

**Hernán de Solminihac**  
**Joaquín Dagá**  
**Tomás Echaveguren**

[www.clapesuc.cl](http://www.clapesuc.cl)

# Jerarquización de Propuestas de Mejora al Sistema de Concesiones Viales de Chile

*Documento de Trabajo N° 86 (Octubre, 2020)*

**Documento de Trabajo Clapes UC**  
**Pontificia Universidad Católica de Chile**

**Jerarquización de Propuestas de Mejora al Sistema de Concesiones Viales de Chile**  
**Hernán de Solminihac<sup>1</sup>, Joaquín Dagá<sup>2</sup> y Tomás Echaveguren<sup>3</sup>**

**Resumen**

*En este documento se jerarquiza un conjunto de 12 propuestas de mejora al sistema de concesiones viales de Chile, a partir del juicio de 45 actores clave en las asociaciones público-privadas (APP). En primer lugar, a partir de una revisión bibliográfica se define el set de propuestas de mejora, el que fue satisfactoriamente validado por los expertos mediante la aplicación de encuestas. Posteriormente, estas propuestas son jerarquizadas a través del Modelamiento Estructural Interpretativo (ISM), que utiliza el juicio de expertos para descomponer un sistema complicado en sub-sistemas y construir un modelo estructural multinivel fácil de comprender. La aplicación del método ISM permite conocer las relaciones de influencia-dependencia de las propuestas de mejora e identificar las que lideran el sistema. A partir de la aplicación de este método, se obtiene que Definir Lineamientos Transversales entre Instituciones del Estado y Contar con un Plan Estratégico de Infraestructura de Largo Plazo son propuestas de mejora clave e impulsadoras, pues tienen un alto poder de influencia sobre el resto de las propuestas. Al contrario, Planificar Eficazmente los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), Contar con Organismos de Resolución de Controversias (ORC) Eficaces y Definir una Política Tarifaria son propuestas con muy bajo nivel de influencia sobre el resto.*

**Palabras Claves:** *Concesiones Viales, Asociaciones Público-Privadas (APP), Modelamiento Estructural Interpretativo (ISM)*

---

<sup>1</sup> Director de Clapes UC, Profesor Titular, Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>2</sup> Ex investigador de Clapes UC.

<sup>3</sup> Profesor Asociado, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción.

## Abstract

*In this document, a set of 12 proposals to improve the Chilean toll road concession system is hierarchized, based on the judgment of 45 key actors in public-private partnerships (PPPs). First, based on a bibliographic review, the set of improvement proposals is defined, which was satisfactorily validated by the experts through the application of surveys. Subsequently, these proposals are hierarchized through Interpretive Structural Modeling (ISM), which uses expert judgment to decompose a complicated system into sub-systems and build an easy-to-understand multi-level structural model. The application of the ISM method allows knowing the influence-dependency relationships of the improvement proposals and identifying those that lead or control the system. From the application of this method, it is obtained that Defining Transverse Guidelines between State Institutions and Having a Long-Term Strategic Infrastructure Plan are key and driving improvement proposals since they have a high power of influence over the rest of proposals. On the contrary, Effectively Planning Environmental Impact Studies (EIS), Having Effective Dispute Resolution Boards (DRB) and Defining a Toll Policy are proposals with a very low level of influence over the rest.*

**Keywords:** *Road Concessions, Public-Private Partnerships (PPP), Interpretive Structural Modeling (ISM).*

## 1. Introducción

La infraestructura de uso público es un elemento esencial para el desarrollo de una nación. Le brinda competitividad, productividad, integración social y acceso equitativo y no discriminatorio a los beneficios del desarrollo (Consejo de Políticas de Infraestructura, 2013). La infraestructura pública puede proveerse bajo tres modalidades: provisión pública tradicional, asociación público-privada (APP) o privatización. En la provisión pública, un agente privado ejecuta las obras y recibe un pago acordado mediante un contrato, concluyendo el vínculo contractual entre el Contratista y el Estado una vez finalizadas y recibidas las obras. En el caso de la APP, un privado ejecuta las obras, y las mantiene y opera por un plazo determinado en el contrato, para luego transferirlas al Estado. La privatización comprende una transferencia permanente de la infraestructura al agente privado, de manera que éste asuma los riesgos del negocio.

La elección del mecanismo de provisión de infraestructura más conveniente a utilizar dependerá de la existencia de economías de escala, de la facultad de cobro de peajes a usuarios y de si la calidad del servicio es controlable o no. Particularmente, los atributos que hacen conveniente proveer determinadas obras viales interurbanas bajo la modalidad de APP son la existencia de economías de escala, la capacidad de cobro a los usuarios y la posibilidad de medir la calidad del servicio mediante indicadores objetivos (Engel, Fischer y Galetovic, 2014). Asimismo, para este tipo de obras en particular, el empaquetamiento (*bundling*) de las etapas de diseño, construcción, mantenimiento y operación toma especial relevancia en la eficiencia de provisión de infraestructura. Asimismo, se puede introducir competencia mediante licitaciones periódicas, es decir, competencia *por* la cancha y no *en* la cancha (Chadwick, 1859; Demsetz, 1968).

El desarrollo de infraestructura vial interurbana en Chile se ha visto fuertemente impulsado durante los últimos 27 años, gracias al sistema de concesiones de obras públicas. Esta política pública ha permitido dotar al país de una infraestructura estructurante y articuladora del resto de la infraestructura vial. Desde 1993 hasta diciembre 2019, el sistema de concesiones del MOP ha gestionado un total de 98 contratos, de variados tipos de proyectos (viales, obras de riego, infraestructura para transporte público, hospitalaria, edificación pública y aeroportuaria), con una inversión comprometida (materializada y por ejecutar) cercana a los 24 mil millones de dólares. El 52% de la inversión comprometida en concesiones (12 mil millones de dólares en 33 contratos vigentes) corresponde a proyectos de vialidad interurbana, lo que muestra su relevancia en el sistema de concesiones de Chile (MOP, 2020).

En el contexto actual, y a casi 30 años de su inicio, las APP pueden asumir nuevamente un rol protagónico en la agenda nacional, debido al rol activador de la economía de la inversión en infraestructura. Una muestra de ello es la cartera de concesiones 2019-2023, que incluye 49 licitaciones, y una inversión de cerca de 14.100 millones de dólares. En esta cartera predominan los proyectos de vialidad interurbana, con 15 licitaciones y 6.750 millones de dólares de inversión.

La relevancia de la política de APP de Chile y el ambicioso plan quinquenal de licitaciones 2019-2023, motivó al Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Clapes UC) a analizar propuestas de mejora al sistema de

concesiones de obras viales interurbanas de Chile. Así, el objetivo de este documento de trabajo es jerarquizar propuestas de mejora al sistema de APP en Chile desde el punto de vista de los agentes involucrados en las concesiones viales interurbanas, de manera de conocer sus relaciones de interacción e identificar propuestas priorizadas. Para ello se utilizó el Modelamiento Estructural Interpretativo (ISM), el cual permite organizar jerárquicamente un conjunto de elementos (propuestas de mejora) a partir de estas relaciones de interacción (influencia-dependencia), proporcionadas por expertos asociados al sistema de concesiones.

El documento comienza con una descripción del método de jerarquización utilizado (ISM), destacando su aplicación en distintos ámbitos, incluyendo las asociaciones público-privadas. Posteriormente, se presenta la formulación del modelo de jerarquización de propuestas de mejora al sistema de concesiones viales, definiendo el conjunto de propuestas jerarquizadas y su validación por parte de 45 actores clave. Finalmente, se presentan y analizan los resultados de la jerarquización de propuestas de mejoras al sistema de APP viales en Chile.

Esperamos que este estudio sirva de insumo para el diseño e implementación de mejoras al sistema de concesiones de Chile. La jerarquización efectuada en el presente documento permite conocer las relaciones entre las propuestas de mejora del sistema de concesiones viales, e identificar cuáles lideran o gobiernan el sistema y cuáles son las más dependientes. La implementación de las propuestas *drivers* permitiría mejorar el proceso de inversión en infraestructura vial a través de APP en Chile.

## **2. Modelamiento Estructural Interpretativo (ISM) como Método de Jerarquización**

### **2.1 Descripción General del Método**

El Modelamiento Estructural Interpretativo (ISM) es un procedimiento de estructuración que utiliza juicio de expertos para descomponer un sistema complejo en sub-sistemas, y construir un modelo estructural multinivel fácil de comunicar y comprender. De manera similar, Malone (1975) define el método ISM como la aplicación sistemática de nociones elementales de la teoría de grafos para jerarquizar elementos de manera eficiente a partir de relaciones contextuales de influencia-dependencia.

El método ISM puede utilizarse para la toma de decisiones tanto a nivel estratégico como operacional. A nivel estratégico puede usarse para la planificación a largo plazo, por ejemplo. Para decisiones operacionales, permite estructurar diseño de procesos, problemas de ingeniería, diseño de productos, operaciones financieras o recursos humanos, entre otros.

Attri, Dev y Sharma (2013) estudiaron los campos de aplicación del método ISM en base a revisión bibliográfica. Aquí se presentan algunas aplicaciones:

- Iyer y Segheer (2010) utilizaron el método ISM para jerarquizar y categorizar los principales riesgos presentes en asociaciones público-privadas en India, considerando su grado de influencia y dependencia.

- Jha y Devaya (2008) estructuraron 14 factores internacionales de riesgo en proyectos de construcción a partir de la revisión de la literatura y la interacción con expertos de la industria.
- Mandal y Deshmukh (1994) analizaron los criterios importantes en el proceso de selección de proveedores, mostrando las interrelaciones de los criterios y sus diferentes niveles.
- Sharma, Gupta y Sushil (1995) aplicaron ISM para jerarquizar las acciones necesarias para alcanzar los objetivos futuros de la gestión de residuos en India.
- Ravi, Shankar y Tiwari (2005) emplearon este método para determinar las variables claves de logística que la alta dirección debería enfocar para mejorar la productividad y el rendimiento de las cadenas de suministro de hardware.
- Saxena, Sushil y Vrat (1990) identificaron las variables claves para el caso de conservación de energía en la industria cementera de India.
- Faisal, Banwat y Shankar (2007) aplicaron este enfoque para jerarquizar diversos riesgos de información que podrían afectar a una cadena de producción, desarrollando además un marco conceptual para cuantificarlos y mitigarlos.

El método ISM aplicado a la asociación público-privada de proyectos viales de Chile permite estructurar jerárquicamente potenciales medidas de mejora al sistema de concesiones viales. Mediante la definición de relaciones contextuales por parte de expertos o actores clave, este método permite jerarquizar las distintas medidas propuestas, de manera de identificar las medidas críticas, las más influyentes y las más dependientes en el contexto de concesiones viales. Así, se pueden identificar las propuestas *drivers* del sistema, de modo tal que, si se implementan, las más dependientes se aplican de manera automática, debido a la acción de la solución *driver*.

## 2.2 Proceso de Jerarquización y Resultados del Modelo ISM

Para aplicar el método ISM, se debe comenzar por identificar y definir los elementos a jerarquizar. En el contexto este estudio, se establece y define el conjunto de propuestas de mejora al sistema de APP que serán posteriormente jerarquizadas.

Luego, a partir de la aplicación de encuestas a expertos, se establecen las relaciones de influencia y dependencia entre las distintas propuestas que componen el conjunto inicial de elementos, mediante la construcción de una Matriz Adyacente, que posee entradas binarias (0 o 1) en función del tipo de relación entre elementos. Posteriormente, a través de un análisis matricial se partitionan los elementos en distintos niveles, estableciendo así la estructura jerárquica del sistema. La Figura 1 muestra un ejemplo de aplicación del método ISM para la jerarquización de riesgos en concesiones viales en India (Iyeer y Segheer, 2010).

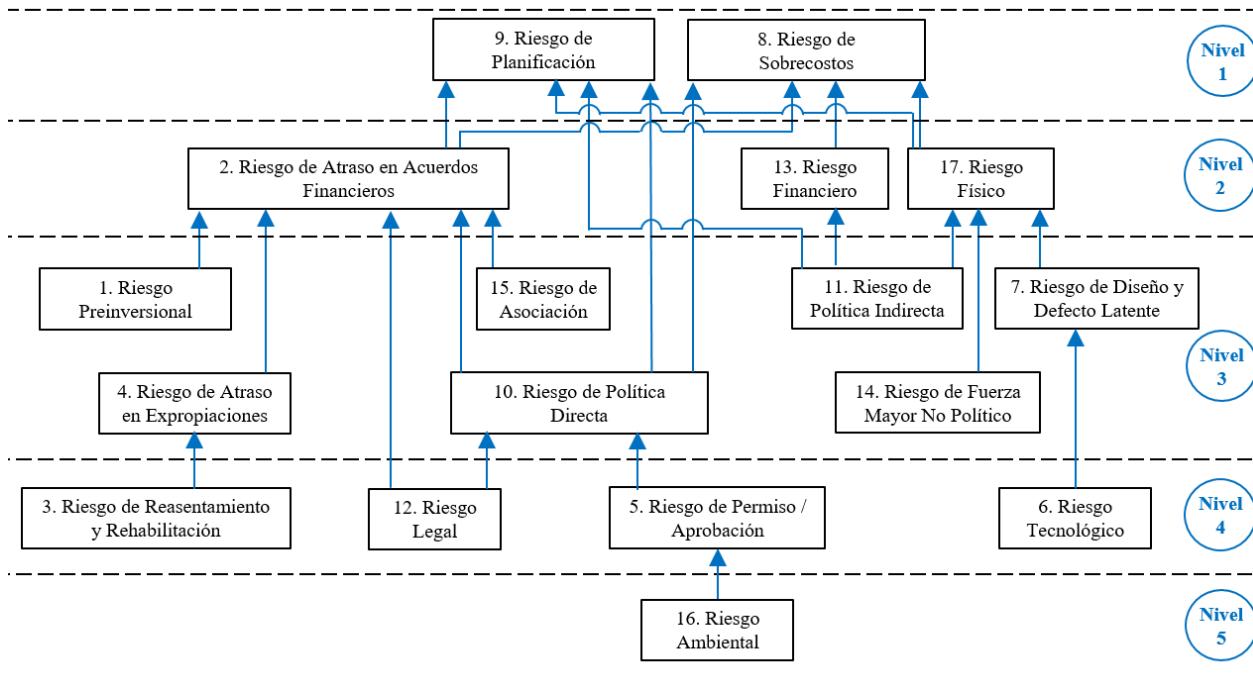


Figura 1. Jerarquización de riesgos en concesiones viales en India mediante el método ISM.

Fuente: Iyer y Segheer (2010).

De manera complementaria a la elaboración del grafo jerarquizado de elementos, a partir del análisis matricial también resulta posible categorizar los elementos bajo estudio según su poder de influencia y su poder de dependencia. Este análisis es llamado MICMAC (*Matrice d'Impacts Croises-Multiplication Appliquée an Classment*), y permite identificar los factores que impulsan o influyen de mayor forma el sistema en varias categorías. También permite identificar los elementos más dependientes de los demás factores considerados en el estudio.

Dentro de la categorización de elementos que permite el análisis MICMAC, Ahmed y Panwar (2014) definen 4 conjuntos en función de su poder de influencia y de dependencia:

- i. Elementos de enlace: factores que tienen un alto poder de influencia y un alto poder de dependencia. Los elementos de enlace también son llamados elementos críticos, ya que estos son altamente inestables debido a que cualquier acción sobre estos producirá efectos sobre otros elementos. Además, son sensibles ante variaciones que se generen en otros factores.
- ii. Elementos independientes o impulsores: se caracterizan por tener un alto poder de influencia sobre los demás factores, pero un bajo o débil poder de dependencia. De esta forma, al igual que en el caso anterior, variaciones en estos elementos pueden producir importantes cambios en el sistema.
- iii. Elementos autónomos: factores que tienen tanto un bajo poder de influencia como un bajo poder de dependencia, por lo que se considera que están relativamente desconectados del sistema.

- iv. Elementos dependientes: factores que poseen un bajo poder de influencia y alto poder de dependencia. Por lo tanto, si estos elementos varían, no se producen grandes cambios en resto del sistema. Por otro lado, estos elementos son altamente sensibles ante cambios en otros elementos del sistema.

En el Anexo 1 se muestra el procedimiento de aplicación del modelo ISM. También se muestra gráficamente el análisis MICMAC. La secuencia de pasos de aplicación del ISM y MICMAC se ilustra mediante un ejemplo práctico.

### **3. Formulación del Modelamiento Estructural Interpretativo de Propuestas al Sistema de Concesiones Viales**

La aplicación del método ISM se basa en el juicio de expertos. La formulación del modelo comienza con la definición de un conjunto de propuestas de mejoras al sistema de concesiones viales a jerarquizar. Para ello se realizó una revisión bibliográfica de factores clave en proyectos de APP. El conjunto de propuestas de mejora preliminar se validó mediante una encuesta a expertos del sistema de concesiones chileno. Luego se aplicó otra encuesta a los mismos expertos, en la que se consultó a cada encuestado las relaciones de influencia existentes entre las distintas propuestas de mejora. Ambos cuestionarios se presentan en el Anexo 2.

Posteriormente, los resultados de las encuestas se integran en la Matriz Adyacente que refleja las relaciones binarias de influencia entre elementos del grupo de expertos. Tras un análisis matricial (ver Anexo 1) se jerarquizan las propuestas de mejora y se categorizan según su poder de influencia y dependencia usando el método MICMAC. Finalmente, se analizan los resultados obtenidos. En la Figura 2 se muestra el proceso adoptado para este estudio.

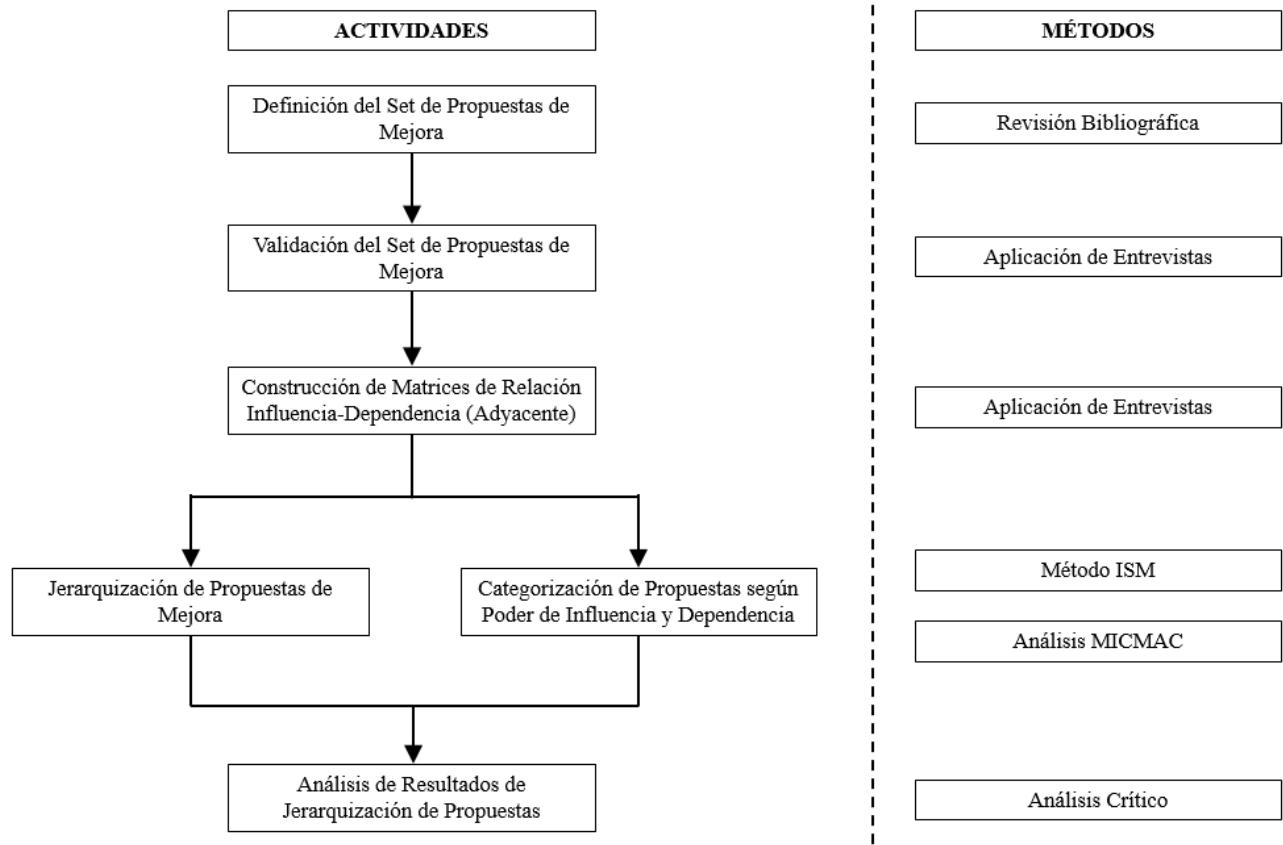


Figura 2. Metodología de trabajo para la jerarquización de propuestas de mejora al sistema de concesiones viales.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1 Definición del Conjunto de Propuestas de Mejora al Sistema de Concesiones Viales

El conjunto de propuestas de mejora al sistema de APP a jerarquizar se define a partir de una revisión bibliográfica y de la validación con expertos. Osei-Kyei y Chan (2015) identificaron los principales factores de éxito (*key factors*) de un proyecto de APP a nivel internacional. A partir de los resultados de Osei-Kyei y Chan (2015) y De Solminihac, Dagá y Echaveguren (2019) se definieron 12 propuestas de mejora a jerarquizar: (1) Aumentar Recursos a Ingeniería Referencial; (2) Mejorar Mecanismos de Captura de Expectativas de Comunidades; (3) Planificar Eficazmente las Expropiaciones; (4) Mejorar Calidad de Antecedentes Entregados; (5) Planificar Eficazmente los Estudios de Impacto Ambiental; (6) Aumentar Recursos a Difusión de Información de Proyectos; (7) Mejorar Mecanismos de Flexibilidad de Contratos; (8) Contar con Organismos de Resolución de Controversia Eficaces; (9) Asumir Rol de Socios en la Alianza Público-Privada; (10) Definir Política Tarifaria; (11) Definir y Articular Lineamientos Transversales entre Instituciones del Estado; (12) Contar con Plan Estratégico de Infraestructura de Largo Plazo.

### **a) Aumentar Recursos a Ingeniería Referencial**

Actualmente, la mayoría de los contratos de concesión vial en Chile se licitan bajo la modalidad DBOT (*Design, Build, Operate and Transfer*), en la que la Sociedad Concesionaria debe realizar la ingeniería de detalle, ejecutar las obras, y luego mantenerlas y operarlas. Para el desarrollo del diseño (ingeniería de detalle), la Dirección General de Concesiones (DGC) del MOP le hace entrega al Concesionario de un anteproyecto referencial.

Una de las propuestas de mejora al sistema de concesiones viales de Chile es el aumento de recursos en el proceso de desarrollo de la ingeniería referencial. Esto implica focalizar los esfuerzos en la etapa preinversional, tanto en el análisis de alternativas a desarrollarse en la prefactibilidad (Fase I) como en el desarrollo del anteproyecto de la factibilidad (Fase II). Para el caso de las iniciativas de origen público, el MOP contrata Estudios Integrales<sup>4</sup> que incluyen dentro de su alcance el desarrollo de la ingeniería referencial o anteproyecto. Para las iniciativas privadas, el mismo Proponente del proyecto desarrolla el anteproyecto junto con los otros estudios (de pavimentos, de expropiaciones, de demanda, evaluación social, territoriales, entre otros), tanto en la Fase I como en la Fase II.

Esta medida podría contribuir a mejorar el diseño de los proyectos, y con ello ejecutar proyectos más eficientes en cuanto a su rentabilidad privada y social. Asimismo, podría ayudar a identificar de mejor manera la demanda de tránsito y clima en la conceptualización del proyecto, mitigando en parte el riesgo de futuras modificaciones de contratos, principalmente en la fase de construcción. En conclusión, disponer de mejores estudios permite evaluar mejor los proyectos y sus externalidades, e incorporar la incertidumbre, es decir, estimar con mayor precisión los eventuales sobre-costos.

### **b) Mejorar Mecanismos de Captura de Expectativas de Comunidades**

Todo proyecto de inversión surge a partir de la identificación de un problema o necesidad de la sociedad y sus comunidades. Por lo tanto, la formulación del proyecto, es decir, las alternativas a evaluar en cuanto al tamaño, localización y tecnología, deben alinearse con el problema identificado y el diagnóstico (déficit) que lo sustenta (MIDEPLAN, 1992). No obstante, en la práctica, muchas veces el problema identificado por la Agencia encargada del desarrollo del proyecto no se condice con las expectativas de las comunidades y población objetivo. Por lo tanto, las obras públicas concesionadas pueden no generar los beneficios sociales que esperaban algunas comunidades y también pueden significar un costo social importante para otras comunidades.

Los mecanismos de captura de expectativas de comunidades y la participación ciudadana han tomado gran relevancia en el sistema de APP viales de Chile en los últimos años, lo que demuestra la relevancia de ámbito en el desarrollo de proyectos sustentables. Una muestra de la mayor

---

<sup>4</sup> Consultorías que contrata el MOP, que cubren aspectos como ingeniería básica, estudios de pavimentos, diseño del anteproyecto y expropiaciones, estudios de demanda y evaluación social, estudios territoriales con participación ciudadana, asuntos indígenas y ambientales, entre otros.

incidencia de las comunidades en la toma de decisiones es la promulgación de la Ley Sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública (Ley N° 20.500, 2011).

Sin perjuicio de estos avances, se debe trabajar en fortalecer aún más las participaciones territoriales en los proyectos concesionados, especialmente en etapas tempranas, es decir, en la conceptualización del proyecto. Se debe fomentar, mediante guías y manuales, que las comunidades involucradas asistan a estas instancias de manera oportuna. De lo contrario, los conflictos y problemas se manifiestan en el diseño, construcción o explotación del proyecto, instancias en que los costos de efectuar cambios son mayores. En esta línea, se destaca el documento elaborado por la DGC del MOP denominado “Guía para la Gestión Participativa de Obras Concesionadas del MOP” y el “Manual de Fortalecimiento de la Participación”, los que recogen la experiencia acumulada e incorporar una participación temprana de las comunidades.

#### **c) Planificar Eficazmente las Expropiaciones**

La tercera propuesta de mejora al sistema de concesiones viales de Chile consiste en mejorar la planificación de expropiaciones. Para la materialización del proyecto, el MOP debe expropiar los terrenos que correspondan según el diseño geométrico de la vía, siguiendo el proceso establecido en la Ley Orgánica de Procedimiento de Expropiaciones (Ley N° 2.186, 1978), o bien el Concesionario adquiere los terrenos de manera directa. El proceso de expropiación se basa en la tasación del terreno realizada por una comisión de tres peritos tasadores independientes, y en los Antecedentes de Expropiaciones elaborados por la Sociedad Concesionaria.

Un proceso de expropiación de terrenos eficiente permite mitigar el riesgo del proyecto en su etapa de construcción. Ello conlleva una mayor rentabilidad del proyecto, pues se evitan atrasos y mayores costos en la construcción. Asimismo, se adelanta la Puesta en Servicio Provisoria (PSP), con lo que se adelanta también el cobro de peajes y los beneficios sociales percibidos por los usuarios. Para la implementación de esta medida deben contribuir tanto el Concesionario como el Estado, pues, dependiendo de lo establecido en las Bases de Licitación del proyecto, ambas partes juegan un rol en la definición de los terrenos a expropiar y en la preparación y revisión de los Antecedentes de Expropiaciones. Actualmente, el riesgo asociado a las expropiaciones está regulado en las Bases de Licitaciones, asignándolo a la parte que mejor puede soportarlo.

#### **d) Mejorar Calidad de Antecedentes Entregados**

Bajo el modelo de DBOT el proyecto se licita con antecedentes referenciales que sirven para que el licitante estudie el proyecto haga una oferta. Dentro de estos antecedentes se encuentran la ingeniería básica, los estudios de demanda, el estudio de expropiaciones, el diseño geométrico, los estudios de pavimentos, el anteproyecto referencial, entre otros. Todos estos estudios son parte de la etapa preinversiones, y son contratados por el MOP a diversos consultores.

La propuesta de mejora corresponde a la mejora de la calidad de los antecedentes referenciales entregados por el MOP a los licitantes, mediante el desarrollo de estudios preinversiones (Estudios Integrales) que cuenten con una programación eficaz, unas Bases de Consultoría (BACO) alineadas con los objetivos y una contraparte técnica robusta. Esto permitiría a los licitantes estimar con

mayor certidumbre los ingresos y costos de la concesión, permitiéndoles obtener evaluaciones con menos incertidumbre. A medida que aumenta la calidad de los estudios preinversionales se mitiga, en parte, los riesgos asociados a la demanda<sup>5</sup>, y a los costos de construcción y mantenimiento, lo que se traduce en ofertas más competitivas. Cabe destacar que los licitantes utilizan esta información de referencia para complementarla con sus estudios preliminares, y así realizar estimaciones y evaluaciones para presentar así su oferta. Asimismo, la mejor calidad de los antecedentes contribuye a que el proyecto requiera de menos garantías para el Concesionario.

#### **e) Planificar Eficazmente los Estudios de Impacto Ambiental**

Los proyectos viales concesionados deben cumplir con la normativa ambiental vigente en Chile, implementando medidas que disminuyan significativamente su impacto ambiental en las etapas de construcción y explotación. Las obligaciones ambientales implican riesgos relevantes, pues los proyectos muchas veces son licitados sin Resolución de Calificación Ambiental (RCA). Esto implica que el Concesionario debe elaborar Consultas de Pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y elaborar Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y/o Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), lo que implica potenciales impactos en el régimen económico del contrato debido a los costos adicionales de mitigación de impactos ambientales.

Es así como una propuesta de mejora es avanzar en una eficaz planificación de los EIA y/o DIA, con el objetivo de que la obtención de la RCA no sea parte de la ruta crítica del proyecto. Para ello se debe avanzar en un proceso de evaluación ambiental más ágil tanto para el Estado como para el privado. Además, el MOP específicamente debe avanzar en su labor de definición y estimación de plazos, tareas, costos y responsables, con el objetivo de que ese riesgo ambiental lo soporte la parte idónea del contrato, es decir, la que pueda llevarlo a cabo de mejor manera.

Asimismo, sin perjuicio de los avances llevados a cabo por el MOP en materia de gestión ambiental de proyectos, como es la implementación de la metodología Envision<sup>6</sup>, se debe trabajar aún más desde etapas tempranas, mediante la actualización de los manuales de manejo ambiental, el mejoramiento de la gestión de residuos, la homologación de mitigación del impacto acústico, etc. Esta medida debe complementarse con una revisión y modernización de la regulación ambiental vigente.

#### **f) Aumentar Recursos a Difusión de Información de Proyectos**

Los usuarios de proyectos viales concesionados no necesariamente conocen los aspectos técnicos y económicos de los proyectos y contratos. Sin perjuicio de que el MOP aplica a encuestas a usuarios, y en el mundo se usan las RUS (*Road User Surveys*) como mecanismo de evaluación de proyectos por el lado de usuario, muchos ciudadanos no conocen las condiciones económicas del contrato, el modelo de negocio, los beneficios y costos sociales y privados, entre otros atributos.

---

<sup>5</sup> Este riesgo se mitiga en parte con las garantías establecidas en las Bases de Licitación y el mecanismo de Ingreso Total de Concesión (ITC).

<sup>6</sup> Sistema de calificación y guía orientadora que introduce consideraciones de sustentabilidad en los proyectos de infraestructura, mediante la evaluación de los proyectos en función del valor que tiene para las comunidades, el uso eficiente de recursos y la contribución a las condiciones ambientales.

Asimismo, no conocen el proceso de conformación y definición de las tarifas de cobro de cada tramo concesionado, el cual se basa en un análisis financiero y económico. Esta falta de información genera muchas veces disconformidad de los usuarios y constantes cuestionamientos al sistema de concesiones viales.

Una propuesta corresponda a aumentar recursos y buscar otros mecanismos para la difusión de los atributos de los proyectos viales concesionados a toda la ciudadanía, especialmente a los usuarios. La medida consiste en otorgar información transparente y oportuna a la ciudadanía de los proyectos financiados mediante APP. A través de esta medida, se busca que el usuario de las vías concesionadas, conozca los costos y beneficios del proyecto. El objetivo final de esta propuesta es informar a los usuarios, y así validar el sistema de concesiones como mecanismo de provisión de infraestructura que le brindará un servicio a la ciudadanía.

#### **g) Mejorar Mecanismos de Flexibilidad de Contratos**

Los contratos de concesiones establecen la distribución de riesgos del proyecto entre el privado y el Estado a lo largo del período de concesión. El contrato busca que cada riesgo sea asignado a la parte que esté más capacitada para soportarlo. Sin perjuicio de los esfuerzos que haga la Agencia (MOP) por mitigar riesgos, al momento de licitar un proyecto concesionado aun persisten ciertos riesgos que pueden originar y requerir modificaciones de contratos. Entre las fuentes de riesgo se destaca que la ingeniería referencial no es perfecta, existen incertezas dependientes de otras instituciones (rescates arqueológicos, ambientales, otros) o modificaciones a los proyectos por necesidades de las comunidades, entre otros. La asignación de estos riesgos cobra mayor relevancia y nivel de dificultad en el caso de las APP, por sobre la provisión tradicional de infraestructura de uso público, pues los contratos de concesiones son de largo plazo. Las Bases de Licitación asignan estos riesgos según las estimaciones efectuadas en el estudio preinversionales y la capacidad de las partes de poder soportar dichos riesgos. No obstante, estas estimaciones pueden ser erradas o variar significativamente durante el diseño, construcción y/u operación del proyecto.

Mejorar los mecanismos de flexibilidad de contratos facilitaría al Estado adaptar el proyecto adecuadamente en función de las cambiantes y dinámicas condiciones del sistema, previo conocimiento y acuerdo bilateral comunitativo con el privado. Un ejemplo de un mecanismo de flexibilidad de contrato es el plazo variable en función de los ingresos de la concesión en valor presente (Valor Presente de los Ingresos, VPI). Estos mecanismos deben ser incorporados al diseñar el contrato, y deben estar orientadas a las potenciales modificaciones que conllevan mejoras en las etapas de construcción y operación. Asimismo, considerando el rol de planificador de la infraestructura en el territorio del Estado, resulta relevante el mecanismo de la adquisición de la concesión por parte del Estado, en cualquier etapa y a un valor justo, objetivo y medible, lo cual debe estar regulado en las Bases de Licitación.

#### **h) Contar con Organismos de Resolución de Controversia Eficaces**

Los Organismos de Resolución de Controversias (ORC) son un mecanismo que busca solucionar conflictos en etapas tempranas, previas a tribunales de justicia. El objetivo de los ORC es buscar

un sistema de conciliación paritario, de alta calidad técnica y especializada (Rufián, 1999). El ORC para el caso de Chile es definido en la Ley de Concesiones de Obras Públicas (Decreto N° 900, 1996) como Panel Técnico, y tiene por objetivo considerar y analizar discrepancias técnicas o económicas entre las partes durante la ejecución del contrato. Las recomendaciones del Panel Técnico ante estas discrepancias no tienen carácter vinculante para las partes del contrato, teniendo el Concesionario la facultad de apelar posteriormente a la Comisión Arbitral o Corte de Apelaciones.

La presente propuesta de mejora al sistema de concesiones viales corresponde a mejorar los actuales ORC, aumentando la relevancia y valoración del Panel Técnico. El MOP (2016) recomienda que el Panel no solo realice recomendaciones frente a una discrepancia contractual, sino que también cuando alguna de las partes (Estado y/o Concesionario) requiera de la opinión de una institución calificada sobre el tema. MOP (2016) también recomienda extender el plazo que tiene el Panel Técnico para emitir su recomendación (30 días corridos, prorrogables por una vez).

#### **i) Asumir Rol de Socios en la Alianza Público-Privada**

Los contratos de concesiones son una alianza de largo plazo entre el Estado y una empresa privada para el desarrollo de servicios de infraestructura de uso público, mediante una eficiente asignación de riesgos entre las partes de la concesión. Esta asociación entre el sector público y el privado se formaliza mediante un contrato de concesión, el cual establece los deberes y derechos de cada actor. En este contexto, resulta relevante que ambas partes, el Estado y la Concesionaria, trabajen de manera armonizada y visualicen el contrato como una alianza con objetivo común: la provisión de servicios de infraestructura de uso público de calidad y eficiente.

Esta propuesta al sistema de APP viales de Chile corresponde a inducir un mayor nivel de involucramiento e injerencia de ambas partes en esta sociedad de largo plazo, y asumir un rol de socio en la alianza. Se deben diseñar e implementar mecanismos para que el sector público no adopte un rol de mandante tradicional, ni el sector privado una función de contratista tradicional. Esto permitiría que se alineen los objetivos e intereses de ambas partes de la sociedad, y el proyecto brinde un mejor servicio a los usuarios y a un menor costo. Asimismo, contribuiría a evitar tensiones en las relaciones contractuales.

#### **j) Definir Política Tarifaria**

Actualmente, la estructura tarifaria de las concesiones viales interurbanas de Chile se realiza proyecto a proyecto, y no está estandarizada en todo el territorio. A excepción de la Ruta 5, en que se han implementado política de equidad territorial entre Caldera y Pargua, la tarificación se realiza proyecto a proyecto en función de la rentabilidad privada del mismo, y no considera una visión integral de la red. En este contexto, una propuesta de mejora es diseñar e implementar una política tarifaria para la Ruta 5 y Rutas Transversales.

La política tarifaria a definir debe abordar de manera conjunta tres lineamientos: (1) “el que usa paga”<sup>7</sup>, (2) equidad territorial y (3) equidad intergeneracional. El primero corresponde a que los usuarios que se benefician del uso de la infraestructura son quienes deben aportar con su financiamiento mediante el pago de una tarifa. El segundo lineamiento tarifario consiste en que los tramos que tienen mayor demanda subsidien los tramos de menor demanda, de manera de mantener el estándar en la red concesionada. Finalmente, la equidad intergeneracional tiene por objetivo que en el proceso de definición tarifaria se reconozca el valor residual de la infraestructura al finalizar la concesión, así como también las externalidades del proyecto a las futuras generaciones. Dado que la inversión que se realiza durante una concesión generalmente tiene un valor remanente distinto a cero al final del periodo, los siguientes usuarios también deben soportar parte de los costos de inversión en el pago de su tarifa.

#### **k) Definir y Articular Lineamientos Transversales entre Instituciones del Estado**

El desarrollo y grado de éxito de los proyectos viales bajo el sistema de concesiones depende del actuar de un conjunto de instituciones del Estado. En todo su ciclo de vida, y especialmente en las etapas preinversiones, son diversas las entidades públicas que están involucradas en una concesión. Por ejemplo, para la licitación de una concesión vial se debe definir previamente el proyecto en función de la planificación del Ministerio de Obras Públicas, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, de las Estrategias de Desarrollo Regional y de los Planes de Ordenamiento Territorial, entre otros. Asimismo, en muchos casos los proyectos deben ser sometidos a análisis y evaluaciones por parte de la Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), respecto de la modelación de transporte; la División de Evaluación Social de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), respecto de la evaluación social; el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), respecto del impacto ambiental; la Dirección de Presupuestos (DIPRES) del Ministerio de Hacienda, respecto de la rentabilidad privada y los impactos en el presupuesto de la nación (subsidios, pasivos contingentes, etc.); entre otras instituciones.

En este contexto, una propuesta de mejora al sistema de concesiones corresponde a la definición de ejes transversales de trabajo entre las distintas instituciones estatales involucradas en el desarrollo de los proyectos de concesiones viales de Chile. La medida comprende la articulación y coordinación continua y oportuna de las entidades involucradas, asumiendo y delimitando claramente el alcance de su trabajo. Esta coordinación permite mitigar, en parte, riesgos asociados a cambios de diseño, conflictos contractuales, atrasos y con ello mayores costos sociales y privados.

#### **I) Contar con Plan Estratégico de Infraestructura de Largo Plazo**

Esta propuesta de mejora guarda relación con el desacoplamiento del ciclo político de la planificación y ejecución de proyectos. La propuesta comprende el diseño e implementación de un plan estratégico de infraestructura de largo plazo (50 años o más), que establezca los principales

---

<sup>7</sup> En otros países la tarifa base internaliza los costos ambientales y se usa como desincentivo al uso de los proyectos para algunas clases de vehículos, es decir, corresponde a una tarificación por uso efectivo.

lineamientos asociados al desarrollo de la infraestructura en el país. Dicho plan debe ser diseñado con una mirada integral del territorio nacional, proyectando los crecimientos de demanda de pasajeros y carga entre ciudades, puertos y aeropuertos, y debe reflejar el futuro que queremos para nuestro país en materia de movilidad y recursos hídricos en el largo plazo.

Los proyectos de infraestructura son de largo plazo y están sometidos a distintas fuentes de incertidumbre que pueden variar su definición, alcance y momento de ejecución. Sin perjuicio de estos posibles cambios, resulta relevante contar con un plan estratégico, desacoplado del ciclo político, que sirva de guía para el desarrollo de la infraestructura en el territorio. Asimismo, esto se puede ver complementado con un plan quinquenal, basado en el plan de largo plazo, que se ajuste año a año en función de las nuevas circunstancias. Esto último ya está establecido en la Ley que Crea la Dirección General de Concesiones de Obras Públicas (Ley N° 21.044, 2017).

### **3.2 Validación del Conjunto de Propuestas de Mejora y Construcción de Matriz Adyacente**

Como se señaló, la aplicación del método ISM para la jerarquización de propuestas se basa en la aplicación de cuestionarios a expertos. En primer lugar, los elementos a jerarquizar (propuestas) son validados por los expertos mediante la encuesta de la Figura 9 (Anexo 2). Luego, las Matrices Adyacentes, que reflejan las relaciones entre elementos, son construidas por los mismos expertos a través de la encuesta de la Figura 10 (Anexo 2).

Ambos cuestionarios fueron aplicados a 45 actores clave en el sistema de concesiones viales en Chile, agrupados en 4 conjuntos dependiendo del rol que ha desempeñado el individuo en la APP: (1) Dirección General de Concesiones (DGC) y Consejo de Concesiones; (2) Gobierno Central; (3) Concesionarios y Asociación de Concesionarios de Obras de Infraestructura Pública A.G. (COPSA); (4) Consultores, Bancos de Financiamiento y Consejo de Políticas de Infraestructura (CPI). En la Tabla 1 se presenta la información principal de cada grupo de expertos. En el Anexo 3 se presenta el nombre, grupo, cargo y años de experiencia de los 45 expertos encuestados.

Tabla 1. Grupos de actores claves encuestados.

Fuente: Elaboración propia.

Grupo de Expertos	Institución	Cantidad de Encuestados	Años de Experiencia en APP
DGC y Consejo de Concesiones	Dirección General de Concesiones (DGC)	8	19
	Consejo de Concesiones	4	15
Gobierno Central	Ministerio de Obras Públicas (MOP)	8	15
	Ministerio de Hacienda (MH)	2	4
	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT)	1	5
Concesionarios y COPSA	Empresas Concesionarias	8	19
	COPSA A.G.	2	10
Consultores, Banca y CPI	Consultores	7	19
	Banca e Instituciones Financieras	3	9

El grupo de expertos encuestados tiene una experiencia media en el sistema de APP de 16 años. El grupo DGC y Consejo de Concesiones tiene un promedio de experiencia en APP de 18 años, el grupo Gobierno Central 12 años, el grupo Concesionarios y COPSA 17 años y el grupo Consultores, Banca y CPI, 15 años.

#### 4. Resultados de la Jerarquización de Propuestas al Sistema de Concesiones Viales

##### 4.1 Validación del Conjunto de Propuestas de Mejora

El cuestionario a expertos tuvo por objetivo validar el conjunto de 12 propuestas de mejora al sistema de concesiones viales identificado en la literatura. El cuestionario consideró preguntas dicotómicas (sí o no) para cada propuesta. De este modo, cada experto respondió si cada propuesta correspondía o no a una medida de mejora para el sistema de concesiones viales de Chile. En la Figura 3 se resumen los resultados de la encuesta, presentándose el porcentaje de expertos que manifestaron estar de acuerdo o en desacuerdo con cada propuesta de mejora.

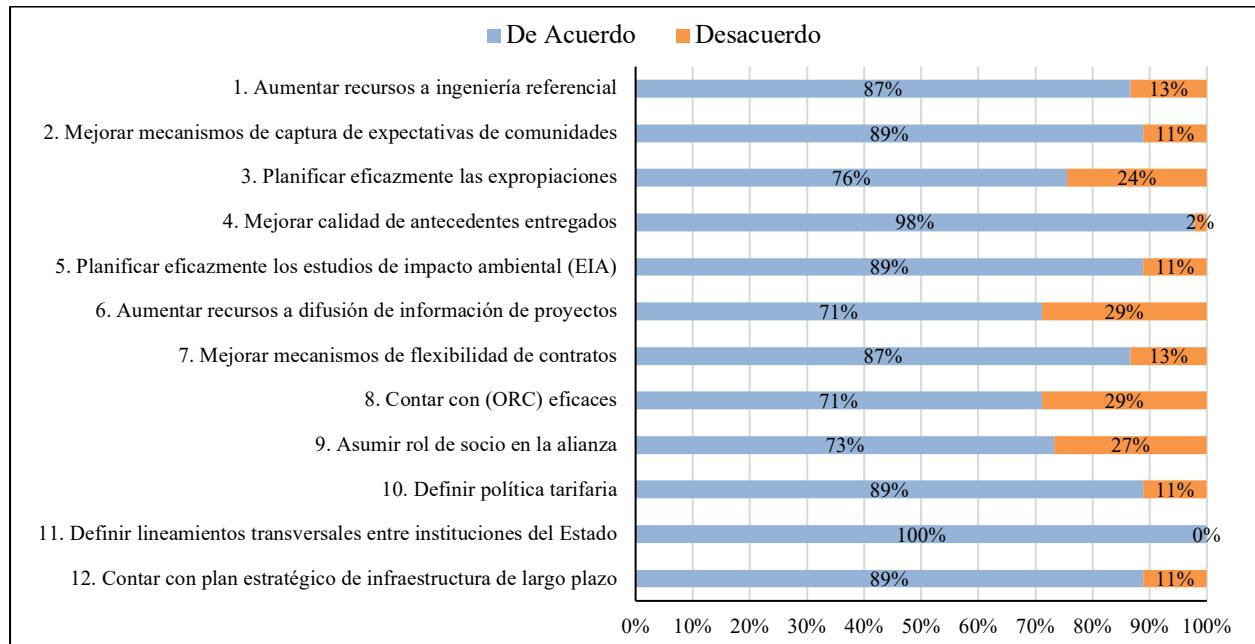


Figura 3. Resultados de la validación del conjunto de propuestas de mejora a jerarquizar.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se observa que las 12 medidas que componen el modelo, cuentan con una aprobación mayor al 70% por parte de los 45 expertos encuestados. Las propuestas de menor grado de aprobación son Aumentar Recursos a Difusión de Información de Proyectos y Contar con Organismos de Resolución de Controversias (ORC) Eficaces, ambas con 71%. Resalta además que el 100% de los encuestados manifestó estar de acuerdo en que “Definir Lineamientos Transversales entre Instituciones del Estado” corresponde a una medida de mejora al sistema de APP viales de Chile.

## 4.2 Jerarquización de las Propuestas de Mejora

A partir de la encuesta a expertos se obtuvo la Matriz Adyacente, y luego, a partir del análisis matricial detallado en el Anexo 1 se determinó la Matriz de Accesibilidad. El Conjunto de Accesibilidad y el Conjunto de Antecedentes obtenidos se observan en la Tabla 2. Cabe destacar que el Conjunto de Accesibilidad de la propuesta  $s_i$  está compuesto por las propuestas  $s_j$  que son alcanzables, directa o indirectamente, por el elemento  $s_i$ ; y el Conjunto de Antecedentes de la propuesta  $s_i$  está dado por todas las propuestas  $s_j$  que pueden alcanzar o acceder a la propuesta  $s_i$ .

Tabla 2. Conjuntos de accesibilidad y antecedentes para las propuestas de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Nº	Propuesta de Mejora Identificada	Conjunto de Accesibilidad	Conjunto de Antecedentes
1	Aumentar recursos a ingeniería referencial	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 11, 12
2	Mejorar mecanismos de captura de expectativas de comunidades	2, 3, 4, 5	1, 2, 4, 6, 11, 12
3	Planificar eficazmente las expropiaciones	3, 5	1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12
4	Mejorar calidad de antecedentes entregados	2, 3, 4, 5	1, 2, 4, 6, 11, 12
5	Planificar eficazmente los estudios de impacto ambiental (EIA)	5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12
6	Aumentar recursos a difusión de información de proyectos	2, 3, 4, 5, 6	1, 6, 11, 12
7	Mejorar mecanismos de flexibilidad de contratos	3, 5, 7, 8, 9	7, 9, 11, 12
8	Contar con organismos de resolución de controversias (ORC) eficaces	8	7, 8, 9, 11, 12
9	Asumir rol de socio en la alianza	3, 5, 7, 8, 9	7, 9, 11, 12
10	Definir política tarifaria	10	10, 11, 12
11	Definir lineamientos transversales entre instituciones del Estado	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	11, 12
12	Contar con plan estratégico de infraestructura de largo plazo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	11, 12

Luego se procedió a la partición por niveles de las propuestas identificadas, siguiendo el procedimiento descrito en el Anexo 1. En la Tabla 3 se presentan los niveles de jerarquía de cada propuesta de mejora. Posteriormente, se elaboró un grafo jerarquizado de las propuestas de mejora, el que refleja gráficamente la relación entre cada uno de los elementos analizados, junto con sus niveles jerárquicos. El grafo jerarquizado permite a los *stakeholders* interpretar visualmente las relaciones entre las propuestas mejora. Para su elaboración, los elementos del nivel superior (Nivel I) se sitúan en la parte superior del grafo, los elementos del segundo nivel (Nivel II) se colocan en la segunda posición y así sucesivamente, hasta que el nivel inferior se coloca en la posición más baja en el grafo. El grafo jerarquizado de las propuestas de mejora del sistema de concesiones viales se presenta en la Figura 4.

Tabla 3. Resultados de la partición de niveles de propuestas de mejora identificadas.

Fuente: Elaboración propia.

Nivel	Propuesta de Mejora Identificada									
Nivel 1					5.Planificar eficazmente los estudios de impacto ambiental (EIA)			8.Contar con organismos de resolución de controversias (ORC) eficaces		10.Definir política tarifaria
Nivel 2			3.Planificar eficazmente las expropiaciones							
Nivel 3		2.Mejorar mecanismos de captura de expectativas de comunidades		4.Mejorar calidad de antecedentes entregados			7.Mejorar mecanismos de flexibilidad de contratos		9.Asumir rol de socio en la alianza	
Nivel 4					6.Aumentar recursos a difusión de información de proyectos					
Nivel 5	1.Aumentar recursos a ingeniería referencial									
Nivel 6									11. Definir lineamientos transversales entre instituciones del Estado	12.Contar con plan estratégico de infraestructura de largo plazo

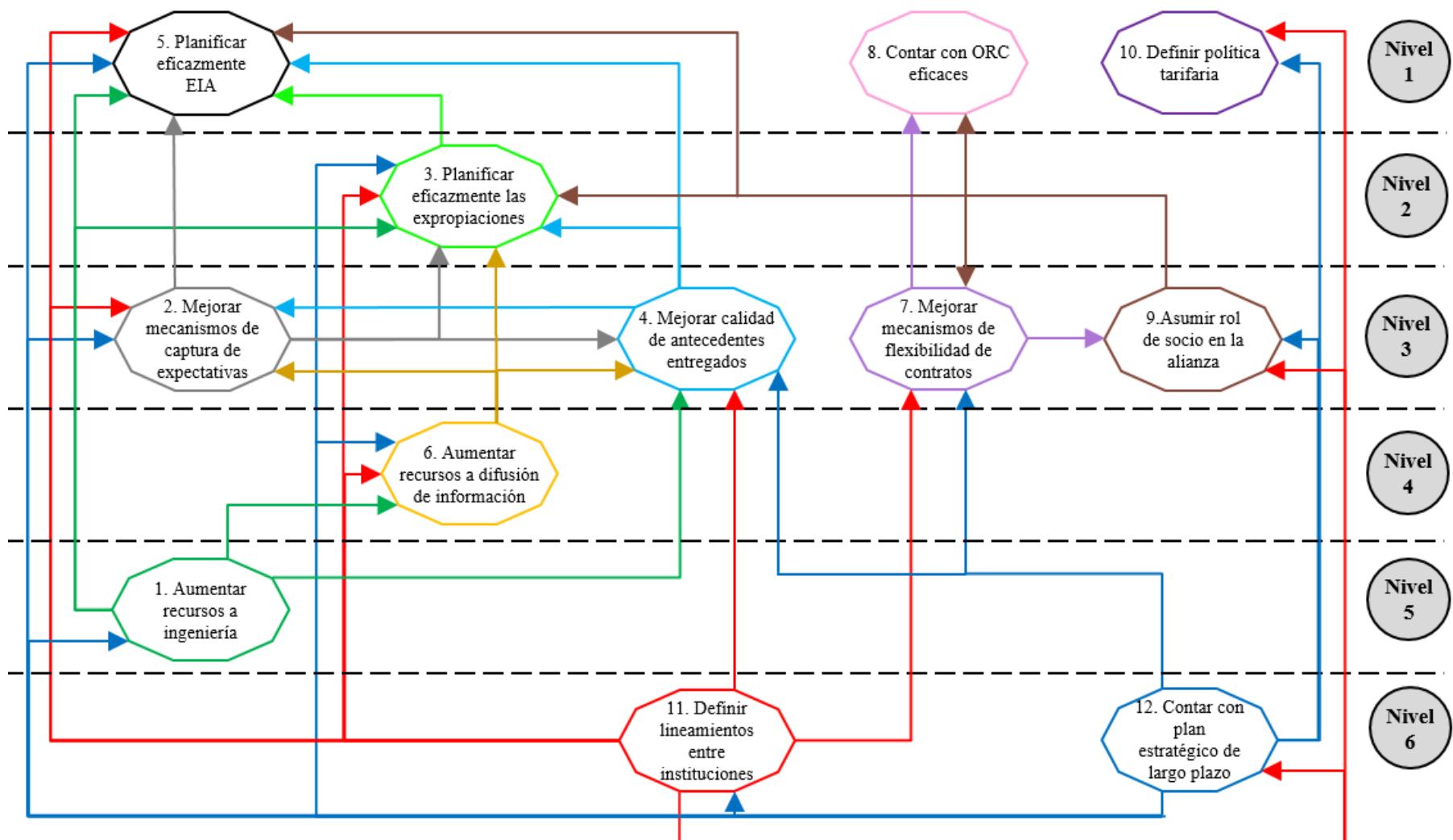


Figura 4. Grafo jerarquizado de propuestas de mejora identificadas para el sistema de concesiones viales.

Fuente: Elaboración propia.

Considerando los resultados obtenidos de la jerarquización realizada, se concluye que Definir de Lineamientos Transversales entre Instituciones del Estado y Contar con un Plan Estratégico de Infraestructura de Largo Plazo son las propuestas que lideran o gobiernan las mejoras al sistema de concesiones viales de Chile. La implementación de estas medidas influye y activa gran parte del resto de las propuestas analizadas. Estas dos propuestas se categorizaron como factores clave (*key factors*), pues variaciones en estos elementos pueden producir importantes cambios en el sistema.

Por el contrario, Planificar Eficazmente los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), Contar con Organismos de Resolución de Controversias (ORC) Eficaces y Definir una Política Tarifaria son propuestas con un bajo nivel de influencia sobre el resto. Por lo tanto, la implementación de estas medidas no tiene repercusión en la mejora del sistema, siendo así de menor relevancia respecto a las demás.

#### 4.3 Análisis MICMAC de las Propuestas de Mejora

El análisis MICMAC permite categorizar los elementos jerarquizados usando un gráfico que agrupa según la influencia y la dependencia de cada propuesta identificada. El análisis MICMAC se realiza a partir de la Matriz Cónica, que se obtiene a partir de un reordenamiento de la Matriz de Accesibilidad, expresada en la Tabla 2, ordenada según la partición de niveles de la Tabla 3. La Matriz Cónica obtenida en el análisis se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Matriz de Cónica de la jerarquización de propuestas de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Nivel	Nº	Solución Identificada	5	8	10	3	2	4	7	9	6	1	11	12	Poder de Influencia
1	5	Planificar eficazmente los EIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	8	Contar con ORC eficaces	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	10	Definir política tarifaria	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	3	Planificar eficazmente las expropiaciones	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	2	Mejorar mecanismos de captura de expectativas	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
	4	Mejorar calidad de antecedentes entregados	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
	7	Mejorar mecanismos de flexibilidad de contratos	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	5
	9	Asumir rol de socio en la alianza	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	5
4	6	Aumentar recursos a difusión de información	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	5
5	1	Aumentar recursos a ingeniería referencial	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	6
6	11	Definir lineamientos entre instituciones	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	12	Contar con plan estratégico de largo plazo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
<b>Poder de Dependencia</b>			<b>10</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	

A partir de la Matriz Cónica de la Tabla 4, resulta posible realizar el análisis MICMAC, en que las propuestas se grafican que en un plano poder dependencia (eje x) y poder de influencia (eje y). En función del cuadrante en que se ubica cada elemento, este se categoriza en enlace (cuadrante

superior derecho), independiente (superior izquierdo), autónomo (inferior izquierdo) o dependiente (inferior derecho). El resultado obtenido del análisis MICMAC se puede observar en la Figura 5.

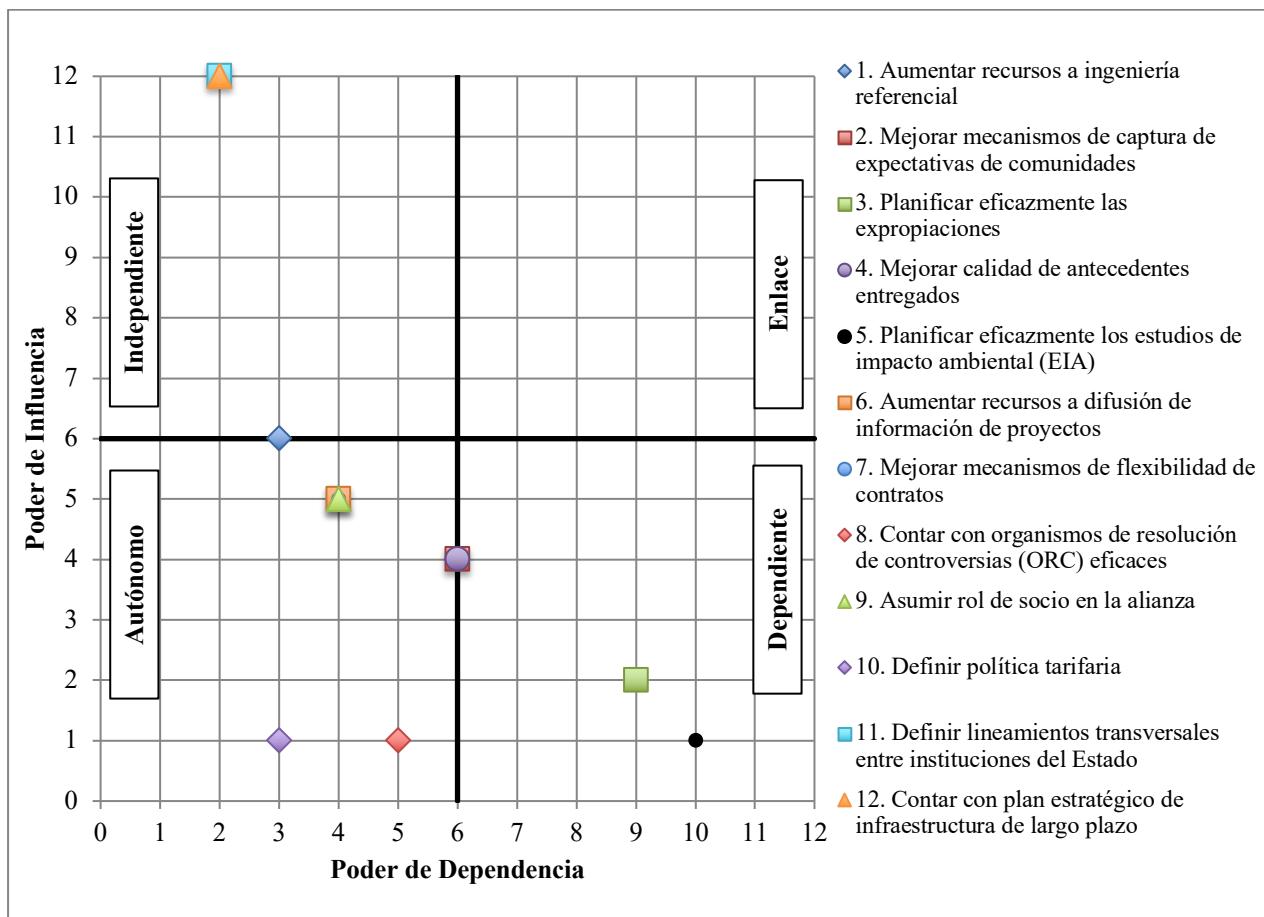


Figura 5. Análisis MICMAC de la jerarquización de propuestas de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 se puede ver gráficamente que Definir Lineamientos Transversales entre Instituciones del Estado y Contar con un Plan Estratégico de Infraestructura de Largo Plazo son propuestas que tienen un muy alto poder de influencia y una baja dependencia, por lo que son consideradas independientes o impulsadoras. De hecho, estas influyen sobre todo el resto de las medidas y son influenciadas solo entre ellas. Esto implica que estos elementos son los factores principales para la implementar mejoras en el sistema de concesiones viales en Chile.

Como elementos autónomos, es decir con baja influencia y baja dependencia, se encuentran la mayoría de las propuestas jerarquizadas, entre las que destacan Aumentar Recursos a Difusión de Información de Proyectos, Contar con Organismos de Resolución de Controversias (ORC) Eficaces, Asumir el Rol de Socio en la Alianza, Definir una Política Tarifaria, entre otros. De acuerdo a esta clasificación, los factores autónomos se encuentran relativamente desconectados del resto del sistema, por lo que su implementación no tiene implicancia sobre el resto, en cuanto a la mejora del sistema de concesiones.

Por otro lado, las propuestas de Planificar Eficazmente las Expropiaciones y Planificar Eficazmente los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) son considerados como elementos dependientes por los expertos. Esto quiere decir que tienen bajo poder de influencia sobre el resto, pero que tienen un alto poder de dependencia, lo que implica que la implementación de otras medidas, influye sobre las medidas de esta categoría. Finalmente, se destaca que ninguna de las propuestas analizadas en este estudio se encuentra en la categoría de enlace.

## 5. Comentarios Finales y Conclusiones

En este estudio se efectuó una jerarquización de 12 propuestas de mejora al sistema de concesiones viales de Chile, con el objetivo de determinar qué medidas son clave para el desarrollo de este mecanismo de provisión de infraestructura de uso público. Para ello se utilizó el método de jerarquización denominado Modelamiento Estructural Interpretativo (ISM), que utiliza el establecimiento de relaciones contextuales de influencia-dependencia entre elementos. La aplicación de este método de estructuración se basa en el juicio de 45 actores clave de diversos grupos involucrados en APP viales interurbanas del país, tales como la Dirección General de Concesiones (DGC), otras direcciones del Ministerio de Obras Públicas (MOP), Concesionarios, Consultores, la Banca, entre otros.

El conjunto de 12 propuestas predefinidas a partir de una revisión de literatura se compone de (1) Aumentar recursos a Ingeniería Referencial, (2) Mejorar Mecanismos de Captura de Expectativas de Comunidades, (3) Planificar Eficazmente las Expropiaciones, (4) Mejorar Calidad de Antecedentes Entregados, (5) Planificar Eficazmente los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), (6) Aumentar Recursos a Difusión de Información de Proyectos, (7) Mejorar Mecanismos de Flexibilidad de Contratos, (8) Contar con Organismos de Resolución de Controversias (ORC) Eficaces, (9) Asumir Rol de Socio en la Alianza, (10) Definir Política Tarifaria, (11) Definir Lineamientos Transversales entre Instituciones del Estado, y (12) Contar con Plan Estratégico de Infraestructura de Largo Plazo. Este conjunto de mejoras fue satisfactoriamente validado por los 45 expertos, considerando que, de acuerdo al cuestionario aplicado, todas las propuestas cuentan con una aprobación mayor a 70%. En conclusión, los elementos considerados para la formulación del modelo ISM son efectivamente medidas de mejora para el sistema de concesiones viales interurbanas de Chile. Se destaca que dentro del conjunto de 12 propuestas se evidencian tres grupos: (1) proyectos de APP individuales; (2) sistema de concesiones; (3) planificación de infraestructura vial del país.

Respecto a los resultados de la jerarquización multinivel, se concluye que Definir Lineamientos Transversales entre Instituciones del Estado y Contar con Plan Estratégico de Infraestructura de Largo Plazo son medidas críticas y las más influyentes para mejorar el sistema de APP viales. Si estas son implementadas de manera efectiva, las otras medidas analizadas se verán fuertemente influenciadas de manera indirecta. Por lo tanto, se concluye que los *stakeholders*, en específico los tomadores de decisiones, deben focalizar sus esfuerzos en implementar estas dos medidas, al ser propuestas *driver* del sistema de concesiones.

Tanto la Definición de Lineamientos Transversales entre Instituciones del Estado como la Elaboración de un Plan Estratégico de Infraestructura de Largo Plazo son labores que guardan relación con las responsabilidades y atribuciones del sector público, por lo que su implementación debe ser estudiada por el Estado. Respecto de los lineamientos transversales interinstitucionales, se recomienda que el Estado redoble esfuerzos en la coordinación y articulación de los servicios y entidades que regulan y participan en el ciclo de vida de las concesiones viales, desde su conceptualización hasta la operación. Esto se puede lograr mediante la constitución de mesas de trabajo entre equipos técnicos y de carácter resolutivo entre autoridades involucradas. Esta recomendación se alinea con lo concluido por De Solminihac, Dagá y Echaveguren (2019).

Finalmente, en cuanto al plan de infraestructura, el Ministerio de Obras Públicas, con la colaboración de las otras instituciones involucradas en la planificación de infraestructura en el territorio, debe diseñar e implementar un plan de largo plazo. Este debe reflejar los lineamientos estratégicos generales del Estado en cuanto a movilidad y accesibilidad, considerando pasos fronterizos, transporte de carga, de pasajeros, entre otros. Este plan de infraestructura de largo plazo debe tener una mirada de 20 a 30 años, y debe ser la referencia o marco sobre el cual se desarrollen los planes de infraestructura de corto y mediano plazo. Por ejemplo, el plan quinquenal de licitaciones que efectúa anualmente la Dirección General de Concesiones del MOP se debe basar y guiar en el plan estratégico de largo plazo.

## **6. Agradecimientos**

Los autores agradecen la colaboración de los 45 actores claves entrevistados para la elaboración de este estudio.

## **7. Referencias**

Ahmed, S., Panwar, R.M. (2014). Analysis of Barriers of e-waste Management using ISM (Interpretive Structural Modeling) Methodology. Innovative Trends in Applied Physical, Chemical, Mathematical Sciences and Emerging Energy Technology for Sustainable Development, 93-105.

Attri, R., Dev, N., Sharma, V. (2013). Interpretive Structural Modelling (ISM) approach: an overview. Research Journal of Management Sciences, 2(2), 3-8.

Chadwick, E. (1859). Results of different principles of legislation in Europe. Journal of the Royal Statistical Society, A22, 381-420.

Consejo de Políticas de Infraestructura (2013). Política de inversión en infraestructura: Bases para una propuesta. Santiago, Chile: CPI.

De Solminihac, H., Dagá, J., Echaveguren, T. (2019). Documento de Trabajo N°58: Priorización de riesgos en proyectos de concesiones viales en Chile. Santiago, Chile: Centro Latinoamericano de Políticas Sociales y Económicas UC (Clapes UC).

Demsetz, H. (1968). Why regulates utilities? Journal of Law and Economics, 11, 55-66.

Engel, E., Fisher, R. y Galetovic, A. (2014). Economía de las asociaciones público-privadas. Primera Edición. México: Fondo de Cultura Económica.

Faisal, M.N., Banwat, D.K., Shankar, R. (2007). Information risks management in supply chain: An assessment and mitigation framework. *Journal of Enterprise Information Management*, 20(6), 677-699.

Iyer, K.C., Segheer, M. (2010). Hierarchical structuring of PPP risks using Interpretative Structural Modeling. *Journal of Construction Engineering Management*, 136(2), 151-159.

Jha, K.N., Devaya, M.N. (2008). Modeling the risks faced by Indian construction companies assessing international projects. *Construction Management and Economics*, 26(4), 337-348.

Malone, D.W. (1975). An introduction to the application of Interpretive Structural Modeling. *Proceedings of the IEEE*, 63(3), 397-404.

Ministerio de Obras Públicas (2016). Concesiones de obras públicas en Chile: 20 años. Santiago, Chile: Coordinación de Concesiones de Obras Públicas.

Ministerio de Obras Públicas (2020). Informe trimestral octubre-diciembre 2019: Dirección General de Concesiones. Santiago, Chile: Dirección General de Concesiones.

Ministerio de Planificación (1992). Inversión pública, eficiencia y equidad. Segunda Edición. Santiago, Chile: Ministerio de Planificación Nacional (MIDEPLAN).

Mandal, A., Deshmukh, S.G. (1994). Vendor selection using Interpretive Structural modeling (ISM). *International Journal of Operations and Production Management*, 14(6), 52-59.

Osei-Kyei, R. y Chan, A. (2015). Review of studies on the Critical Success Factors for Public-Private Partnership (PPP) projects from 1990 to 2013. *International Journal of Project Management*, 33, 1335-1346.

Ravi, V., Shankar, R., Tiwari, M.K., (2005). Productivity improvement of a computer hardware supply chain. *International Journal of Production and Performance Measurement*, 54(4), 239-255.

Rufián, D. (1999). Manual de concesiones de obras públicas. Obras de Política y Derecho. México: Fondo de Cultura Económica.

Saxena, J.P., Sushil, Vrat, P. (1990). The impact of indirect relationships in classification of variables: A MICMAC analysis for energy conservation. *System Research*, 7(4), 245-253.

Sharma, H.D., Gupta, A.D., Sushil (1995). The objectives of waste management in India: a future inquirí. *Technological Forecasting and Social Change*, 48, 285-309.

## 8. Anexos

### 8.1 Anexo 1: Proceso de Jerarquización mediante el Método ISM

#### 8.1.1 Estructuración del grafo inicial (D) y matriz de interacción estructural (SSIM)

La jerarquización de elementos mediante ISM comienza con la definición de estos. Es decir, se deben identificar las principales medidas de mejora del sistema de concesiones viales. Una vez definido el conjunto o set de  $n$  elementos a jerarquizar, estos deben ser vinculados mediante relaciones contextuales de influencia-dependencia. Para esto, al igual que la definición de elementos, se aplican métodos para que los expertos definan qué propuestas influyen sobre otras, y qué medidas dependen de otras. Estas relaciones binarias se pueden representar gráficamente mediante un grafo  $D$  como el de la Figura 6. Este muestra los vínculos de un conjunto de cuatro elementos  $S=\{1,2,3,4\}$  a través de la relación  $R: A \rightarrow B$ , el cual denota la influencia de  $A$  sobre  $B$ , o equivalentemente la dependencia de  $B$  de  $A$ .

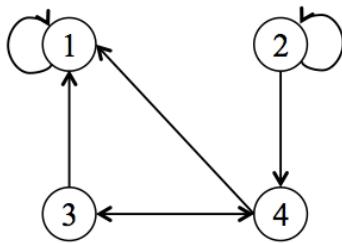


Figura 6. Grafo inicial de ejemplo estudiado.

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, a pesar de las ventajas gráficas que brinda este grafo inicial de relaciones contextuales de entre elementos, este no permite operar matemáticamente con las relaciones de influencia-dependencia representadas en el grafo inicial  $D$ . Es por esto que resulta útil elaborar una Matriz Adyacente ( $AM$ ), la cual refleja de manera binaria las relaciones de arco  $R$  definidas en el grafo inicial  $D$ . La matriz adyacente a  $D$  es cuadrada de dimensión  $n$  y el valor de su entrada  $a_{ij}$  es igual a 1 si es que hay un arco directo dirigido desde el elemento  $s_i$  al elemento  $s_j$ . En otras palabras, si es que la propuesta de mejora  $s_i$  influye directamente sobre la propuesta  $s_j$ , entonces la entrada  $a_{ij}$  de la matriz es igual a 1. En el caso contrario, la entrada  $a_{ij}$  de la matriz  $AM$  toma el valor 0. A continuación se muestra la matriz adyacente al grafo de la Figura 6.

$$AM = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Análogamente, también se puede construir la Matriz de Auto-Interacción Estructural ( $SSIM$ ). Esta, al igual que la matriz adyacente, refleja las relaciones de influencia y dependencia entre elementos. Sin embargo, resulta importante destacar que las relaciones representadas en la matriz  $SSIM$  no necesariamente son directas.

Para la construcción de la matriz  $SSIM$  se deben completar las entradas  $a_{ij}$  con cuatro caracteres

distintos que reflejan diferentes vínculos entre los elementos  $s_i$  y  $s_j$ . Si es que el elemento  $s_i$  influye directamente sobre el elemento  $s_j$ , entonces se denota con una  $V$  la entrada  $a_{ij}$ . En el caso contrario, si el elemento  $s_i$  es influenciado o dependiente del elemento  $s_j$ , se completa con una  $A$  la entrada  $a_{ij}$ . Por otro lado, si las propuestas  $s_i$  y  $s_j$  influencian mutuamente una sobre la otra se completa con una  $X$  la entrada  $a_{ij}$  de la matriz. Finalmente, si los elementos  $s_i$  y  $s_j$  no tienen relación de influencia o dependencia, entonces la entrada  $a_{ij}$  es completada con una  $O$ . La matriz  $SSIM$  asociada al grafo  $D$  mostrado en la Figura 6 es la siguiente:

$$SSIM = \begin{bmatrix} X & A & A & A \\ V & X & V & V \\ V & A & X & X \\ V & A & X & X \end{bmatrix}$$

### 8.1.2 Matriz de accesibilidad (RM)

Posteriormente, una vez establecidas las relaciones iniciales entre elementos y las matrices asociadas, se debe construir la Matriz de Accesibilidad. Para esto resulta conveniente primero definir el concepto de accesibilidad. Se dice que el elemento  $s_j$  es accesible o alcanzable desde el elemento  $s_i$  si se puede trazar un camino en el grafo  $D$  desde  $s_i$  hasta  $s_j$ . Esta ruta de accesibilidad está dada por las relaciones de influencia del grafo y no necesariamente deben ser caminos directos de  $s_i$  a  $s_j$ . Por ejemplo, la propuesta  $s_j$  puede ser alcanzada por la propuesta  $s_i$  a través del camino  $s_i \rightarrow s_k$  y  $s_k \rightarrow s_j$ .

La Matriz de Accesibilidad ( $RM$ ) de un grafo de relaciones contextuales  $D$  se define como una matriz binaria en la que la entrada  $a_{ij}$  toma el valor 1 si el elemento  $s_j$  es alcanzable desde el elemento  $s_i$ , es decir, se puede trazar un camino desde  $s_i$  a  $s_j$ . En el caso contrario, si la propuesta  $s_j$  no puede ser alcanzada desde la propuesta  $s_i$ , entonces la entrada  $a_{ij}$  de la matriz  $RM$  toma el valor 0.

Para construir matemáticamente la matriz de accesibilidad se dispone de distintos métodos. Por un lado, esta puede ser obtenida operacionalmente a partir de la matriz adyacente ( $AM$ ), adicionándole la matriz de identidad ( $I$ ) y elevando la matriz resultante a potencias sucesivas  $k$  hasta que no se obtengan nuevas entradas  $a_{ij}$ . Esto quiere decir:

$$RM = (AM + I)^k$$

Donde el valor de  $k$  se determina a partir de la siguiente expresión:

$$(AM + I)^{k-1} < (AM + I)^k = (AM + I)^{k+1}$$

Por otro lado, la matriz de accesibilidad  $RM$  puede ser obtenida a partir de la matriz de auto-interacción estructural ( $SSIM$ ). Esta última matriz se convierte en la matriz de accesibilidad inicial sustituyendo los cuatro símbolos de la matriz  $SSIM$  ( $V$ ,  $A$ ,  $X$  u  $O$ ) por valores binarios (1 ó 0). Las reglas para esta sustitución son las siguientes:

- Si la entrada  $a_{ij}$  de la matriz  $SSIM$  es  $V$ , entonces la entrada  $a_{ij}$  en la matriz de accesibilidad  $RM$  es 1 y la entrada  $a_{ji}$  es 0.

- Si la entrada  $a_{ij}$  de la matriz  $SSIM$  es  $A$ , entonces la entrada  $a_{ij}$  en la matriz de accesibilidad  $RM$  es 0 y la entrada  $a_{ji}$  es 1.
- Si la entrada  $a_{ij}$  de la matriz  $SSIM$  es  $X$ , entonces la entrada  $a_{ij}$  en la matriz de accesibilidad  $RM$  es 1 y la entrada  $a_{ji}$  también es 1.
- Si la entrada  $a_{ij}$  de la matriz  $SSIM$  es  $O$ , entonces la entrada  $a_{ij}$  en la matriz de accesibilidad  $RM$  es 0 y la entrada  $a_{ji}$  también es 0.

La matriz de accesibilidad  $RM$  asociada al ejemplo mostrado se muestra a continuación. Se puede verificar que esta puede ser obtenida algebraicamente a partir de la matriz adyacente  $AM$  o a partir de la matriz  $SSIM$ , llegando a la misma matriz  $RM$ .

$$RM = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

### 8.1.3 Integración de comparaciones individuales

Un aspecto relevante a considerar en la jerarquización de elementos mediante el ISM corresponde a la integración de comparaciones individuales. Las relaciones contextuales de influencia y dependencia entre los distintos elementos son definidas por un grupo de expertos o actores clave de distintas instituciones, los que tienen distintas opiniones dependiendo de su experiencia, su punto de vista, su procedencia, etc. Estas comparaciones contextuales establecidas individualmente mediante encuestas deben ser integradas en un solo modelo que refleje la opinión grupal o agregada de los expertos.

Una manera de agrupar juicios individuales consiste en buscar un consenso grupal de las opiniones de los distintos participantes. Para buscar esto se pueden coordinar reuniones de trabajo en que se busquen opiniones grupales consensuadas de las relaciones de influencia-dependencia. También se pueden realizar varias iteraciones de encuestas individuales, en que en cada iteración se muestran al experto los juicios entregados por los demás encuestados en la iteración anterior. La principal limitante de buscar un consenso grupal es su alta complejidad y recursos requeridos considerando una alta cantidad de expertos y variables involucradas.

Otra forma de integrar las experiencias individuales en una sola matriz grupal de relaciones contextuales corresponde a utilizar la moda de las matrices obtenidas en las encuestas. Para esto, el proceso de integración se basa en una comparación de frecuencias de los valores binarios en cada entrada de las matrices adyacentes individuales. Así, la entrada  $a_{ij}$  de la matriz adyacente que refleja el grafo grupal inicial está dado por la moda de las entradas  $a_{ij}$  de las matrices adyacentes individuales. Este método de integración tiene la ventaja de que no es iterativo en cuanto a que se requiere tan solo una encuesta por experto.

### 8.1.4 Particiones por niveles

La principal utilidad de la matriz de accesibilidad  $RM$  definida anteriormente es que ella facilita la estructuración jerárquica de los elementos en un grafo  $D_H$ . Para realizar esta jerarquización se

definen dos sets o conjuntos de elementos para cada elemento  $s_i$ . El primero de estos corresponde al Conjunto de Accesibilidad del elemento  $s_i$  ( $R_i$ ), el cual está compuesto por todos los factores  $s_j$  que son alcanzables por el elemento  $s_i$ . Algebraicamente, el conjunto de accesibilidad de  $s_i$  está dado por los elementos  $s_j$  cuya columna  $j$  asociada a la fila  $i$  de la matriz  $RM$  tenga una entrada  $a_{ij}$  igual a 1. Esto se puede expresar matemáticamente de la siguiente forma:

$$R_i = \{s_j \ni a_{ij} = 1\}$$

El segundo conjunto definido para la jerarquización corresponde al Conjunto de Antecedentes del elemento  $s_i$  ( $A_i$ ). Este conjunto está dado por todas las propuestas  $s_j$  que pueden alcanzar o acceder al elemento  $s_i$ . Es decir, el conjunto de antecedentes de  $s_i$  está compuesto por los elementos  $s_j$  cuya fila  $j$  asociada a la columna  $i$  de la matriz  $RM$  tenga una entrada  $a_{ji}$  igual a 1. Esto es equivalente a la siguiente expresión:

$$A_i = \{s_j \ni a_{ji} = 1\}$$

Una vez construidos los conjuntos de accesibilidad  $R_i$  y los conjuntos de antecedentes  $A_i$  de cada elemento  $s_i$ , estos son intersectados obteniendo así el Conjunto de Intersección del elemento  $s_i$  ( $R_i \cap A_i$ ). Este conjunto está compuesto por todos los elementos que tienen en común los conjuntos  $R_i$  y  $A_i$ . La elaboración de estos conjuntos permite la jerarquización de los elementos mediante una partición de niveles jerárquicos. Para esto se lleva a cabo un proceso iterativo en que construyen niveles estructurados de elementos a partir de sus conjuntos de accesibilidad y antecedentes asociados.

En el caso de que todos los elementos del conjunto de accesibilidad del elemento  $s_i$  estén contenidos dentro de su conjunto de antecedentes, entonces el elemento  $s_i$  es asignado al Nivel I en la primera iteración. Esto es equivalente a decir que el conjunto  $R_i$  es sub-conjunto de  $A_i$ , o que el conjunto  $R_i$  es igual al conjunto  $R_i \cap A_i$ . En la Tabla 5 se presenta la partición del Nivel I en el ejemplo analizado. Se puede notar que el elemento 1 compone el Nivel I, ya que todos los factores de su conjunto de accesibilidad ( $R_1$ ) están contenidos dentro de su conjunto de antecedentes ( $A_1$ ).

Tabla 5. Partición de Nivel I de elementos de ejemplo estudiado.

Fuente: Elaboración propia.

Elemento $s_i$	Conjunto de Accesibilidad ( $R_i$ )	Conjunto de Antecedentes ( $A_i$ )	Intersección $R_i \cap A_i$	Nivel
1	1	1, 2, 3, 4	1	I
2	1, 2, 3, 4	2	2	
3	1, 3, 4	2, 3, 4	3, 4	
4	1, 3, 4	2, 3, 4	3, 4	

Culminada la primera iteración, todos los elementos  $s_i$  que están asignados al Nivel I se eliminan de la lista de elementos y de los conjuntos de accesibilidad y de antecedentes de los demás factores. Tras esto, se realiza una segunda iteración siguiendo el mismo proceso de la primera. En la siguiente tabla se muestra la partición del Nivel II, el cual está compuesto por los elementos 3 y 4.

Tabla 6. Partición de Nivel II de elementos de ejemplo estudiado.

Fuente: Elaboración propia.

Elemento $s_i$	Conjunto de Accesibilidad ( $R_i$ )	Conjunto de Antecedentes ( $A_i$ )	Intersección $R_i \cap A_i$	Nivel
2	2, 3, 4	2	2	
3	3, 4	2, 3, 4	3, 4	II
4	3, 4	2, 3, 4	3, 4	II

Una vez que todos los elementos  $s_i$  se asignan a un cierto nivel de jerarquía, las iteraciones se detienen y se completa la partición de niveles. Estas particiones ayudan a obtener el grafo jerarquizado del modelo ISM. En el caso del ejemplo bajo análisis, las iteraciones se detienen en el Nivel III, el que está compuesto solo por el elemento 2. Así, los niveles jerárquicos del ejemplo son los siguientes:

Tabla 7. Partición final de niveles jerárquicos de ejemplo estudiado.

Fuente: Elaboración propia.

Nivel	Elemento $s_i$
I	1
II	3, 4
III	2

### 8.1.5 Matriz cónica (CM)

Ya particionado el conjunto de elementos  $S$  en distintos niveles jerárquicos, se procede a construir la Matriz Cónica (CM). Esta condensa los niveles de jerarquización asignados en el paso anterior mediante un reordenamiento de la matriz de accesibilidad  $RM$  según el nivel de cada elemento  $s_i$ . Es decir, esta matriz se desarrolla agrupando factores del mismo nivel a través de las filas y columnas de la matriz de accesibilidad.

La primera fila de la matriz cónica contiene los valores binarios de accesibilidad del elemento asignado al primer nivel, la segunda fila contiene los valores del factor asignado al segundo nivel y así sucesivamente. Las columnas de la matriz de accesibilidad se ordenan según el mismo criterio que las filas.

Para el caso del ejemplo descrito, la matriz cónica se obtiene a partir de un reordenamiento de la matriz de accesibilidad, mostrada anteriormente, según los niveles jerárquicos de la Tabla 7. Así, la primera fila y columna se asocian a la accesibilidad del elemento 1, componente del Nivel I; la segunda y tercera fila y columna se asocian a los elementos 3 y 4, los que componen el Nivel II; la cuarta fila y columna se asocia al elemento 2, único componente del Nivel III.

$$CM = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

### 8.1.6 Grafo final jerarquizado ( $D_H$ )

A pesar de que una matriz triangular o cónica inferior puede resultar ser una representación familiar de relaciones binarias en la investigación operativa, esta no es la forma idónea para mostrar los resultados del proceso de jerarquización a lo tomadores de decisiones. En específico, este tipo de matrices pueden conllevar dificultades de interpretación para los encargados de formular políticas públicas asociadas. Lógicamente, el éxito de esta estructuración mediante ISM depende fuertemente de si la jerarquía es interpretada y comprendida correctamente por estos tomadores de decisiones.

Un grafo  $D_H$  permite reflejar gráficamente la relación contextual entre cada uno de los elementos estudiados, junto con sus niveles jerárquicos desprendidos del modelo ISM. Se utiliza un grafo para representar los elementos y sus interdependencias mediante nodos y aristas, lo que ayuda a los interesados o *stakeholders* interpretar visualmente la interdependencia entre elementos. Lógicamente este grafo jerarquizado es elaborado a partir de la partición de niveles realizada anteriormente. Los factores del nivel superior (Nivel I) se sitúan en la parte superior del grafo  $D_H$ , los elementos del segundo nivel (Nivel II) se colocan en la segunda posición y así sucesivamente, hasta que el nivel inferior se coloca en la posición más baja en el grafo. En la siguiente figura se muestra el grafo jerarquizado del ejemplo estudiado.

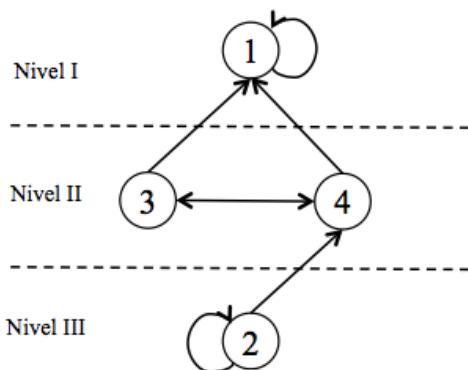


Figura 7. Grafo final jerarquizado de ejemplo estudiado.

Fuente: Elaboración propia.

### 8.1.7 Análisis MICMAC

El análisis MICMAC permite categorizar los elementos jerarquizados según su poder de influencia y dependencia. El poder de influencia de un elemento  $s_i$  se obtiene sumando el número de unidades en su fila asociada  $i$  de la matriz de accesibilidad  $RM$ , y su poder de dependencia sumando el número de unidades en su columna  $i$  asociada. A continuación, se muestra el poder de influencia y el poder de dependencia de cada elemento  $s_i$  del ejemplo:

Tabla 8. Poder de influencia y poder de dependencia de elementos de ejemplo estudiado.

Fuente: Elaboración propia.

Elemento $s_i$	Poder de Influencia	Poder de Dependencia
1	1	4
2	4	1
3	3	3
4	3	3

Una vez estimado el poder de influencia y de dependencia de todos los elementos de  $S$ , resulta posible categorizar los distintos factores  $s_i$  según estos atributos. Para esto se recomienda elaborar un gráfico bidimensional que considere el poder de dependencia en el eje  $x$  y el poder de influencia en el eje  $y$ . Junto con esto, para la categorización se definen cuatro cuadrantes, los cuales están delimitados por la mitad de la cantidad de elementos que componen el conjunto  $S$ . Cada uno de estos cuatro cuadrantes corresponde a una categoría de elementos: enlace, independiente, autónomo y dependiente. Así, se podrá localizar cada elemento  $s_i$  en el gráfico y visualizar directamente su categoría asociada. En la siguiente figura se muestra el gráfico MICMAC de los elementos del ejemplo abordado, destacando la clasificación de estos.

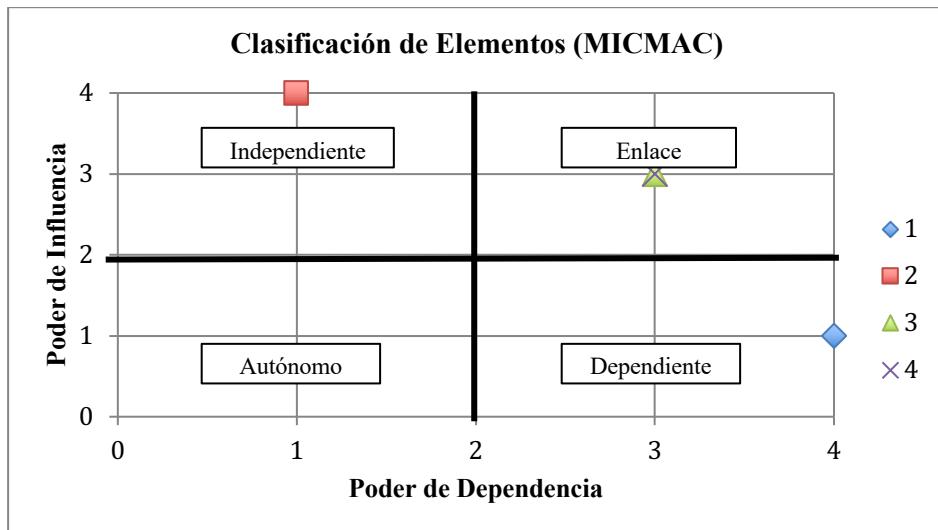


Figura 8. Gráfico de análisis MICMAC de ejemplo estudiado.

Fuente: Elaboración propia.

En el ejemplo estudiado, se observa de la Figura 8 que los elementos 1 y 4 son factores de enlace o críticos, el elemento 2 es categorizado como independiente o impulsor, y el elemento 3 es clasificado como dependiente según el análisis MICMAC.

## 8.2 Anexo 2: Cuestionarios aplicados a Actores Claves

Encuesta 1: Validación de Propuestas de Mejora al Sistema de Concesiones Viales en Chile																																																							
Nombre:																																																							
Profesión:																																																							
Área de Trabajo:																																																							
Años de Experiencia APP:																																																							
<p>Para cada uno de las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marque con una <b>X</b> en la columna <b>SÍ</b> si considera que la medida <u>sí</u> corresponde a una propuesta que mejoraría significativamente el sistema de concesiones viales interurbanas de Chile.</li> <li>- Marque con una <b>X</b> en la columna <b>NO</b> si considera que la medida <u>no</u> corresponde a una propuesta que mejoraría significativamente el sistema de concesiones viales interurbanas de Chile.</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Medida</th> <th>SÍ</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Aumentar recursos a ingeniería referencial</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Mejorar mecanismos eficaces de captación de expectativas de comunidades</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Planificar eficazmente las expropiaciones</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Mejorar calidad de antecedentes entregados</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>Planificar eficazmente los estudios de impacto ambiental (EIA)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>Aumentar recursos a difusión de información de proyectos</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Mejorar mecanismos de flexibilidad de contratos</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>Contar con organismos de resolución de controversia (ORC) eficaces</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Asumir el rol de socio en la alianza</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Definir política tarifaria</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Definir lineamientos transversales entre instituciones del Estado</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Contar con plan estratégico de infraestructura de largo plazo</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Nº	Medida	SÍ	NO	1	Aumentar recursos a ingeniería referencial			2	Mejorar mecanismos eficaces de captación de expectativas de comunidades			3	Planificar eficazmente las expropiaciones			4	Mejorar calidad de antecedentes entregados			5	Planificar eficazmente los estudios de impacto ambiental (EIA)			6	Aumentar recursos a difusión de información de proyectos			7	Mejorar mecanismos de flexibilidad de contratos			8	Contar con organismos de resolución de controversia (ORC) eficaces			9	Asumir el rol de socio en la alianza			10	Definir política tarifaria			11	Definir lineamientos transversales entre instituciones del Estado			12	Contar con plan estratégico de infraestructura de largo plazo		
Nº	Medida	SÍ	NO																																																				
1	Aumentar recursos a ingeniería referencial																																																						
2	Mejorar mecanismos eficaces de captación de expectativas de comunidades																																																						
3	Planificar eficazmente las expropiaciones																																																						
4	Mejorar calidad de antecedentes entregados																																																						
5	Planificar eficazmente los estudios de impacto ambiental (EIA)																																																						
6	Aumentar recursos a difusión de información de proyectos																																																						
7	Mejorar mecanismos de flexibilidad de contratos																																																						
8	Contar con organismos de resolución de controversia (ORC) eficaces																																																						
9	Asumir el rol de socio en la alianza																																																						
10	Definir política tarifaria																																																						
11	Definir lineamientos transversales entre instituciones del Estado																																																						
12	Contar con plan estratégico de infraestructura de largo plazo																																																						

Figura 9. Cuestionario aplicado a actores claves para la validación del set de propuestas de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Encuesta 2: Relaciones entre Propuestas de Mejora al Sistema de Concesiones Viales en Chile												
El propósito de la Encuesta 2 es determinar según el conocimiento, experiencia e información del encuestado las principales relaciones de causalidad existentes entre las distintas propuestas de mejora en el sistema de concesiones viales en Chile.												
Para cada entrada (Fi, Cj) vacía de la siguiente matriz de propuestas:												
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agregue una <b>F</b> si considera que la propuesta de la fila i influye directamente sobre la propuesta de la columna j.</li> <li>- Agregue una <b>C</b> si considera que la propuesta de la columna j influye directamente sobre la propuesta de la fila i.</li> <li>- Agregue una <b>B</b> si considera que la propuesta de la fila i y la propuesta de la columna j influyen mutuamente una sobre otra <b>con igual intensidad</b>.</li> <li>- Agregue una <b>N</b> si considera que no existe relación entre la propuesta de la fila i y la propuesta de la columna j.</li> </ul>												
Aumentar recursos a ingeniería referencial	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Aumentar recursos a ingeniería referencial	<b>F1</b>	-										
Mejorar mecanismos de captación de expectativas	<b>F2</b>	-	-									
Planificar eficazmente las expropiaciones	<b>F3</b>	-	-	-								
Mejorar calidad de antecedentes entregados	<b>F4</b>	-	-	-	-							
Planificar eficazmente los EIA	<b>F5</b>	-	-	-	-	-						
Aumentar recursos a difusión de información	<b>F6</b>	-	-	-	-	-	-	-				
Mejorar mecanismos de flexibilidad de contratos	<b>F7</b>	-	-	-	-	-	-	-	-			
Contar con ORC eficaces	<b>F8</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Asumir el rol de socio en la alianza	<b>F9</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Definir política tarifaria	<b>F10</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Definir lineamientos entre instituciones del Estado	<b>F11</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Contar con plan de infraestructura de largo plazo	<b>F12</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Figura 10. Cuestionario aplicado a actores claves para la construcción de Matrices Adyacentes.

Fuente: Elaboración propia.

### 8.3 Anexo 3: Muestra de Actores Claves considerados en el Grupo de Expertos

Tabla 9. Muestra de actores claves encuestados.

Fuente: Elaboración propia.

#### DGC y Consejo de Concesiones

<i>Nº</i>	<i>Nombre</i>	<i>Cargo</i>	<i>Años Exp.</i> <i>APP</i>
1	Hugo Vera	Director General de Concesiones de Obras Públicas	20
2	Eduardo Abedrapo	Ex Coordinador General de Concesiones	20
3	Jaime Retamal	Ex Coordinador General de Concesiones y Actual Director Nacional de Vialidad	20
4	Mauricio Gatica	Ex Coordinador General de Concesiones	25
5	Víctor Neira	Jefe Depto. Construcción de Obras Viales e Hidráulicas Dirección de Concesiones	22
6	Juan Eduardo Chackiel	Jefe Depto. Estudios Dirección de Concesiones	15
7	Javier Soto	Jefe Depto. Jurídico de Construcción y Explotación Dirección de Concesiones	20
8	Alejandro González	Jefe Depto. Análisis de Contratos Dirección de Concesiones	12
9	Juan Andrés Varas	Derecho Civil Patrimonial y Consejo de Concesiones	15
10	Rodrigo Delgadillo	Profesor UTFSM y Consejo Concesiones	3
11	Luis Eduardo Bresciani	Ex Consejo de Concesiones	20
12	Rodrigo Castro	Ex Consejo de Concesiones	23

#### Gobierno Central (MOP, MH y MTT)

<i>Nº</i>	<i>Nombre</i>	<i>Cargo</i>	<i>Años Exp.</i> <i>APP</i>
1	Lucas Palacios	Ex Subsecretario de Obras Públicas	8
2	Clemente Pérez	Ex Subsecretario de Obras Públicas	15
3	Mariana Concha	Directora General de Obras Públicas	8
4	Juan Manuel Sánchez	Ex Director General de Obras Públicas	15
5	Walter Brüning	Ex Director Nacional de Vialidad	20
6	Mario Fernández	Ex Director Nacional de Vialidad	15
7	Mario Anguita	Subdirector de Mantenimiento de Dirección de Vialidad	20
8	Alfonso Ugarte	Ex Abogado Fiscalía Ministerio de Obras Públicas	20
9	Hermann von Gersdorff	Coordinador de Modernización del Estado Ministerio de Hacienda	5
10	María José Huerta	Jefe Pasivos Contingentes y Concesiones Ministerio de Hacienda	3
11	Eduardo Koffmann	Ex Coordinador Nacional de Planificación y Desarrollo MTT	5

#### Concesionarios y COPSA

<i>Nº</i>	<i>Nombre</i>	<i>Cargo</i>	<i>Años Exp.</i> <i>APP</i>
1	Domingo Jiménez	Gerente General Concesionaria Sacyr	20
2	Maximiliano Wild	Abogado Concesionaria Sacyr	10

3	Luis Miguel de Pablo	Gerente General Concesionaria Abertis	20
4	Eduardo Escala	Presidente Concesionaria Globalvía	20
5	Moisés Vargas	Gerente Técnico y de Explotación Autopista del Itata Globalvía	21
6	Eduardo Larrabé	Gerente General Concesionaria ISA Intervial	20
7	Carlos Fuenzalida	Gerente de Infraestructura ISA Intervial	20
8	Mario Ballerini	Gerente General Ruta del Maule y Ruta del Bosque ISA Intervial	21
9	Marcela Allué	Gerente General de COPSA	6
10	Viviana Pérez	Directora de Estudios de COPSA	13

### Consultores, Banca y CPI

<i>Nº</i>	<i>Nombre</i>	<i>Cargo</i>	<i>Años Exp. APP</i>
1	Sergio Hinojosa	Asesor Internacional en APP y Socio Principal de IKONS ATN	22
2	Louis de Grange	Presidente de Metro S.A. y Ex Consultor en Proyectos de Transporte	18
3	Carlos Piaggio	Gerente de Infraestructura Cámara Chilena de la Construcción	20
4	Jorge Letelier	Comité de Infraestructura Cámara Chilena de la Construcción	26
5	Robinson Lucero	Gerente General de APSA Gestión de Infraestructura	20
6	David Acuña	Consultor Jurídico en Proyectos de Construcción y Concesiones	10
7	María Cristina Bogado	Presidenta Comité Infraestructura de AIC	15
8	Jorge Selaive	Economista Jefe de BBVA Research Chile	4
9	Rodrigo Aravena	Gerente de Relaciones Institucionales y Economista Jefe de Banco de Chile	12
10	Wu Yong Le	Director Asset Management - Fondo de Infraestructura	10
11	Carlos Cruz	Gerente General de CPI	23
12	Luis Guzmán	Gerente de Operaciones de CPI	3



 [clapesuc](#)

 [@clapesuc](#)

 [clapes\\_uc](#)

 [clapesuc](#)