítica, donde los puentes juegan un rol clave en la continuidad y conectividad. Eventos naturales de carácter hidrometeorológicos son los que más afectan a Chile - y sus efectos en la Red Vial - han mostrado la vulnerabilidad a la que se ve expuesta. Los puentes - algunos de muy larga data - han sido históricamente dañados por crecidas, dando muestra de la necesidad de ejecutar acciones para adaptarlos a estas nuevas condiciones. Estos son parte de la Infraestructura Crítica, concepto necesario tipificar para lograr acciones rápidas y efectivas para intervenirlos. Analizar cambios en las normativas técnicas y administrativas que rigen las obras públicas es relevante para facilitar la acción sobre los puentes vulnerables existentes. La inexistencia de políticas públicas específicas en este tema da cuenta de la necesidad de proponer políticas públicas para adaptar los puentes existentes a los efectos del cambio climático, amparadas en el Oficio Circular 33 a través de obras de conservación. Ésta es la herramienta más potente para incorporar los cambios planteados, a través de un Plan Masivo de Adaptación y Reposición que incorpore la calificación del sistema de gestión vigente, la vulnerabilidad de las estructuras y conceptos de diseño para la gestión del mantenimiento.

### Abstract

Climate change has been declared a determining factor in the behavior of natural events that affect infrastructure works. The State plays a leading role in defining actions to address it, particularly in the development of public works and conservation. The road network is considered critical infrastructure, with bridges playing a key role in continuity and connectivity. Hydrometeorological natural events are those that most affect Chile, and their effects on the road network have shown its vulnerability. Bridges—some of which are very old—have historically been damaged by flooding, demonstrating the need to take action to adapt them to these new conditions. They are part of critical infrastructure, a concept that needs to be defined in order to take rapid and effective action to intervene. Analyzing changes in the technical and administrative regulations governing public works is important in order to facilitate action on existing vulnerable bridges. The lack of specific public policies on this issue highlights the need to propose public policies to adapt existing bridges to the effects of climate change, covered by Circular Letter 33 through conservation works. This is the most powerful tool for incorporating the proposed changes, through a Massive Adaptation and Replacement Plan that incorporates the rating of the current management system, the vulnerability of structures, and design concepts for maintenance management.

\* Corresponding author at: Leandro Acuña, Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile. E-mail address; leonardo.acuna@mop.gov.cl

RIOCI

journal homepage: <https://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/index>

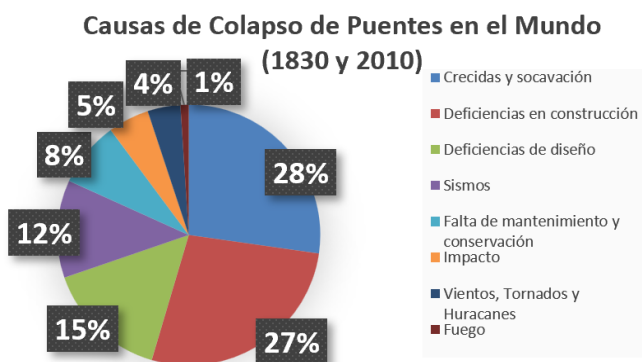
Vol. 13, no. 03, pp. 88–98, Diciembre 2025

## 1. Introducción

Desde Los puentes han sido estructuras que históricamente han servido como elementos de unión y conectividad entre dos puntos atravesados por algún obstáculo natural o artificial que ha impedido la continuidad de un camino. Dentro de estos obstáculos se encuentran quebradas, cursos de agua, caminos y otro tipo de condiciones que hacen necesaria su implementación.

No es desconocido que la interacción de este tipo de estructuras con los eventos naturales y sus efectos tienen un impacto en las comunidades, específicamente cuando estos eventos generan daños en las estructuras, limitando o eliminando su normal funcionamiento. Eventos sísmicos, hidrometeorológicos y volcánicos son algunos de los que afectan a los puentes en el mundo, y su impacto depende de las condiciones específicas del lugar donde se encuentren y la cercanía a las fuentes directas donde se generan estos eventos.

Específicamente, Cusba en 2011 realizó un levantamiento a nivel mundial de los colapsos de puentes registrados entre 1830 y 2010 (Ver Figura 1), dando cuenta que las crecidas son una de las causas que mayor porcentaje de colapsos ha causado en el mundo. Si a esto se suma las condiciones particulares en términos geográficos y topográficos de Chile, es posible notar que la corta distancia entre cordillera y mar genera que gran parte de los cursos de agua obedezcan a regímenes de altas velocidades y bajas alturas (supercríticos), los cuales por definición presentan un potencial erosivo alto y generan socavaciones considerables en las estructuras que atraviesan sus cauces.



**Figura 1.** Causas de colapso de puentes en el mundo entre 1830 y 2010. Fuente: Adaptación de Cusba D, 2011.

En Chile, la entidad encargada y mandatada para la administración, planificación, diseño, construcción, reposición y reparación de puentes es la Dirección de Vialidad (DV) del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

A diciembre de 2021 la cantidad de puentes que son tuición de la Dirección de Vialidad ascienden a 6.781, conforme a la base

de datos actualizada y al catastro definido en la Institución (i3MOP, 2021).

### 1.1 Definición del problema y contexto.

La variedad de puentes existentes en la red vial administrada por la Dirección de Vialidad indicadas en el punto anterior posee una amplia data de construcción y consideraciones normativas correspondientes a las variables de diseño que los condicionan, además de que su concepción se sustenta en distintos escenarios respecto de las solicitaciones a las que se ven sometidos. Esta variación, evidentemente no responde a la evolución en las variables climáticas que se ha reconocido afectan a las estructuras, y por tanto, presentan condiciones que en la actualidad no son propicias para enfrentar los eventos naturales a los que se ven sometidos. La inyección de recursos para contratos de conservación de puentes posee limitantes administrativas y reglamentarias que impiden que se ejecuten trabajos por montos mayores a los establecidos en los documentos que rigen la Administración del Estado.

Por lo anterior, no es posible adaptar la infraestructura de puentes existentes a las variaciones de eventos naturales debido al cambio climático en su totalidad sin tener que necesariamente entender estas intervenciones como una conservación propiamente tal.

En la actualidad, no existen políticas públicas específicas que permitan definir qué estructuras requieren de una adaptación a los efectos del cambio climático, además de no tener definidos los requisitos e indicadores que así lo permitan. Lo anterior se sustenta en que en la actualidad existen dos grandes modalidades para abordar temáticas que permitan mejorar una infraestructura: la conservación y la reposición. Ambas modalidades descritas específicamente en el Manual de Carreteras y delimitada por el Decreto 75 del año 2004 que Aprueba el Reglamento para Contratos de Obras Públicas (RCOP) y que para el caso de los estudios de ingeniería queda delimitado por el Decreto 48 del año 1994 que Aprueba el Nuevo Reglamento para Contratación de Trabajos de Consultoría (RCTC). A esta documentación, se suman otros documentos relevantes tales como el Oficio Circular 33 del Ministerio de Hacienda del año 2009 que entrega instrucciones de cómo hacer más expedito el proceso de asignación de recursos para la mantención de cualquier infraestructura pública, entre otros aspectos.

Finalmente, en la actualidad se encuentra aprobada y promulgada desde el 13 de junio de 2022 la Ley 21.455 denominada "Ley Marco de Cambio Climático" que entrega disposiciones, definiciones y principios, además de instrumentos de gestión a utilizar para el cumplimiento de las disposiciones y compromisos para los ejes de mitigación y adaptación al cambio climático siguiendo la Estrategia Climática de Largo Plazo a través de Planes Sectoriales de responsabilidad de diversos Ministerios en lo que a sus funciones les compete, quedando en

manos del Ministerio de Obras Públicas lo referente a infraestructura.

De esta forma se presenta un objetivo principal que obedece a la proposición de lineamientos específicos para la generación de políticas públicas que permitan adaptar puentes existentes a los efectos del cambio climático, estableciendo tres ejes que encauzarán la propuesta:

- Identificación de eventos naturales que más afecten a los puentes en Chile con criterios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo definidos;
- Definición de indicadores de criticidad de un puente como infraestructura crítica, basando este indicador en criterios de evaluación técnica utilizados dentro del Sistema de Gestión de Puentes implementado en la Dirección de Vialidad (i3mop).
- Análisis de reglamentos y normativa que rija la ejecución de obras públicas dentro de la Administración del Estado a fin de establecer e identificar mecanismos que permitan ejecutar obras de adaptación de puentes de manera eficiente y rápida, considerando la necesidad de adaptación de la infraestructura al cambio climático.

### 1.2 Conservación y mantenimiento de puentes: los sistemas de gestión de puentes y su evolución histórica en Chile.

La red vial a nivel nacional consta de más de 85.000 km de caminos que son tuición de la Dirección de Vialidad, dentro de los cuales se encuentran insertos los 6.781 puentes administrados por esta entidad dependiente del MOP. El sistema conjunto de todas las estructuras que conforman esta red vial se denomina Infraestructura Vial y es entendida como “el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y Segura de un punto a otro” (De Solminiach, Echaveguren & Chamorro, 2018). El desarrollo de las redes viales y el mejoramiento de los sistemas de transporte juegan un rol importante en el desarrollo económico y social de un país (Zúñiga, 2020). Por lo anterior, se reconoce a los puentes como infraestructura crítica.

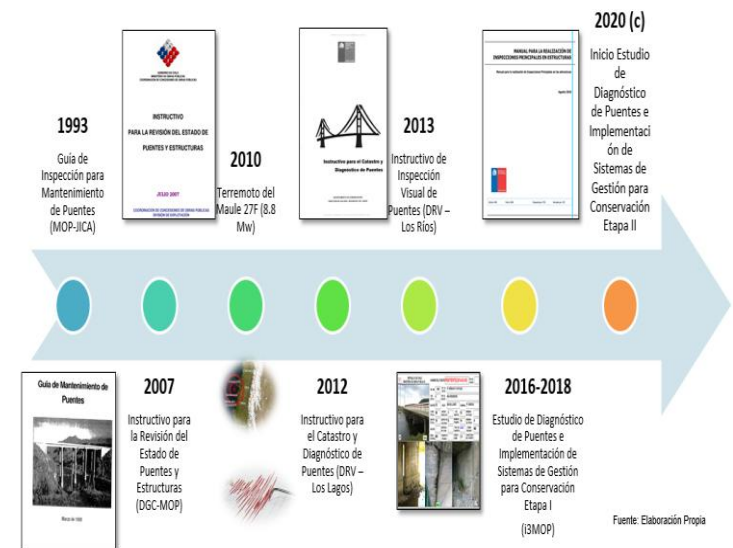
Además de la inspección y evaluación propia del puente como activo es necesario incorporar variables externas como el clima, la geografía y la topografía – entre otras - las que determinan la evolución de su estado a lo largo de la vida útil de servicio. Lo anterior, responde a la necesidad de asegurar el desempeño y serviciabilidad del puente dentro de la Red Vial.

Un Sistema de Gestión de Puentes se define como un procedimiento formal para analizar datos de estas estructuras con el propósito de asegurar sus condiciones futuras, estimando la necesidad de mantenimiento de una red, junto con la generación de recomendaciones de proyectos que toman en cuenta las restricciones políticas y presupuestarias (AASHTO,

1993). Un Sistema de Gestión de Puentes debe contar con tres elementos principalmente: una estructura organizacional adecuada, un sistema para la organización y adquisición de información y un sistema analítico de toma de decisiones.

Los diferentes sistemas de gestión de puentes – nacionales e internacionales - han ido evolucionando en términos de las variables que consideran para alimentarse, sin embargo, siguen considerando información exclusiva de la estructura, sin evaluar el entorno y los eventos naturales a los cuales son vulnerables. Es así como Zúñiga en 2020 propone la incorporación de los eventos naturales en la lógica de información que requiere un sistema de gestión de puentes. Las plataformas que utilizan permiten obtener indicadores y calificaciones estandarizadas para la toma de decisiones en función de los niveles de deterioros ponderados a través de los modelos incorporados, sin embargo, los modelos siguen sin considerar en el análisis el entorno del puente y la vulnerabilidad que presentan frente a eventos naturales que pudieran afectarlos.

En Chile, la situación ha ido evolucionando en distintos tipos de sistemas y metodologías de inspección hasta lo que actualmente se tiene, donde a partir de 2018 es posible identificar que se logra obtener un sistema de gestión de puentes con los lineamientos base que la experiencia internacional describe. A continuación, se muestra la evolución de estas metodologías y guías descritas (Figura 2):



**Figura 2.** Evolución histórica de Inspección de Puentes en Chile. Fuente: Elaboración Propia.

En la actualidad, se encuentra en desarrollo la fase 2 de dicho estudio que incorpora mejoras al primero, además de terminar de generar el levantamiento de la totalidad de estructuras bajo tuición de la Dirección de Vialidad (Departamento de Puentes, 2021).

No obstante, la evolución e implementación de un sistema de

gestión de puentes en la actualidad, las variables consideradas para la evaluación de puentes siguen no contemplando el análisis del entorno y la vulnerabilidad que las estructuras presentan frente a la acción de eventos naturales. Adicionalmente, el análisis no contempla ni relaciona variables asociadas a la variación de ocurrencia e impacto de estos eventos sobre la estructura, ni la adaptación necesaria de ejecutar producto del cambio climático.

### 1.3 Los contratos de obras públicas: reglamentos y normativa.

Las obras públicas ejecutadas por el Ministerio de Obras Públicas de acuerdo con el mandato establecido en el DFL MOP N° 850 se rigen por una batería de normativas y reglamentos bien definidos y acotados que describen los alcances de estas en todo su espectro, desde aspectos administrativos, contractuales, reglamentarios y técnicos.

Los reglamentos y normativas que prevalecen en la ejecución de obras públicas y que pudieran impactar directamente en el objetivo principal y los objetivos específicos antes indicados, cuya descripción de persigue la identificación de brechas y limitantes en materias de adaptación de puentes frente a los efectos del cambio climático, a fin de mostrar las limitantes administrativas y normativas existentes y que son fuente de esta investigación.

Los documentos principales para describir se listan a continuación:

- Manual de Carreteras (Edición 2022)
- Decreto 75 de 2004 que Aprueba Reglamento para Contratos de Obras Públicas (RCOP)
- Decreto 1093 del 29 de noviembre de 2002 que aprueba el Reglamento de Montos de Contratos de Obras Públicas
- Decreto 48 del 09 de septiembre de 1994 que aprueba el Reglamento para la Contratación de Trabajos de Consultoría (RCTC)
- Oficio Circular N°33 del 13 de julio de 2009 del Ministerio de Hacienda que actualizada las instrucciones del Oficio Circular N°36 del mismo Ministerio del año 2007, cuyo contenido imparte instrucciones para hacer más expedito el proceso de asignación de recursos en lo relativo a estudios propios del giro de la institución, adquisición de activos no financieros, gastos producidos por situaciones de emergencia y mantención de cualquier infraestructura pública.

## 2. Metodología

La metodología de trabajo aplicada en la investigación pretende definir, relacionar, observar y analizar de forma objetiva las distintas tareas y trabajos necesarios para el cumplimiento de

los objetivos principal y específicos planteados anteriormente.

Para ello se presenta un flujograma (Figura 3) que describe la forma en la que se abordó la investigación, las líneas temáticas de la misma y las actividades que se desarrollaron para la obtención de los resultados indicados.

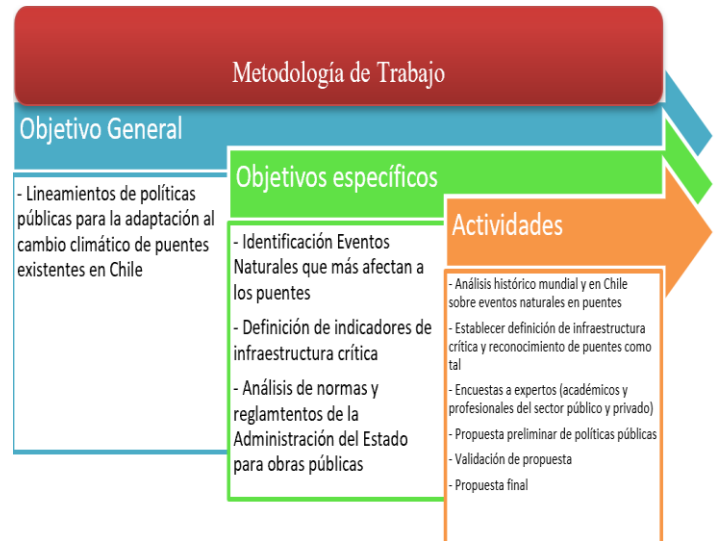


Figura 3. Metodología de Trabajo. Fuente: Elaboración propia.

### 2.1 Herramientas de toma de datos.

Para la realización de esta investigación es necesario el desarrollo de una herramienta de toma de datos con el fin de obtener información diversa de distintos profesionales especialistas y expertos en las diferentes áreas de puentes tanto profesional, técnica, académica y aplicada, además de rubros asociados al diseño, construcción, operación y mantenimiento de puentes tanto de organizaciones públicas como privadas. La finalidad es identificar - con un juicio transversal y experto - los eventos naturales relacionados a los principales daños que afectan los puentes en Chile, junto con identificar qué indicadores permiten catalogar un puente como infraestructura crítica. Sumado a ello, la herramienta busca entregar información referente a las brechas administrativas y normativas que los diferentes documentos y reglamentos de la Administración del Estado presentan para la ejecución de obras que permitan adaptar puentes frente a los efectos del cambio climático, además de obtener recomendaciones de políticas públicas que permitan la realización de este tipo de acciones.

#### 2.1.1 Encuestas de levantamiento de información.

La encuesta diseñada como herramienta de toma de datos considera cinco (5) secciones para el encuestado, mediante preguntas abiertas y cerradas. La encuesta posee tres (3) ejes principales a los que hace alusión y en los que busca recopilar la

información necesaria para validar la investigación:

- Información general
- Eventos naturales
- Infraestructura crítica
- Normativa y Reglamentos de Obras Públicas
- Políticas Públicas y Estado

La herramienta de toma de datos incluyó un universo representativo de 50 expertos y especialistas de diversas áreas para la obtención de información completa, tanto del sector público, privado y académico.

### 2.1.2 Entrevistas Levantamiento de Información.

Para la profundización en las materias requeridas a investigar se diseñó un set de preguntas abiertas aplicadas a tres personas relacionadas al área de la academia, obras públicas y sector privado con vinculación directa al diseño, construcción y/o mantenimiento de puentes. Las preguntas realizadas en las entrevistas tienen foco en los tres ejes principales que abordan los objetivos específicos de esta investigación, las cuales se listan a continuación:

1. De los eventos naturales que afectan a los puentes en Chile, ¿cuáles son los que son más incidentes?
2. ¿Cómo solucionarías estas deficiencias o qué soluciones plantearías frente a la incidencia de estos eventos naturales?
3. Sabiendo que los puentes chilenos tienen una variabilidad amplia de criterios de diseño y construcción debido a la data de las estructuras, ¿cómo abordaría la adaptación de puentes frente a los eventos naturales antes indicados?
4. ¿Cree que en Chile tenemos políticas públicas que aborden estas temáticas de cómo adaptar infraestructura frente a los efectos del cambio climático? Fundamente.
5. A su juicio, ¿cuáles son las principales brechas que impiden la ejecución de obras públicas para adaptar infraestructura o puentes a los efectos del cambio climático?
6. Entendiendo que existen recursos limitados, ¿qué indicadores cree necesarios para tomar la decisión sobre qué activos actuar?

Las preguntas fueron aplicadas a un académico experto en ingeniería de puentes en Chile, un funcionario de la Alta Dirección Pública de la Dirección de Vialidad y un profesional de más de 30 años de experiencia en diseño y construcción de puentes.

### 2.1.3 Entrevistas de Validación

Las entrevistas de validación buscan recoger comentarios, visiones y potenciales mejoras a los lineamientos preliminares propuestos, con el fin de afinar las propuestas levantadas por los entrevistados y encuestados de la etapa inicial que pudieran haber entregado visiones y recomendaciones desde un punto de vista diferente, al entender y visualizar la problemática de manera más profunda durante la aplicación de las herramientas de toma de datos.

## 3. Análisis de resultados

### 3.1 Resultados encuestas de levantamiento de información

Los resultados (Figuras 3, 4, 5 y 6) de la encuesta de levantamiento de información aplicada a las 50 personas que conformaron el universo se resumen a continuación:

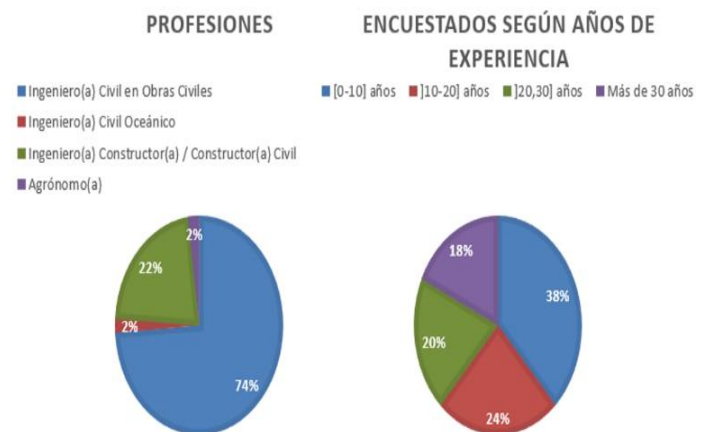


Figura 3. Distribución de los encuestados según profesión y años de experiencia.

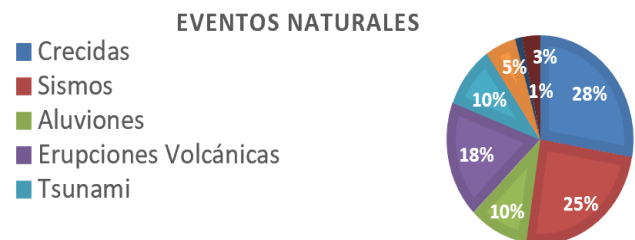


Figura 4. Eventos naturales que afectan la infraestructura vial, según percepción de los encuestados.

**INFRAESTRUCTURA CRÍTICA**

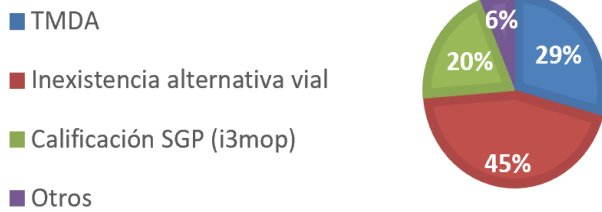


Figura 5. Criterios utilizados para la identificación de infraestructura vial crítica.

**CONOCIMIENTO DE NORMATIVA Y REGLAMENTOS DE OBRAS PÚBLICAS**



Figura 6. Nivel de conocimiento de la normativa y reglamentos de Obras Públicas entre los encuestados.

**3.1.1 Resultados entrevistas de levantamiento de información.**

Las entrevistas aplicadas fuera de preguntas abiertas, para lo cual se reunieron las respuestas y luego se generó un análisis de puntos comunes en los puntos principales que cada pregunta buscaba recoger, lo cual se resume en líneas temáticas en el siguiente esquema (Figura 7):

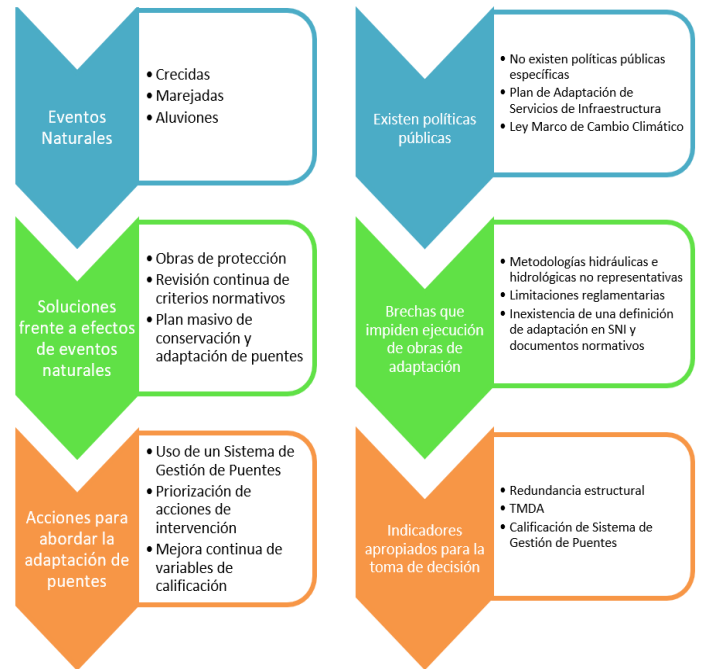


Figura 7. Resumen de resultados de entrevistas de levantamiento de información.

De esta forma y con la información levantada se realizó la primera propuesta preliminar de lineamientos de política pública de la investigación, que tenía dos grandes líneas de acción: una técnica y una normativa. Estos lineamientos se resumen a continuación:

- Modificación normativa en criterios de estimación de crecidas para diseño hidráulico de puentes
- Incorporación de definiciones al Manual de Carreteras respecto de infraestructura crítica y puente crítico
- Modificación a porcentajes límites establecidos en el RCOP y RCTC para la generación de obras extraordinarias, aumentos de obras y montos de contratos, relacionados a aspectos u obras de adaptación frente al cambio climático
- Modificación de porcentaje límite en Oficio Circular 33, referente al 30% del costo de reposición total de activo, además de incluir un punto de exención a deterioros asociados al cambio climático como parte de este porcentaje considerado, tal como se hace para estructuras patrimoniales.
- Generación de un plan masivo de adaptación de puentes.

### 3.1.2 Resultados entrevistas de validación

Esta validación persigue mejorar y afinar las propuestas levantadas por los entrevistados y encuestados de la etapa inicial que pudieran haber entregado visiones y recomendaciones desde un punto de vista diferente, al entender y visualizar la problemática de manera más profunda durante la aplicación de las herramientas de toma de datos.

En este sentido, la validación fue aplicada a tres personas diferentes a las que se les aplicó la herramienta de la encuesta y entrevista, a fin de recoger de forma objetiva su percepción de los lineamientos de política pública preliminares a recomendar. Para ello, se seleccionaron tres (3) personas relacionadas al ámbito, y cuyas posiciones son cargos de Alta Dirección Pública dentro de la Dirección de Vialidad. Estos cargos corresponden al Director Nacional de Vialidad (S) y Subdirector de Obras, Subdirector de Desarrollo y Jefe de División de Ingeniería. A todos ellos se les presentó la propuesta preliminar de lineamientos de política pública para su validación, opinión y mejora en las diferentes materias.

Es menester señalar que las tres personas del panel de expertos dirigen grupos de trabajo en diferentes áreas dentro del ciclo de vida de un proyecto vial, desde la etapa de factibilidad y evaluación, el desarrollo de estudios de ingeniería y revisión, y finalmente, la construcción, operación y mantenimiento.

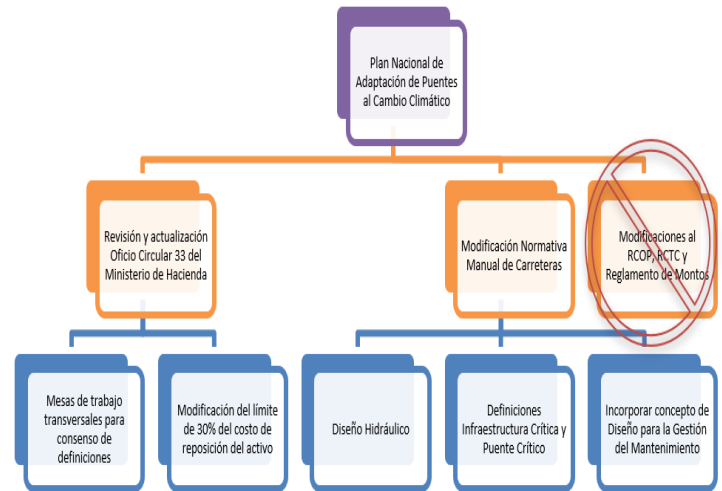
- El RCOP y el RCTC definen límites para los aumentos de obra y trabajos de consultoría cuya finalidad es mantener los alcances de los proyectos de ingeniería, diseño y construcción dentro de un margen establecido sin varianzas que pongan en tela de juicio la precisión y detalle de las ofertas que contemplan estos contratos. Por tanto, buscan que los consultores y contratistas realmente hagan una propuesta robusta y estudiada de los contratos a los que postulan adjudicar, sin permitir que los precios de estos puedan aumentar descontroladamente. Por tanto, aunque la modificación de aumentos de obra persigue un criterio técnico, nace de una concepción administrativa que busca dar validez y seriedad técnica a los proyectos, diseños, estudios y propuestas que surjan, reconociendo la factibilidad de poder modificar con ciertos límites los trabajos a ejecutar, siguiendo los mismos objetivos bajo los cuales fueron concebidos.
- La modificación al Manual de Carreteras se mantiene en términos de considerar y modificar el diseño hidráulico con modelos dinámicos que incorporen la variabilidad climática, conjugando - cuando sea factible o por falta de información - los criterios conservadores y modelos probabilísticos para estructuras que requieran ser intervenidas por efectos del cambio climático y eventos naturales relacionados. Si bien los revisores han

adoptado criterios en estas líneas tales como el aumento de las revanchas de puentes, estos no están plasmados dentro del Manual de Carreteras lo cual se hace necesario a fin de estandarizar los requerimientos que la autoridad técnica y revisora defina.

- Se reconoce la necesidad de incorporar al Manual de Carreteras los de Infraestructura Crítica y Puente Crítico bajo diversos ámbitos de aplicación. Desde el punto de vista de planificación, la infraestructura crítica debe ser identificada como toda aquella estructura dentro de la Red Vial Estructurante (de mayor importancia) que no tengan alternativas viales cercanas en tiempo y/o distancia. Lo mismo ocurre para puentes en riesgo estructural, de serviciabilidad y/o seguridad operacional para los usuarios.
- La actualización el Oficio Circular 33 del Ministerio de Hacienda se percibe como la herramienta más potente para poder abordar la temática planteada en los objetivos de este trabajo, dado que satisface la ejecución de obras de conservación de forma rápida y eficiente para salvar condiciones que requieren de una intervención oportuna. La limitación de que el costo de los trabajos de conservación no exceda el 30% del valor de reposición total del activo constituye una brecha que impide la resolución rápida de problemas en puentes que deban ingresar como iniciativa de inversión tradicional, dado que los tiempos desde su evaluación hasta su construcción son extensos, y los costos sociales y el riesgo que implica la condición de la estructura a intervenir son altos. Se hace necesario revisar y replantear el porcentaje límite del 30% y establecer un párrafo que reconozca a la socavación como un deterioro propio del cambio climático que no considere estas limitaciones para proyectos que busquen directamente reforzar la condición de riesgo asociado.
- A su vez, se mantiene la propuesta de que en el punto (3) del Oficio Circular 33 del Ministerio de Hacienda sea reconocido como desastre natural los efectos progresivos que el cambio climático a través de las crecidas le ha traído a los puentes, y por tanto, pueda ser tratado como tal y como una inversión a la infraestructura, siendo solo necesario enviar al Sistema Nacional de Inversiones las intervenciones que se realicen como una reconstrucción y adaptación al cambio climático (incluyendo este último concepto en el párrafo que lo indica).
- En línea a lo anterior, se propone la definición de un Plan de Adaptación de Puentes vía Oficio Circular 33, donde sean revisados los límites antes indicados de tal manera de poder ejecutar la adaptación de puentes para resolver el problema más rápido que lo que

implicaría realizar una intervención por una iniciativa de inversión tradicional. Lo anterior, justificado en que el tiempo en que el activo se puede intervenir y reforzar es mucho menor que el que implica la iniciativa, propiamente tal.

- Se propone establecer una mesa de trabajo entre los representantes de la Dirección de Vialidad y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia para la revisión de la Circular 33 y los objetivos que persiguen las modificaciones propuestas, con miras a la actualización de las obligaciones que han sido mandatadas en la Ley Marco Cambio Climático y la Estrategia Climática de Largo Plazo adoptada por el Estado de Chile en diversas instancias internacionales. Es importante incluir a MINVU, MMA y CGR como organismos intervinientes en materia de obras públicas a fin de consensuar definiciones como Red Vial, Red Vial Nacional, Red Vial Estructurante, Infraestructura Crítica y Puente Crítico.
- Se propone establecer una mesa de trabajo para revisar y consensuar las diversas definiciones de Red Vial, Red Vial Nacional, Red Vial Estructurante, Infraestructura Crítica y Puente Crítico, desde los distintos organismos intervinientes en materia de obras públicas, tales como MOP, MINVU, MMA, CGR y MIDESOF.
- Finalmente, se hace necesario reconocer la necesidad de incorporar el concepto de “Diseño para la Gestión del Mantenimiento” que busca realizar ingeniería y construcción de puentes con tipologías especiales cuando las condiciones, experiencia y data respalden la vulnerabilidad de diseños tradicionales sobre cauces con antecedentes por efectos de socavación en puentes. Lo anterior, busca darle cabida a diseños que pudieran ser más costosos, pero que minimizarían el riesgo y exposición de puentes a los efectos conocidos de la socavación, considerando a esta última como una de las mayores causas de colapsos de puentes en el mundo. Este concepto debe respaldarse bajo criterios e indicadores de criticidad definidos, tales como el propuesto en este trabajo asociado a la calificación del Sistema de Gestión de Puentes i3mop de la Dirección de Vialidad (Figura 8).



**Figura 8.** Esquema resumen propuesta validada de lineamientos de políticas públicas para la adaptación de puentes existentes en Chile al cambio climático

#### 4. Conclusiones

Los efectos del cambio climático se han hecho presentes y se acentúan cada vez más en el mundo, mostrando la variabilidad de los eventos naturales y su agresividad contra la infraestructura crítica. Las condiciones que Chile tiene dan muestra de la vulnerabilidad que nuestros puentes tienen y como históricamente han sido afectados por deterioros causados por estos eventos naturales. La necesidad de generar políticas públicas que permitan tomar acciones rápidas, concretas y efectivas sobre los activos que prestan servicio y que tienen una criticidad alta en la serviciabilidad operacional que representan es fundamental.

Los compromisos que Chile ha adquirido y la velocidad con la que deben cumplirse obligan a tomar acciones concretas y replantear la forma de ejecutar obra pública, entendiendo que los problemas y contextos que hoy se tienen deben mirar hacia una agilidad en esta gestión.

De esta forma se reconoce el Oficio Circular 33 como la herramienta más potente que es posible utilizar y adaptar para la consecución de los objetivos presentados en esta investigación, a fin de lograr generar una política pública unificada para la ejecución de un Plan Masivo de Adaptación de Puentes frente al Cambio Climático, modificando líneas normativas que reconozcan la variabilidad propia del clima en los diseños de puentes, junto con la inclusión de conceptos relativos a diseño para la gestión del mantenimiento, que permita recoger y validar experiencias previas con puentes que no tuvieron el desempeño adecuado y faciliten la decisión de

poder abordar tipologías o metodologías constructivas diferentes que disminuyan la vulnerabilidad de un puente en una zona con antecedentes de eventos naturales que afectaron infraestructura de puentes.

Es relevante la incorporación de definiciones específicas en diversos documentos que ocupan de forma transversal distintos ministerios para la generación de iniciativas de inversión, tales como el Manual de Carreteras, documentos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) y Ministerio de Hacienda, entre otros. Además de estas definiciones transversales, las mesas de trabajo integral entre los diferentes actores, ejecutores de obra pública y Ministerios es fundamental para consensuar los alcances de cada cambio y modificación propuesta, a fin de alinearse en las necesidades que se requieren para los problemas presentados.

A pesar de lo anterior, el 31 de enero de 2023 ha emanado el ORD. N°1 del Ministerio de Hacienda y Ministerio de Desarrollo Social y Familia que ha modificado los requerimientos que las diferentes iniciativas de inversión consideradas en el Oficio Circular 33 disponía. Esta situación hoy pone en jaque la celeridad y efectividad que las iniciativas de conservación tenían a través de este mecanismo, dado que se les comienza a exigir informes del MDSF, además que las nuevas iniciativas de inversión deben contar con aprobación de admisibilidad según el Instructivo para Proyectos de Conservación a formalizar por el MDSF el primer trimestre de 2023. Sumado a lo anterior, la admisibilidad ha sumado una serie de documentos a considerar dentro de la carpeta digital del Banco Integrado de Proyectos.

Estas disposiciones antes indicadas - a juicio del autor - pasan a ser obstáculos al uso que perseguía la Circular 33 para los proyectos de conservación de infraestructura pública, considerando que los tiempos para obtención de admisibilidad - tal como hasta hoy se han concebido para las otras iniciativas de inversión específicas - son elevados y por tanto, no permiten dar solución efectiva a aquellos problemas que la conservación podía solucionar rápidamente hasta antes del ORD. N°1. Los tiempos de evaluación de iniciativas de inversión requieren ser menores, puesto que los costos sociales de esas demoras hoy los paga directamente la sociedad y las personas de las zonas donde se ubican los proyectos que se buscan ejecutar.

Reconociendo esta situación el Ministerio de Hacienda y MIDESOF el 30 de mayo de 2023 han enviado un nuevo Oficio N°050/06 que indica nuevos procedimientos especiales para iniciativas de conservación de infraestructura pública que extiende la marcha blanca del proceso de admisibilidad a las nuevas iniciativas de conservación, haciendo efectivas las nuevas disposiciones a partir del proceso presupuestario 2025. Prueba de las implicancias de estas disposiciones, es la petición unánime

de la Sala del Senado que solicita al Ejecutivo “que deje sin efecto las exigencias del Ordinario N°1 antes descrito, con el objetivo de no frenar las inversiones ni generar retraso en las licitaciones y puesta en servicio de una serie de iniciativas y proyectos que van en directo beneficio de las personas.

## 5. Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Obras Públicas, a la Pontificia Universidad Católica de Chile y a todos y todas los y las profesionales que formaron parte de las herramientas de levantamientos de información y que permitieron la obtención de resultados que pudieron presentarse en la investigación final de este trabajo de Magister.

## 6. Referencias

- Comité Técnico 4.3 Puentes de Carreteras, PIARC, Adaptación al Cambio Climático de los Puentes de Carretera.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, U.S.A, 2014.
- Research and Analysis Division Infrastructure Canada (2006). Infrastructure Canada, Adapting Infrastructure to climate change in Canada's cities and communities
- Federal Highway Administration (FHWA), Climate and Extreme Weather Vulnerability Assessment Framework, 2012.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro de Cambio Global, CIGIDEN, Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, Universidad de Valparaíso (2013). Marco estratégico para la adaptación de la infraestructura al cambio climático.
- Bolaños F., CFIA, Presentación del Protocolo de Vulnerabilidad de la Infraestructura ante el Cambio Climático: El Cambio Climático y la Evaluación de la vulnerabilidad de las Infraestructuras.
- Ministerio de Obras Públicas y Ministerio del Medio Ambiente (2017). Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN) (2004). Decreto 75 que deroga el decreto N°15 de 1992, y sus modificaciones posteriores y aprueba el Reglamento para Contratos de Obras Públicas (RCOP).
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2022). D.F.L. N°850 fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N°15.840, de 1964 y del D.F.L. N°206 de 1960.

- COST ACTION TU1406 (2019). WG5 Technical Report Drafting of Guideline / Recommendations of COST ACTION TU1406.
- Campusano J. (2012). Evolución Histórica de los Puentes en Chile, Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.
- Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas (2009). Puentes para Chile 2020.
- Comisión de Infraestructura, Cámara Chilena de la Construcción (2016). Infraestructura Crítica para el Desarrollo. Análisis Sectorial 2012-2016.
- Santana R. (2006). Mantención de Puentes de Hormigón Armado y Mixto – Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Martínez C., CIGIDEN (2021, 13 de octubre). ¿Se reduce el riesgo de desastres en Chile?
- Dirección de Planeamiento, Ministerio de Obras Públicas, (2009). ORD.668/221.
- Comisión Europea COM (2019). 640: El Pacto Verde Europeo
- European Commission Joint Research Centre, Impacts of Climate Change on Transport: A focus on road and rail transport infrastructures, Publications Office of the European Union, 2012, 93pp.
- Omenzetter, P. (2015, September). Frameworks for structural reliability assessment and risk management incorporating structural health monitoring data.
- Parry ML et. al. (2007) Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York
- PIARC. Technical Committee 4.3 – Road Bridges (2016). Adaptación al cambio climático de los puentes de carreteras.
- Solomon S et al. (2007) Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York
- Wright L. et al. 2012, Estimated effects of climate change on flood vulnerability of U.S. bridges, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, DOI: 10.1007/s11027-011-9354-2
- Martínez C., “¿Se reduce el riesgo de desastres en Chile?”. CIGIDEN, octubre 13, 2021
- Aproximación para el Cálculo de Riesgo. (2022). Recuperado 27 de octubre de 2022, de CIIFEN website: <https://ciifen.org/definicion-de-riesgo/>
- Atlas de Riesgos Climáticos. (2020). Recuperado 27 de octubre de 2022, de RCLIM website: <https://arclim.mma.gob.cl/>
- Decreto 1093 que deja sin efecto el Decreto N° 404, de 1998, y aprueba nuevo Reglamento de Montos de Contratos de Obras Públicas, Ministerio de Obras Públicas
- Decreto 48 que deroga Decreto N° 334, de 1984 y sus modificaciones posteriores y aprueba nuevo Reglamento para Contratación de Trabajos de Consultoría, Ministerio de Obras Públicas
- Decreto 75 que deroga Decreto N°15, de 1992, y sus modificaciones posteriores y aprueba Reglamento para Contratos de Obras Públicas, Ministerio de Obras Públicas
- García, M. (1992). Estudio y solución de fallas de la infraestructura de puentes-Curso de Patología de Estructuras. Bogotá D.C., Colombia: Asociación de Ingenieros Civiles de la Universidad Nacional de Colombia.
- ORD.N°1 de 31 de enero de 2023, Ministerio de Hacienda y Ministerio de Desarrollo Social y Familia que Establece Normas, Instrucciones y Procedimientos para el Proceso de Inversión Pública e indica procedimientos especiales para iniciativas de Conservación de Infraestructura Pública