

2017

ANÁLISIS DEL IMPACTO EN EL PIB DE CHILE DE LA INVERSIÓN PÚBLICA EN UNA CARTERA DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA, A EJECUTAR EN EL PERÍODO 2016 – 2020, DE MAGNITUD NECESARIA PARA ALCANZAR NIVELES DE INVERSIÓN DE UNA ECONOMÍA EN VÍAS DE DESARROLLO: UNA ESTIMACIÓN A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE ELASTICIDAD DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DEL PIB

TREJO REYES, ALEJANDRO MAURICIO

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Departamento de Ingeniería Comercial

MBA

**ANÁLISIS DEL IMPACTO EN EL PIB DE CHILE DE LA INVERSIÓN
PÚBLICA EN UNA CARTERA DE PROYECTOS DE
INFRAESTRUCTURA, A EJECUTAR EN EL PERÍODO 2016 – 2020, DE
MAGNITUD NECESARIA PARA ALCANZAR NIVELES DE
INVERSIÓN DE UNA ECONOMÍA EN VÍAS DE DESARROLLO: UNA
ESTIMACIÓN A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE ELASTICIDAD DE
INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DEL PIB**

Tesis de Grado presentada por

ALEJANDRO MAURICIO TREJO REYES

Como requisito para optar al grado de

MBA, Magister en Gestión Empresarial

Director de Tesis: Dr. Juan Tapia Gertosio

Febrero de 2017

TÍTULO DE TESIS: “ANÁLISIS DEL IMPACTO EN EL PIB DE CHILE DE LA INVERSIÓN PÚBLICA EN UNA CARTERA DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA, A EJECUTAR EN EL PERÍODO 2016 – 2020, DE MAGNITUD NECESARIA PARA ALCANZAR NIVELES DE INVERSIÓN DE UNA ECONOMÍA EN VÍAS DE DESARROLLO: UNA ESTIMACIÓN A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE ELASTICIDAD DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DEL PIB”

AUTOR: ALEJANDRO MAURICIO TREJO REYES

TRABAJO DE TESIS, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Observaciones: _____

Dr.

Dr.

Dr. Juan Tapia Gertosio

Santiago, Febrero 2017

Todo el contenido, análisis, conclusiones y
opiniones vertidas en este estudio son de mi
exclusiva responsabilidad.

Nombre: Alejandro Mauricio Trejo Reyes

Firma.....

Fecha.....

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	OBJETIVOS	8
3.	ALCANCE Y METODOLOGÍA DE TRABAJO	9
3.1.	Determinación de una Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura, para el Período 2016-2020.....	9
3.2.	Análisis y selección de un Modelo Económico para medir la sensibilidad del PIB a las variaciones en Inversión Pública en Infraestructura.....	10
3.3.	Determinación del Crecimiento del PIB per cápita, debido a la implementación de la Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura, en el Período 2016-2020.....	11
3.4.	Cálculo y análisis de los valores del PIB per cápita del año 2020, considerando los incrementos debido a la implementación de la Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura.....	11
3.5.	Conclusiones	11
4.	ESTADO DEL ARTE.....	12
4.1.	Antecedentes y Marco Teórico del Estado del Arte	12
5.	DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	15
5.1.	Determinación de una Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura, en el Período 2016-2020.....	15
5.1.1.	Análisis “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”	15
5.1.2.	Análisis Estudio “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”	18
5.1.3.	Verificación de cumplimiento de criterios para selección de Proyectos de Inversión Pública en Infraestructura en el período 2016-2020	20
5.1.4.	Selección de Proyectos de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020	24
5.2.	Análisis y selección de un Modelo Económico para medir la sensibilidad del PIB a las variaciones en Inversión Pública en Infraestructura.....	25
5.2.1.	Análisis estudio “Efectos de la Infraestructura Pública sobre el Crecimiento de la Economía, Evidencia para Chile”, Rivera y Toledo, Julio 2004.....	25
5.2.2.	Análisis estudio “Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico, Evidencia para Chile”, Idrovo, marzo 2012	29
5.2.3.	Selección Modelo Económico para medir la sensibilidad del PIB a las variaciones en Inversión Pública en Infraestructura	37
5.3.	Determinación del Crecimiento del PIB per cápita, por la implementación de la Cartera de Inversión Pública Proyectos de Infraestructura, en el Período 2016-2020.....	39
5.4.	Cálculo y análisis del valor del PIB per cápita año 2020 y su Crecimiento respecto del PIB per cápita año 2015.....	41
5.4.1	Cálculo y análisis del PIB per cápita Año 2020, considerando la implementación, en el período 2016-2020, de la Cartera de Inversión Pública seleccionada	41
5.4.2	Análisis PIB per cápita proyectado por el Banco Central para el año 2020 y la Inversión Pública en Infraestructura relacionada	42
5.4.3	Análisis comparativo valores PIB per cápita año 2020, obtenidos con implementación de la Cartera de Inversión Pública seleccionada, Período 2016-2020, vs valores proyectados por el Banco Central	44
6.	CONCLUSIONES	47
6.1.	Conclusiones en Relación con los Objetivos Específicos	47
6.2.	Conclusiones en relación con el Objetivo General.....	49
6.3.	Otras Conclusiones.....	51
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	52

1. INTRODUCCIÓN

Definición de Infraestructura

El concepto de infraestructura puede ser definido como el conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones, de larga vida útil, que constituyen la base sobre la cual se produce la prestación de servicios, principalmente considerados necesarios para el desarrollo de fines productivos, políticos, sociales y personales, según el Banco Interamericano de Desarrollo, año 2000. La infraestructura no cumple una función en sí misma, sino en relación con la provisión del servicio que de ésta emana. En consecuencia, la provisión de los servicios de interés público o de utilidad pública requiere, en general, un adecuado desarrollo de la infraestructura que los sustentan y que permite su prestación concreta

Otra definición de infraestructura la describe como el conjunto de estructuras físicas y organizativas, redes o sistemas necesarios para el buen funcionamiento de una sociedad y su economía, según la Organización de Naciones Unidas, año 2009, no obstante, los diferentes componentes de la infraestructura de una sociedad pueden existir ya sea en el sector público o privado, dependiendo de la naturaleza de su propiedad, administración y regulación (compartida con el sector gubernamental-privado, según sea la propiedad y la administración, como ocurre en algunos casos). La infraestructura puede ser física o social, de acuerdo a lo siguiente:

- La infraestructura física constituye instalaciones públicas que conectan el territorio y proporcionan los servicios básicos necesarios para el funcionamiento, como la red de caminos y servicios públicos.
- La infraestructura social y económica incluye facilidades tales como hospitales, parques y jardines, centros comunitarios, entretenimiento y edificios educativos.

Mientras los beneficios de la infraestructura física son claramente tangibles, los beneficios de la infraestructura social son a menudo intangibles.

Impacto de la Infraestructura en la economía de un país

En relación con el impacto en el desempeño de la economía de un país, según el estudio “Desarrollo de Infraestructura y Crecimiento Económico”, elaborado por Patricio Rozas y Ricardo Sanchez, para la CEPAL-ONU, en octubre de 2004, se requieren, entre otras, redes de infraestructura de comunicaciones y transporte, bien desarrolladas para expandir su mercado interno y competir internacionalmente. Respecto al desarrollo interno, se tiene el mismo requerimiento. A su vez, no sólo es importante la cantidad de infraestructura física disponible, sino también su calidad, condición que se hace extensiva a la prestación de los servicios que se originan en aquella. Así, el aspecto más relevante del desarrollo de la infraestructura en general, es su aporte a la articulación de la estructura económica de un país, lo que deja en evidencia una relación directa entre diseño territorial y organización de la producción y de sistemas de distribución, por una parte, y la disposición de la infraestructura en el espacio nacional, por otra, a la vez que se constituye en un requisito imprescindible para la conectividad internacional del país y su economía.

Se reconocen al menos los tres tipos de efectos siguientes sobre el producto agregado de las inversiones realizadas en el sector infraestructura y servicios conexos:

1. En primer lugar, la infraestructura contribuye como producto final directamente a la formación del Producto Interno Bruto (PIB), mediante la producción de servicios de transporte, de autopistas urbanas e interurbanas y de saneamiento, entre otros.
2. En segundo lugar, las inversiones en infraestructura generan externalidades sobre la producción y el nivel de inversión agregado de la economía, acelerando el crecimiento a largo plazo.
3. En tercer lugar, las inversiones en infraestructura influyen indirectamente en la productividad del resto de los insumos en el proceso productivo y de las firmas.

Así, en resumen, la mejora en la provisión de servicios de infraestructura permite optimizar la gestión de costos de los agentes económicos. En efecto, las inversiones en infraestructura contribuyen a mejorar la accesibilidad a redes de servicios, reducir costos operacionales y lograr mayores niveles de eficiencia operativa, así como una mayor confiabilidad, calidad y cantidad de los servicios de infraestructura. Tanto la mejora en la accesibilidad a la red como los denominados “beneficios primarios” de las inversiones implican externalidades positivas en la asignación de los recursos y la expansión de los mercados internos y externos.

En consecuencia, es posible esperar una disminución de los precios relativos de la producción local y aumentos de la productividad, lo que implica que se intensifican las oportunidades para incrementar las importaciones y exportaciones de una manera similar a cuando se rebajan los aranceles externos. El aumento de las exportaciones actúa expandiendo la producción, en tanto las importaciones presionan competitivamente sobre los productores internos. En condiciones de mercado, estas presiones deberían ser útiles para eliminar o atenuar las rentas monopólicas y para incrementar la eficiencia, mediante la disminución de los costos de producción y el aumento de la productividad de los factores.

También es esperable que las mejores condiciones en los servicios de transporte, energía y comunicaciones, incentiven mejoras en el mercado de factores (por ejemplo, tierra o trabajo). En todo caso, en un mercado abierto estas ganancias iniciales pueden disminuir en parte, debido a los cambios los cambios registrados en la demanda de los factores, los que inciden en sus precios y en el bienestar de la población.

En el plano internacional, los altos costos de los servicios de infraestructura contribuyen a que las firmas reciban menos ingresos por las exportaciones que realizan, y/o paguen más por los bienes que importan, en particular para la mayoría de los productores de la región, cuyo poder de fijación de precios en los mercados mundiales es usualmente limitado, cuando no inexistente.

En general, los elevados costos de los servicios de infraestructura en países en desarrollo afectan negativamente su inserción en el comercio internacional, estimándose que su impacto es similar al provocado por las barreras y tarifas arancelarias o, por las distorsiones del tipo de cambio.

Los altos costos del transporte, las telecomunicaciones, la electricidad y los servicios sanitarios, entre otros servicios de infraestructura, y la calidad de su provisión, afectan negativamente la productividad de los factores, la competitividad de las empresas y las exportaciones.

Por otra parte, numerosos estudios empíricos han demostrado que altos costos de los servicios de infraestructura desincentivan el ingreso de la inversión extranjera directa, lo que incide negativamente en el comportamiento de la tasa de inversión y el crecimiento económico.

En algunos casos, las economías de la región han comprobado mermadas sus posibilidades de sustituir importaciones, o de ampliar su base exportadora, debido a la provisión deficiente de servicios de infraestructura. Esto, por cierto, ha significado que estos países tengan un menor acceso a las nuevas tecnologías que se están aplicando en economías con mayor grado de desarrollo y se dificulte su inserción en la economía mundial, la que exige crecientemente mayores niveles de eficiencia y nuevos parámetros de organización de los sistemas productivos.

Así, el establecimiento y la preservación de un apropiado sistema de análisis de las inversiones en infraestructura, y la preocupación permanente por su correcta aplicación, deberían ser una de las funciones gubernamentales más importantes, a fin de lograr una infraestructura cuya capacidad se adapte, de la mejor manera posible, a las demandas reales y a las exigencias del proceso de desarrollo de cada país.

Elasticidad de Infraestructura Pública del PIB

Varios autores sostienen que los países que han experimentado tasas de crecimiento mayores, justamente son aquellos que no sólo han destinado una mayor proporción del PIB al desarrollo de infraestructura, sino que ésta ha sido más estable en el tiempo.

Basado en este enfoque, en el caso de Chile, se han desarrollado estudios a partir de los cuales se ha obtenido una actualización del orden de magnitud de la sensibilidad del PIB a los cambios marginales del nivel de gasto en infraestructura pública (incluyendo en algunos casos la inversión en concesiones neta de gastos administrativos), es decir, la elasticidad de Infraestructura Pública del PIB.

2. OBJETIVOS

El objetivo general y los objetivos específicos del presente estudio son los siguientes:

OBJETIVO GENERAL

Cuantificar el crecimiento potencial del PIB per cápita al año 2020 en Chile, medido respecto del PIB per cápita 2015, a partir de la elasticidad de Infraestructura Pública del PIB, debido a la variación de la inversión pública en una cartera de proyectos de infraestructura, a ejecutar en el período 2016-2020, de magnitud necesaria para alcanzar niveles de inversión comparables a los de países en vías de desarrollo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar una cartera de proyectos de inversión pública en infraestructura “crítica a desarrollar”, en el período 2016 - 2020, para alcanzar niveles de inversión de una economía en vías de desarrollo.
- Verificación, a partir de la revisión y análisis de estudios aplicables a Chile, de un modelo económico que permita relacionar adecuadamente la inversión pública en infraestructura con el crecimiento económico representado por el PIB, mediante la elasticidad de Infraestructura Pública del PIB.
- Identificación de las variables macroeconómicas (además de la inversión en infraestructura) que se consideran en los distintos modelos económicos de los estudios a analizar y las condiciones para su consideración.
- Definición de una medida o rango de elasticidad de Infraestructura Pública del PIB, con un nivel de confianza superior al 90%, que será aplicada para estimar el impacto de la materialización de la inversión en el PIB.

3. ALCANCE Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

A continuación se describen las etapas que se han considerado a desarrollar como parte del Alcance y la Metodología de Trabajo del presente estudio, así también sus correspondientes actividades:

3.1. Determinación de una Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura, para el Período 2016-2020

Esta etapa consiste en determinar una cartera única de inversión pública en proyectos de infraestructura a desarrollar en el período 2016-2020, considerando alcanzar o superar con esta inversión total (en MM USD) un nivel porcentual del 3,5% anual medido respecto del PIB. Lo anterior, en base a las siguientes actividades:

- a. Revisión y análisis de dos (2) estudios que diagnostican las necesidades de inversión para el desarrollo de proyectos de infraestructura en Chile, hasta el año 2030 y 2025, respectivamente. Los estudios se detallan en el numeral 4.1 Antecedentes y Marco Teórico del Estado del Arte.
- b. A partir de la revisión y análisis anterior, se procede a seleccionar una cartera de inversiones en proyectos a implementar, acotada al período 2016-2020, con la correspondiente valorización de su inversión total en MM USD, en base a los siguientes criterios de selección:
 - Cada proyecto componente de la cartera de inversiones se encuentre acotado, en cuanto a su implementación completa, al período comprendido entre los años 2016 al 2020.
 - Cada proyecto se desarrollará exclusivamente en base a inversión pública o en asociación público-privada (Concesiones). Se excluye la inversión privada en infraestructura para:
 - ✓ Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
 - ✓ Telecomunicaciones.
 - ✓ Abastecimiento de agua potable y recolección de aguas servidas.
 - Cada proyecto considera inversión en los siguientes sectores de infraestructura:
 - ✓ Obras Públicas, a través del desarrollo de proyectos en forma directa y de transferencias de capital al Ferrocarril Metropolitano (Metro).
 - ✓ Infraestructura del MINVU (en materia de vialidad urbana y pavimentación).
 - ✓ Infraestructura de Edificación Pública (educación, salud y justicia).
 - ✓ Transferencias de capital a ferrocarriles (FFCC).
 - ✓ Inversión en obras de riego y para la DGAC.
 - La suma total de las inversiones en proyectos seleccionados alcance un monto mínimo (en MM USD) tal que distribuido anualmente en el período 2016-2020, permita alcanzar o superar valores de inversiones porcentuales anuales de un 3,5% respecto del PIB, de manera de cumplir con los requerimientos de inversión en Chile para aspirar a lograr una economía desarrollada.

Para lo anterior, se utilizan los valores del PIB Total y per cápita a precios de Paridad de Poder Adquisitivo (PPA), del período 2015-2020, se consideran en base a las estadísticas del Banco Central de Chile al año 2016, según el siguiente detalle:

Tabla 3-1: Valores PIB anual Chile Período 2015-2020

Concepto	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020
PIB Total (MM USD)	240.170	243.689	249.616	258.855	269.556	281.014
PIB per cápita PPA (USD)	23.460	23.803	24.382	25.285	26.330	27.449

Fuente: Estadística del Banco Central de Chile

Para efectos de distribuir la inversión anualmente en el período 2016-2020, se considera la representación de una Curva S de inversión vs plazo, característica de la evolución del avance de inversión en los proyectos de esta tipología, es decir, grandes proyectos de construcción de obras civiles, caminos, edificaciones, entre otros. Lo anterior, en base a la data de inversión estimada de una subdivisión trimestral, desde el Trimestre 1 del 2016 hasta el Trimestre 4 del 2020, con sus respectivos avances parciales y acumulados.

- c. A partir de los valores de inversión anual (en MM USD) en infraestructura de la cartera de proyectos seleccionada, obtenidos de la distribución en el periodo 2016-2020, según se indica en el literal anterior, se obtienen los valores porcentuales (%) de inversión, respecto del PIB en cada año de dicho período, junto con las variaciones porcentuales (%) de la inversión respecto del año anterior hasta el año 2020, con referencia en el año 2015.

Para lo anterior, se considera que para el año 2015 a utilizar como referencia, el valor porcentual estimado de inversión pública en infraestructura respecto del PIB Total alcanzó al **2,5%**, en base a la estadística de la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda, esto incluyendo la inversión en la modalidad de concesiones en asociación público privada. Por su parte el PIB Total año 2015, alcanzó a los **MM USD 240.170**, según estimación del Banco Central de Chile. Así, un resumen de lo anterior se muestra a continuación:

Tabla 3-2: Inversión Pública en Infraestructura Año 2015, respecto del PIB Total

Inversión Pública en Infraestructura Año 2015 (% del PIB)	2,50%
PIB Total Año 2015 (MM USD)	240.170
Inversión Pública en Infraestructura Año 2015 (MM USD)	6.004

Fuente: DIPRES Ministerio de Hacienda y Banco Central de Chile

3.2. Análisis y selección de un Modelo Económico para medir la sensibilidad del PIB a las variaciones en Inversión Pública en Infraestructura

Esta actividad considera el análisis y selección de un modelo económico actualizado y adecuado para el presente caso en estudio, que establezca empíricamente el orden de magnitud de la sensibilidad del PIB, a los cambios marginales del nivel de inversión pública en infraestructura (incluyendo la inversión en la modalidad de concesiones en asociación público privada). Lo anterior, a partir de la estimación de la “la elasticidad de Infraestructura Pública del PIB”, a largo plazo, con su respectivo rango de oscilación y nivel de confianza.

Se considera la revisión y análisis conceptual de dos (2) estudios desarrollados, aplicables al caso de Chile, que se detallan en el numeral 4.1 Antecedentes y Marco Teórico del Estado del Arte.

3.3. Determinación del Crecimiento del PIB per cápita, debido a la implementación de la Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura, en el Período 2016-2020

Obtenida la variación acumulada de inversión pública en infraestructura para el período 2016-2020, calculada según se indica en el numeral 3.1., literal c., se aplica sobre ésta el valor estimado de la elasticidad de Infraestructura Pública del PIB, establecido según el modelo seleccionado de acuerdo a lo que se indica en el numeral 3.2, obteniéndose así el valor del Crecimiento del PIB per cápita acumulado, en el período 2016-2020, que generaría la inversión pública en la cartera única de proyectos de infraestructura a desarrollar en dicho período.

En complemento, se calculan los valores máximo y mínimo del Crecimiento del PIB per cápita acumulado para el período 2016-2020, asociados respectivamente a los valores límite superior e inferior del rango de oscilación de la elasticidad de Infraestructura Pública del PIB, respecto del aumento del gasto en Inversión Pública en Infraestructura.

3.4. Cálculo y análisis de los valores del PIB per cápita del año 2020, considerando los incrementos debido a la implementación de la Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura

Esta etapa consiste en calcular y analizar los valores del PIB per cápita Año 2020, respecto del año 2015, obtenidos a partir del crecimiento acumulado de la inversión, por la implementación en el período 2016-2020, de la Cartera de Inversión Pública seleccionada, y la relación existente con los valores de la elasticidad de la infraestructura pública del PIB que defina el modelo.

A su vez, se analiza el valor proyectado del PIB para Chile, en el año 2020, obtenido de la estadística del Banco Central, y su crecimiento respecto del PIB del año 2015 y complementariamente, se estima el monto de inversión pública en infraestructura asociada a dicho crecimiento, aplicando la elasticidad de infraestructura pública del PIB que define el modelo seleccionado, considerando que dicha inversión corresponde a uno de los factores de producción implícitos que tienen efecto sobre el PIB per cápita.

Por último se realiza un análisis comparativo entre los valores del PIB per cápita del año 2020, que se obtienen considerando el efecto de la inversión pública en la cartera única de proyectos y los distintos valores de la elasticidad de infraestructura pública del PIB, y el valor obtenido de la proyección en base a estadística del Banco Central. Se incluye también el análisis de los respectivos Crecimientos del PIB al año 2020, medidos respecto del año 2015, y de la Inversión en Infraestructura Pública en el período 2016-2020.

3.5. Conclusiones

En esta etapa se presentan las conclusiones del estudio incluyendo aquellas relativas al cumplimiento del objetivo general y de los objetivos específicos.

4. ESTADO DEL ARTE

4.1. Antecedentes y Marco Teórico del Estado del Arte

Inversión Pública y Privada en Infraestructura en América Latina y el Caribe, incluido Chile

Según el estudio “Infraestructura en América Latina y el Caribe: Tendencias Recientes y Retos Principales”, elaborado por M. Fay y M. Morrison, Unidad de Finanzas, Sector Privado e Infraestructura Región de América Latina y el Caribe, Banco Mundial, Año 2005, para los países de la región, en un régimen competitivo de infraestructura, considerando todos los sectores que la comprenden, el gasto asociado total incluyendo público y privado, debía encontrarse entre el 4% y 6% anual de su PIB para alcanzar a los países en desarrollo y que se encontraban en el pasado bajo un perfil de subdesarrollo como Corea o China.

Lo anterior, es consistente con una estimación de la CEPAL, presentada diez años después (año 2014), que señala que los países de la región deberían invertir un 6,2% anual de su PIB para satisfacer sus demandas de infraestructura hasta el año 2020.

Por su parte, para efectos de un análisis de la realidad de Chile, de acuerdo a la información disponible en la Cámara Chilena de la Construcción, específicamente en el documento “Política de Inversión en Infraestructura: Bases para una Propuesta”, Consejo de Políticas de Infraestructura, Año 2014, países en un estado de desarrollo similar al alcanzado por Chile requieren invertir del orden del 5% al 6% de su PIB, incluyendo todos los sectores que comprende la infraestructura, para aspirar al desarrollo.

Inversión Pública en Infraestructura en Chile

A su vez, basado en el mismo estudio indicado en el párrafo anterior, si se consideran sólo los sectores en que la inversión es pública, incluyendo inversión en concesiones en asociación pública-privada, los requerimientos de inversión para Chile para aspirar al desarrollo debieran ser del orden del 3,5% del PIB. Lo anterior, excluyendo la inversión netamente privada en infraestructura de generación, transmisión y distribución de energía, telecomunicaciones, distribución de combustibles, abastecimiento de agua potable y recolección de aguas servidas.

Esto está lejos de ser el nivel de la inversión de los últimos años, ya que según los datos de la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda (año 2015), la inversión pública en infraestructura, incluyendo inversión en concesiones en asociación pública-privada, realizada durante los últimos 10 años ha alcanzado en promedio el 2,5% del PIB. Esto, ha generado un déficit en infraestructura a nivel país que se proyecta necesario corregir con urgencia en el período 2016-2020, de manera de mejorar el nivel de inversión en proyectos de infraestructura para alcanzar el nivel representativo de una economía en vías de desarrollo.

Estudios elaborados en el período 2014 - 2016 han definido distintas carteras de inversión en proyectos de infraestructura, que consideran aportes públicos directos para su materialización, así como también desarrollos en el marco de la asociación público privada (Concesiones) y otros netamente en base a inversión privada. A partir de dichos estudios, se reconocen los siguientes

diez sectores clave de inversión en infraestructura pública para el progreso económico y social del país en el período 2016-2020 (CCHC, año 2016):

1. Recursos Hídricos.
2. Vialidad Interurbana.
3. Aeroportuaria.
4. Portuaria.
5. Ferrocarriles.
6. Vialidad urbana.
7. Espacios Públicos.
8. Educacional.
9. Hospitalaria.
10. Penitenciaria.

Déficit de Inversión en Infraestructura Pública

Actualmente existen algunos estudios, tanto nacionales como internacionales, que declaran que en Chile existe un déficit en el nivel de inversión en infraestructura respecto de las necesidades de un país en vías de desarrollo o en estado de desarrollo. Un ejemplo, es el estudio “Política de Inversión en Infraestructura: Bases para una Propuesta Final”, desarrollado por el Consejo de Políticas de Infraestructura, año 2012.

Carteras de Inversión en Proyectos de Infraestructura Pública, período 2016-2025

Existen estudios desarrollados entre el 2014 y 2016, por instituciones públicas y privadas, que definen carteras de inversión en proyectos de infraestructura a materializar en Chile, entre los años 2016-2025, para salvar el déficit de inversión en infraestructura existente y alcanzar niveles de inversión de países en vías de desarrollo. Entre estos destacan:

- “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”, elaborada por el Ministerio de Obras Públicas, julio 2014
- “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”, elaborado por la Cámara Chilena de la Construcción, abril 2016.

Relación entre Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico

A fines de la década de los ochenta comienza a aparecer en la literatura económica un creciente número de estudios empíricos que buscan analizar el efecto que la inversión pública, en sus diversos ítemes, tiene sobre el crecimiento de la economía, concluyéndose específicamente que la inversión en infraestructura pública es un determinante clave de la productividad total de factores que la componen, específicamente sobre el PIB.

De hecho, varios autores sostienen que los países que han experimentado tasas de crecimiento mayores, justamente son aquellos que no sólo han destinado una mayor proporción del PIB al desarrollo de infraestructura, sino que ésta ha sido más estable en el tiempo.

Basado en este mismo enfoque, varios estudios han obtenido una actualización del orden de magnitud de la sensibilidad del PIB a los cambios marginales del nivel de gasto en infraestructura pública (incluyendo en algunos casos la inversión en concesiones neta de gastos administrativos), es decir, la elasticidad de Infraestructura Pública del PIB.

Para efectos de estimar el impacto del desarrollo de la infraestructura pública en el crecimiento económico, se han desarrollado para Chile un par estudios que establecen empíricamente la relación entre la variación de la inversión en infraestructura pública y el crecimiento económico, específicamente el crecimiento del PIB per cápita a largo plazo, a partir de la elasticidad de infraestructura pública del PIB. Los estudios señalados son:

- Efectos de la Infraestructura Pública sobre el Crecimiento de la Economía, Evidencia para Chile, elaborado por Jorge Rivera C. y Patricia Toledo T, Departamento de Economía, Universidad de Chile, julio 2004.
- Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico, Evidencia para Chile, elaborado por Byron Idrovo, Cámara Chilena de la Construcción, marzo 2012.

5. DESARROLLO DEL ESTUDIO

5.1. Determinación de una Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura, en el Período 2016-2020

Para efectos de determinar una Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura a desarrollar en el período 2016-2020, se analizan dos (2) estudios actualizados que diagnostican las necesidades de inversión pública, privada y en la modalidad asociación público-privada (Concesiones) para el desarrollo de proyectos de infraestructura en Chile, hasta el año 2030 y 2025, respectivamente.

Ambos estudios reconocen la existencia de un déficit en la inversión en infraestructura en Chile, respecto de las naciones en vías de desarrollo, y proponen recuperar e incrementar la capacidad de invertir en infraestructura, si se aspira a mantener las condiciones económicas para alcanzar las metas de bienestar social y crecimiento sostenible de los países, independiente de su nivel de crecimiento.

Los estudios indicados corresponden a los siguientes:

- “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”, elaborada por el Ministerio de Obras Públicas, julio 2014.
- “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”, elaborado por la Cámara Chilena de la Construcción, abril 2016.

Los criterios a utilizar para efectos de la selección de los distintos proyectos de inversión, a partir de los estudios señalados, se enuncian detalladamente en el numeral 3.1., literal b.

5.1.1. Análisis “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”

La “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión. Chile 30.30.”, ha sido elaborada por el Ministerio de Obras Públicas en el año 2014 y propone una serie de proyectos de inversión de acuerdo a las necesidades del país en materia de infraestructura en el período 2014 - 2030.

En forma general considera una inversión de casi MM USD 28.000, en inversión pública directa y en inversión vía asociación público privada, a través del mecanismo de concesiones. Por inversión pública directa son aproximadamente MM USD 18.000 en diversos planes y programas, y por la vía de concesiones, la inversión llega a los MM USD 9.962 como inversión potencial.

A partir de lo anterior, se conforman cuatro (4) grupos principales de inversión de acuerdo al siguiente detalle:

a) Concesiones de Obras Públicas por adjudicar:

Tabla 5-1: Concesiones de Obras Públicas por adjudicar

Proyecto	Inversión (MM USD)
Concesión Aeropuerto Aruro Merino Benítez	633
Embalse Punilla	387
Mejoramiento Ruta G-21	107
Nuevo Complejo Los Libertadores	55
Puente Industrial - Concepción	214
Ruta Nogales - Puchuncaví	148
Aeropuerto Carriel Sur	45
Aeropuerto Diego Aracena	49
Túnel El Melón	120
Melipilla - Camino La Fruta G-90	38
Camino La Fruta - Ruta 66	420
Mejoramiento Ruta 68	200
Teleférico Bicentenario	76
Teleférico Iquique	40
Centro Cívico Región de Los Ríos	38
Ruta Nahuelbuta	237
Conexión Rutas 68 - 78	108
Estacionamiento Subterráneo Centro Cívico - Concepción	12
Autopista Metropolitana Puerto Montt	273
Camino Ruta de La Madera	142
Conurbación La Serena - Coquimbo	133
Américo Vespucio Oriente (Príncipe de Gales - Grecia)	726
Puerto Terrestre Internacional Antofagasta	45
Ruta 5 Caldera - Chañaral	250
Aeródromo Balmaceda	31
Total (MM USD)	4.527

Fuente: “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”

b) Concesiones adjudicadas a la fecha y Modificaciones en Contratos de Concesión existentes:

Tabla 5-2: Concesiones de Obras Públicas adjudicadas y Modificaciones de Contratos de Concesión existentes

Proyecto	Inversión (MM USD)
Nuevos Contratos de Concesión adjudicados	3.144
Rutas del Loa	
Américo Vespucio Oriente en su tramo adjudicado...	
Hospital Salvador - Geriátrico	
Hospital Félix Bulnes	
Modificación de Contratos de Concesiones existentes	
Ampliación a Terceras Pistas y Nueva Plaza de Peaje - Ruta 5, Tramo Santiago - Talca y Acceso Sur	
Nuevo Puente Maipo y sus Accesos - Sistema Norte Sur	
Ampliación a Terceras Pistas - Ruta 5, Tramo Santiago - Los Vilos	
Enlace Norte Sur Eje General Velásquez - Sistema Norte Sur	
Santiago Centro Oriente - Sistema Oriente Poniente	
Total (MM USD)	3.144

Fuente: “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”

c) Iniciativas Privadas Priorizadas en Estudio (futuras Concesiones):

Tabla 5-3: Iniciativas Privadas Priorizadas en Estudio (futuros Contratos de Concesión)

Proyecto	Inversión (MM USD)
Accesos a Valdivia	209
Ruta 5 Longitudinal Chiloé	263
Autopista Costanera Central	1819
Total (MM USD)	2.291

Fuente: “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”

d) Inversión directa por Gasto Público:

Tabla 5-4: Inversión Directa por Gasto Público

Proyecto	Inversión (MM USD)
Plan de Conectividad Austral	1976
Plan Arica Parinacota	732
Plan de Grandes Embalses	2,37
Plan de Pequeños Embalses	515
Proyectos que planifica y ejecuta el Ministerio de Obras Públicas en todo Chile	14.800
Pavimentación de Caminos Rurales	
Carteras específicas en cada región del país	
Total (MM USD)	18.025

Fuente: “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”

En resumen, las inversiones en los cuatro grupos principales detallados anteriormente se muestran a continuación:

Tabla 5-5: Resumen de Grupos Principales de Proyectos de Inversión

Grupo Principal de Inversión	Inversión (MM USD)
Concesiones de Obras Públicas por adjudicar.	4.527
Concesiones adjudicadas a la fecha y Modificaciones en Contratos existentes.	3.144
Iniciativas Privadas Priorizadas en Estudio (futuras Concesiones).	2.291
Inversión directa por Gasto Público.	18.025
Total Inversión Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30 (MM USD)	27.987

Fuente: “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”

Respecto del programa de implementación de la totalidad de los proyectos, cabe señalar que la “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”, sólo se limita a enunciar un plazo general de desarrollo correspondiente al período 2014-2030, sin entregar una definición a firme de los plazos específicos de ejecución de cada uno, tampoco año de inicio ni año de término.

5.1.2. Análisis Estudio “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”

El estudio “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”, ha sido elaborado por la Cámara Chilena de la Construcción en el año 2016 y considera una inversión total de MM USD 151.417, en el período 2016-2025, incluyendo inversión pública directa y vía asociación público privada (a través del mecanismo de concesiones), así también inversión netamente privada. A su vez, dicho estudio diferencia la inversión a materializar acotada al período 2016-2020, cuyo monto total alcanza a los MM USD 76.283, y que se considera en adelante para efectos del presente análisis.

Los fundamentos principales en los que se basa este estudio son los siguientes:

- La importancia de identificar las necesidades de infraestructura que permitan alcanzar un mayor crecimiento económico a través de una mayor productividad, en tres niveles estratégicos: basal, productivo y social, reconociendo aquellas áreas deficitarias o claves para destrabar los frenos que limitan la eficiencia en la actividad productiva.
- Contar con una mirada de futuro que permita identificar tanto la trayectoria como la cuantificación de las inversiones requeridas en el período, de forma tal que se logre incrementar el crecimiento potencial de la economía. Para ello, se proyectó un escenario futuro a través de indicadores y estándares objetivos y trazables en el tiempo, con el fin de establecer una visión de desarrollo que permita guiar las inversiones sectoriales a través de planes estratégicos que sean viables en el decenio.

De acuerdo a lo anterior, la inversión proyectada está dividida en doce sectores clave para el progreso social y económico del país, agrupados en tres ejes estratégicos: Infraestructura Basal (agua, energía y telecomunicaciones), Infraestructura de Apoyo Logístico (vialidad interurbana, aeropuertos, puertos y ferrocarriles) e Infraestructura de Uso Social (vialidad urbana, espacios públicos, educación, hospitales y cárceles).

A continuación se muestra un detalle de las inversiones en proyectos de infraestructura propuestas a materializar, incluidos diferenciadamente en el estudio para el período 2016-2020:

a) Infraestructura Basal

Tabla 5-6: Proyectos de Infraestructura Basal

Sector	Sub-Sector	Inversión Parcial (MM USD)	Inversión Total (MM USD)
Recursos Hídricos	Disponibilidad de Agua	1.420	6.270
	Agua Potable y Saneamiento	3.775	
	Protección contra Inundaciones	1.075	
Energía	Generación	2.099	3.351
	Transmisión	251	
	Distribución	1.001	
Telecomunicaciones	Accesos Banda Ancha Fija	5.020	12.697
	Accesos Banda Ancha Móvil	6.608	
	Km Fibra Troncal	1.069	
		Total (MM USD)	22.318

Fuente: “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”

b) Infraestructura de Apoyo Logístico

Tabla 5-7: Proyectos de Infraestructura de Apoyo Logístico

Sector	Sub-Sector	Inversión Parcial (MM USD)	Inversión Total (MM USD)
Vialidad Interurbana	Inversiones Asociadas a Concesiones	3.540	10.633
	Inversiones Asociadas a Vialidad No Concesionada	7.093	
Aeropuertos	Inversiones Asociadas a Concesiones	700	1.011
	Inversiones Asociadas a Recursos del Estado (DAP)	311	
Puertos	Zona Norte	562	1.725
	Zona Central	1.084	
	Zona Sur	79	
Ferrocarriles	Pasajeros	656	992
	Carga	336	
Total (MM USD)			14.361

Fuente: “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”

c) Infraestructura de Uso Social

Tabla 5-8: Proyectos de Infraestructura de Uso Social

Sector	Sub-Sector/Ciudad	Inversión Parcial (MM USD)			Inversión Total (MM USD)
		Vialidad	Transporte	Total	
Vialidad y Transporte Urbano	Antofagasta	810	1036	1.846	34.486
	Coquimbo La Serena	1044	1447	2.491	
	Gran Valparaíso	1225	1496	2.721	
	Gran Santiago	6187	15469	21.656	
	Gran Concepción	1394	1308	2.702	
	Gran Temuco	395	1382	1.777	
	Puerto Montt	500	793	1.293	
Espacios Públicos	Grandes Espacios Públicos (cultura, deporte, recreación)			395	437
	Provisión Local (plazas y espacios deportivos)			42	
Educación	Aulas a Ampliar			196	2.179
	Aulas a Rehabilitar (50% aulas disp.)			263	
	Mejoramiento de Espacios Educativos			361	
	Comedores y Cocinas			79	
	Gimnasios (Primera etapa 1000)			408	
	Término de la JEC			326	
	Diseño e Implementación			442	
Hospitalario	Mobiliario y Equipamiento (5%)			104	2.153
	Cartera Sectorial vigente			2.140	
Cárceles	Hospitales malo y regulares fuera de cartera			13	349
	Cierre de Brechas por sobreuso			152	
	Requerimientos por incremento de población			84	
Total (MM USD)					39.604

Fuente: “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”

En resumen, las inversiones asociadas a los tres ejes estratégicos detallados anteriormente se muestran a continuación:

Tabla 5-9: Resumen de Proyectos de Infraestructura

Eje Estratégico	Inversión (MM USD)
Infraestructura Basal	22.318
Infraestructura de Apoyo Logístico	14.361
Infraestructura de Uso Social	39.604
Total Inversión Estudio Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para Chile Sostenible, Período 2016-2020 (MMUSD)	76.283

Fuente: “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”

Con relación al programa de implementación de los proyectos, aun cuando el plazo general contemplado para su desarrollo va desde el año 2016 al año 2025, cabe reiterar que el estudio incluye diferenciadamente la inversión en proyectos de infraestructura a materializar en el período 2016-2020, respecto de la inversión a materializar en el período 2021-2025.

5.1.3. Verificación de cumplimiento de criterios para selección de Proyectos de Inversión Pública en Infraestructura en el período 2016-2020

Para efectos de seleccionar los proyectos que conformarán la Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura, a desarrollar en el período 2016-2020, se aplican los criterios establecidos en el numeral 3.1., literal b. a los conjuntos de proyectos incluidos en los estudios descritos, y se verifica si estos criterios se cumplen o no se cumplen, obteniéndose, a partir de dicho análisis, los siguientes resultados:

- a) Para el estudio “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión. Chile 30.30.”:
- No se cumple para todos los proyectos incluidos en dicha agenda, que éstos se encuentren acotados, en cuanto a su implementación, al período comprendido entre los años 2016 y 2020, sino más bien se establece un período general para su materialización hasta el año 2030, sin una definición a firme de los plazos de ejecución de cada uno, tampoco año de inicio ni año de término.
 - Se cumple, para la totalidad de las inversiones en proyectos de infraestructura incluidos en dicha agenda, que éstos se desarrollarán exclusivamente en base a inversión pública o en asociación público-privada (Concesiones), excluyéndose la inversión netamente privada en los siguientes sectores:
 - ✓ Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
 - ✓ Telecomunicaciones.
 - ✓ Abastecimiento de agua potable y recolección de aguas servidas.
 - Se cumple, para la totalidad de las inversiones en proyectos de infraestructura incluidos en dicha agenda, que éstos se desarrollarán en los sectores de infraestructura siguientes:
 - ✓ Obras Públicas, a través del desarrollo de proyectos en forma directa o vía concesiones y de transferencias de capital al Ferrocarril Metropolitano (Metro).
 - ✓ Infraestructura del MINVU (en materia de vialidad urbana y pavimentación).
 - ✓ Infraestructura de Edificación Pública (educación, salud y justicia).
 - ✓ Transferencias de capital a ferrocarriles (FFCC).
 - ✓ Inversión en obras de riego y para la DGAC.
 - Los costos anuales y valores porcentuales asociados de inversión estimados respecto del PIB no pueden ser estimados específicamente para el período 2016-2020, dado que los plazos de la implementación de los proyectos son indeterminados y se encuentran acotados sólo al período completo 2014-2030.

No obstante lo señalado, sólo para efectos de verificación de la condición de inversión anual similar o mayor al 3,5% del PIB, asumiendo “hipotéticamente” una distribución de la totalidad de las inversiones a ejecutar hasta el año 2030, por MM USD 27.987, concentrada en el período 2016-2020, los resultados indican que la condición no se cumple, dado que los niveles anuales de inversión obtenidos varían entre un 1,61% y un 2,62%. Los resultados son los siguientes:

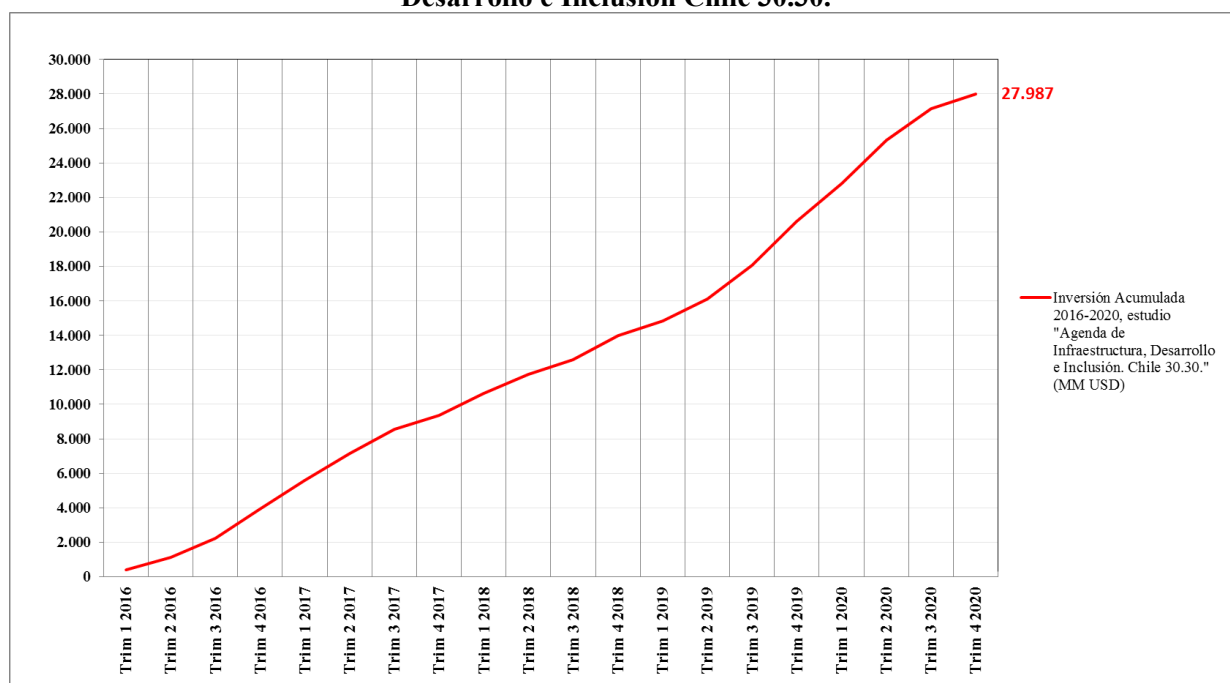
Tabla 5-10: Inversión anual en Infraestructura, período 2016-2020, estudio “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión. Chile 30.30.” y su relación con el PIB Total

Concepto	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Inversión Total 2016-2020 (MM USD)
Inversión anual en Infraestructura (MM USD)	3.918	5.458	4.618	6.619	7.375	27.987
Inversión acumulada en Infraestructura (MM USD)	3.918	9.376	13.994	20.613	27.987	
Inversión anual en Infraestructura (% de la Inversión Total)	13,30%	17,00%	21,00%	22,70%	26,00%	100,00%
Inversión acumulada en Infraestructura (% de la Inversión Total)	13,3%	30,3%	51,3%	74,0%	100,0%	
PIB estimado Banco Central (MM USD)	243.689	249.616	258.855	269.556	281.014	
Inversión en Infraestructura respecto del PIB (%)	1,61%	2,19%	1,78%	2,46%	2,62%	

Fuente: Autor

A su vez, la Curva S que muestra la distribución en el período 2016-2020 de la inversión, a partir de una subdivisión trimestral, desde el Trimestre 1 2016 hasta el Trimestre 4 2020, con sus respectivos avances acumulados es la siguiente:

Gráfico 5-1: Inversión Acumulada, período 2016-2020, estudio “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30.”



Fuente: Autor

- b) Para el estudio “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”:

- Se cumple para un subconjunto de los proyectos incluidos en dicho estudio, cuyo monto de inversión total alcanza a los MM USD 76.283, que éstos se encuentran acotados, en cuanto a su implementación, al período 2016-2020.
- No se cumple, para el subconjunto de proyectos a implementar en el período 2016-2020, que las inversiones se desarrollarán exclusivamente en base a inversión pública o en asociación público-privada (Concesiones), excluyéndose la inversión privada en los siguientes sectores:
 - ✓ Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
 - ✓ Telecomunicaciones.
 - ✓ Abastecimiento de agua potable y recolección de aguas servidas.

Sin embargo, es posible diferenciar las inversiones netamente privadas en los sectores señalados, excluyéndolas, con lo que se obtiene un subconjunto de proyectos que si cumplen con la condición de ser desarrollados exclusivamente en base a inversión pública o en asociación público-privada (Concesiones). Las inversiones a excluir son las siguientes:

Tabla 5-11: Inversiones Privadas a excluir estudio “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”

Sector	Sub-Sector	Inversión Parcial (MM USD)	Inversión Total (MM USD)
Recursos Hídricos	Agua Potable y Saneamiento	3.775	3.775
Energía	Generación	2.099	3.351
	Transmisión	251	
	Distribución	1.001	
Telecomunicaciones	Accesos Banda Ancha Fija	5.020	12.697
	Accesos Banda Ancha Móvil	6.608	
	Km Fibra Troncal	1.069	
		Total (MM USD)	19.823

Fuente: Autor

De acuerdo a lo señalado, considerando que el total de inversión en el período 2016-2020 se establece en MM USD 76.283 y que el valor total de las inversiones a excluir alcanza a los MM USD 19.823, se obtiene una cartera de inversión pública en infraestructura que asciende a los MM USD 56.460.

- Se cumple, para la cartera de inversión pública en infraestructura que asciende a los MM USD 56.460, a desarrollar en el período 2016-2020, resultante del punto anterior, que ésta financiará a los sectores de infraestructura siguientes:
 - ✓ Obras Públicas, a través del desarrollo de proyectos en forma directa o vía concesiones y de transferencias de capital al Ferrocarril Metropolitano (Metro).
 - ✓ Infraestructura del MINVU (en materia de vialidad urbana y pavimentación).
 - ✓ Infraestructura de Edificación Pública (educación, salud y justicia).
 - ✓ Transferencias de capital a ferrocarriles (FFCC).
 - ✓ Inversión en obras de riego y para la DGAC.
- Se cumple la condición de que la suma total de las inversiones en proyectos seleccionados alcance un monto mínimo, tal que distribuido anualmente en el período 2016-2020, permita obtener valores porcentuales anuales de inversión similares o mayores al 3,5% del PIB:

Tabla 5-12: Inversión anual en Infraestructura, período 2016-2020, estudio “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025” (excluida Inversiones Privadas) y su relación con el PIB Total

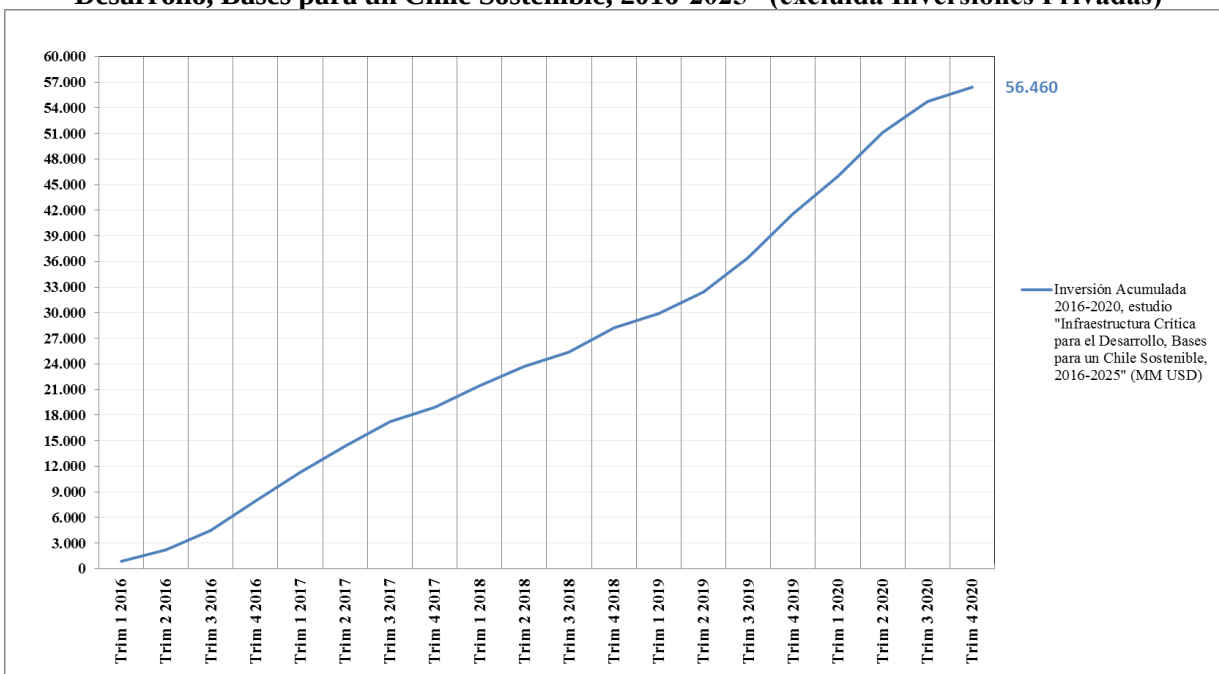
Concepto	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Inversión Total 2016-2020 (MM USD)
Inversión anual en Infraestructura (MM USD)	7.904	11.010	9.316	13.353	14.877	56.460
Inversión acumulada en Infraestructura (MM USD)	7.904	18.914	28.230	41.583	56.460	
Inversión anual en Infraestructura (% de la Inversión Total)	14,00%	19,50%	16,50%	23,65%	26,35%	100,00%
Inversión acumulada en Infraestructura (% de la Inversión Total)	14,0%	33,5%	50,0%	73,7%	100,0%	
PIB estimado Banco Central (MM USD)	243.689	249.616	258.855	269.556	281.014	
Inversión en Infraestructura respecto del PIB (%)	3,24%	4,41%	3,60%	4,95%	5,29%	

Fuente: Autor

Lo anterior, exceptuando el año 2016, en el cual se obtiene un valor de 3,24% del PIB, que se explica en el bajo valor de inversión en infraestructura respecto del PIB en el año 2015, que es sólo de un 2,5% y dada además la programación típica de los desembolsos en proyectos de construcción, que en una primera fase considera una inversión menor, respecto de la que se dispone en la fase media, la cual tiende a estabilizarse, para incrementarse en la fase final.

A su vez, la Curva S que muestra la distribución en el período 2016-2020 de la inversión, a partir de una subdivisión trimestral, desde el Trimestre 1 2016 hasta el Trimestre 4 2020, con sus respectivos avances acumulados es la siguiente:

Gráfico 5-1: Inversión Acumulada, período 2016-2020, estudio “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025” (excluida Inversiones Privadas)



Fuente: Autor

5.1.4. Selección de Proyectos de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020

Basado en los análisis y verificaciones realizadas en los numerales 5.1.1., 5.1.2. y 5.1.3., se seleccionan los Proyectos de Inversión Pública en Infraestructura siguientes:

Tabla 5-13: Cartera de Proyectos de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020

Tabla 5-15: Cartera de Proyectos de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020						
Eje Estratégico	Sector	Sub-Sector	Inversión Sectorial (MM USD)			Inversión Total 2016-2020 (MM USD)
Infraestructura Basal	Recursos Hídricos	Disponibilidad de Agua	1.420			2.495
		Protección contra Inundaciones	1.075			
		Subtotal Infraestructura Basal (MM USD)				
Infraestructura de Apoyo Logístico	Vialidad Interurbana	Inversiones en Concesiones	3.540			10.633
		Inversiones en Vialidad No Concesionada	7.093			
	Aeropuertos	Inversiones Asociadas a Concesiones	700			1.011
		Inversiones Recursos del Estado (DAP)	311			
	Puertos	Zona Norte	562			1.725
		Zona Central	1.084			
		Zona Sur	79			
	Ferrocarriles	Pasajeros	656			992
		Carga	336			
	Subtotal Infraestructura de Apoyo Logístico (MM USD)					14.361
Infraestructra de Uso Social	Vialidad y Transporte Urbano		Vialidad	Transporte	Total	34.486
		Antofagasta	810	1036	1.846	
		Coquimbo La Serena	1044	1447	2.491	
		Gran Valparaíso	1225	1496	2.721	
		Gran Santiago	6187	15469	21.656	
		Gran Concepción	1394	1308	2.702	
		Gran Temuco	395	1382	1.777	
		Puerto Montt	500	793	1.293	
	Espacios Públicos	Grandes Espacios Públicos	395			437
		Provisión Local (plazas y espacios deportivos)	42			
	Educación	Aulas a Ampliar	196			2.179
		Aulas a Rehabilitar (50% aulas disp.)	263			
		Mejoramiento de Espacios Educativos	361			
		Comedores y Cocinas	79			
		Gimnasios (Primera etapa 1000)	408			
		Término de la JEC	326			
		Diseño e Implementación	442			
		Mobiliario y Equipamiento (5%)	104			
	Hospitalario	Cartera Sectorial vigente	2.140			2.153
		Hospitales malo y regulares fuera de cartera	13			
	Cárceles	Cierre de Brechas por sobreuso	152			349
		Requerimientos por incremento de población	84			
		Reposición por obsolescencia	113			
		Subtotal Infraestructura de Uso Social (MM USD)				
TOTAL INVERSIÓN PÚBLICA EN INFRAESTRUCTURA 2016-2020 (MMUSD)						56.460

Fuente: “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”

La señalada cartera de proyectos corresponde a un conjunto de inversiones que se incluyen en el estudio “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”, del cual se excluyen las inversiones netamente privadas en proyectos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, telecomunicaciones y abastecimiento de agua potable y recolección de aguas servidas.

A su vez, dicha cartera se desarrollará en el período 2016-2020, sólo en base a inversión pública directa o en la modalidad de concesiones vía asociación público privada.

Por último, esta cartera cumple con que la suma total de las inversiones en los proyectos seleccionados, que asciende a los MM USD 56.460, alcanza un monto mínimo tal que distribuido anualmente en el período 2016-2020, permite obtener valores porcentuales anuales de inversión similares o mayores al 3,5% del PIB, salvo una excepción para el primer año de implementación (2016) de la cartera, la que se encuentra debidamente respaldada.

5.2. Análisis y selección de un Modelo Económico para medir la sensibilidad del PIB a las variaciones en Inversión Pública en Infraestructura

En la presente sección se identifica un modelo económico actualizado y aplicable al caso en estudio, que establezca una relación a largo plazo entre el Producto Interno Bruto e inversión pública en infraestructura (incluyendo la inversión en la modalidad de concesiones en asociación público privada), fundamentalmente a partir de la estimación de la “elasticidad de Infraestructura Pública del PIB”.

Lo anterior, en base a la revisión y análisis, desde el punto de vista conceptual, de dos (2) estudios desarrollados, aplicables al caso de Chile. Los estudios indicados son los siguientes:

- “Efectos de la Infraestructura Pública sobre el Crecimiento de la Economía, Evidencia para Chile”, elaborado por Jorge Rivera C. y Patricia Toledo T, Departamento de Economía, Universidad de Chile, julio 2004.
- “Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico, Evidencia para Chile”, elaborado por Byron Idrovo, Cámara Chilena de la Construcción, marzo 2012.

5.2.1. Análisis estudio “Efectos de la Infraestructura Pública sobre el Crecimiento de la Economía, Evidencia para Chile”, Rivera y Toledo, Julio 2004

Resumen

El estudio “Efectos de la Infraestructura Pública sobre el Crecimiento de la Economía, Evidencia para Chile”, a diferencia de otros estudios empíricos, analiza el efecto de la inversión pública en infraestructura en el crecimiento de Chile en el período comprendido entre los años 1970 al 2000.

Así, basándose en Glomm y Ravikumar (1994) y Yoke (2001), se presenta un modelo estocástico para testear la hipótesis de crecimiento endógeno contra una de crecimiento exógeno. Este modelo permite estimar una relación de largo plazo entre producto, inversión pública en infraestructura y capital privado. Dicha relación es verificada a través del test de cointegración de Johansen para el período 1975-2000. Los resultados muestran que existe una relación entre producto e inversión pública en infraestructura. Sin embargo, este resultado no es consistente con la hipótesis de crecimiento exógeno, ni con el efecto “spillover” asociado a la inversión pública.

A pesar de lo anterior, las estimaciones sugieren que un incremento del 10% en la inversión pública genera un aumento de 1,6% en el PIB (ambas variables en términos por trabajador).

Descripción General del Marco Teórico

El estudio asume dada una función de producción donde el producto depende del capital privado, del trabajo y la inversión pública en infraestructura, a partir de lo enunciado en los estudios de Barro y Sala i Martin (1990) y Glomm y Ravikumar (1993). Respecto de la inversión pública en infraestructura, esta se modela como un bien público rival pero no excluible, esto es, un bien provisto por el Estado sujeto a congestión. En este sentido, cabe señalar que, dado un cierto nivel de infraestructura, la congestión puede ser entendida como una disminución en el uso o disponibilidad de la misma cada vez que el nivel de actividad económica aumenta. Por consiguiente, considerando una función de producción agregada tipo Cobb-Douglas, el producto queda expresado de la siguiente forma:

(1)

$$Y_t = Ae^{z_t} K_t^\alpha [(1+x)^t L_t]^{1-\alpha} \tilde{G}_t^\theta$$

Donde:

Y_t : Nivel de producto real en el período t .

A : Constante que denota la componente exógena de la productividad de los factores.

K_t : Stock de capital privado.

L_t : Nivel de empleo en el período t .

X : Tasa de progreso tecnológico neutral a la Harrod.

$\tilde{G}$: Gasto en infraestructura pública ajustado por el efecto congestión.

Z : Shock estocástico con media cero y varianza constante.

Notemos que en el modelo anterior el bien público entra como un factor de producción generando una externalidad sobre el producto, el cual es asumido por las firmas. En particular, la corrección realizada al bien público por efecto congestión hace que G tome la siguiente forma:

(2)

$$\tilde{G}_t = \frac{G_t}{K_t^\phi [(1+x)^t]^{1-\phi}}$$

La ecuación (1) se puede expresar en unidades efectivas por trabajador de la siguiente forma:

(3)

$$\tilde{y}_t = Ae^{z_t} \tilde{k}_t^{\alpha-\phi} \tilde{g}_t^\theta$$

Siguiendo el modelo de crecimiento de Glomm y Ravikumar (1994), Yoke (2001) demuestra que es posible derivar, en un contexto estocástico, el espacio de cointegración, el que a lo más estará descrito por dos vectores de cointegración independientes. En particular, si existe un vector de cointegración, la ecuación de largo plazo puede ser escrita de la siguiente forma:

(4)

$$\ln y_t = \ln A + (\alpha - \vartheta\phi)\ln(k_t) + \theta\ln(g_t) + ([1 - \alpha(1 - \phi)]x)t + z_t$$

Donde el producto, el capital y la inversión pública están en términos del número de trabajadores. Note que si $\alpha + (1-\phi)\vartheta = 1$ y $x = 0$, la función de producción es consistente con la idea de un modelo de crecimiento endógeno, donde la economía crece a una tasa estable en el largo plazo. En tal caso, la relación de largo plazo puede ser escrita como:

(5)

$$\ln y_t = \alpha_1 + \alpha_2 \ln k_t + \alpha_3 \ln g_t$$

Por lo tanto, si, $\alpha + (1-\phi)\vartheta = 1$ entonces $\alpha_2 + \alpha_3 = 1$, lo que efectivamente permite analizar este supuesto. Por otro lado, si $\alpha + (1-\phi)\vartheta < 1$ y $x \neq 0$, el estado estacionario se caracterizaría por una tasa de crecimiento por trabajador igual a cero, consistente con la idea de un modelo de crecimiento exógeno. Notemos que en tal caso, redefiniendo la ecuación (4), la evidencia empírica debiese favorecer la siguiente relación de largo plazo:

(6)

$$\ln y_t = \beta_1 + \beta_2 \ln k_t + \beta_3 \ln g_t + \beta_4 t$$

Donde $\beta_2 + \beta_3 < 1$ y $\beta_4 > 0$.

$$\beta_2 + \beta_3 < 1 \text{ y } \beta_4 > 0$$

Descripción de los Datos

Este estudio considera el uso de datos anuales del producto, empleo, stock de capital e inversión en obras públicas, para el período 1975-2000.

Las series del producto, empleo y capital fueron obtenidas del Banco Central de Chile, mientras que la serie de inversión en obras públicas fue obtenida a partir de las memorias del Ministerio de Obras Públicas (MOP). La inversión pública utilizada corresponde a la suma de la inversión realizada en:

- a) Vialidad
- b) Obras de riego
- c) Aeropuertos
- d) Obras portuarias
- e) Arquitectura.

Dentro de los ítemes de inversión de Obras Públicas, vialidad es el más relevante, siendo en promedio para el período 1975-2000 el 64% del gasto total del MOP.

Conclusiones

El objetivo del estudio en análisis es determinar si la inversión en obras públicas ha tenido efectos en el crecimiento de la economía nacional en el período comprendido entre los años 1975-2000.

Así, basándose en la versión estocástica del modelo de crecimiento económico desarrollado por Glomm y Ravikumar (1994), se ha evaluado si los datos de la economía chilena son consistentes con un modelo de crecimiento endógeno, o consistentes con un modelo de crecimiento exógeno de la economía. Para esto, se procedió a través de la estimación de una ecuación de largo plazo, concepto conocido como cointegración.

Sin embargo, los valores de los estimadores no permiten concluir si la representación encontrada es consistente con un modelo de crecimiento endógeno o exógeno. Adicionalmente, tampoco fue posible encontrar un mecanismo de corrección de errores, ya que la velocidad de convergencia a la relación de largo plazo encontrada resulta no significativamente distinta de cero.

Finalmente, dado que la evidencia encontrada en este trabajo no es concluyente, fue necesario explorar nuevas especificaciones en la relación de largo plazo. Por ejemplo, a partir de la información disponible, parece razonable presumir que en Chile existió un cambio estructural en la ecuación de largo plazo que relaciona inversión MOP con producto: los antecedentes disponibles para el período 1975-1989 tienen un patrón de comportamiento muy distinto a aquellos del período 1990-2000. De esta manera, el uso de técnicas econométricas novedosas que permitan analizar la existencia de relaciones de largo plazo permitiendo cambios estructurales en las relaciones entre las variables, sería de gran utilidad en este caso (por ejemplo, *co-breaking*).

En términos de información, el análisis presenta una serie de problemas, básicamente por el tamaño de muestra con que se ha trabajado y por el hecho de que la serie de stock de capital utilizada es sólo una aproximación de la real. En este sentido, evaluar la hipótesis de cointegración utilizando datos de un panel con información de las regiones de Chile podría contribuir a la obtención de nueva evidencia empírica.

Como último comentario, es necesario mencionar que en este análisis no se han tomado en consideración los costos en producto asociados a las distorsiones creadas para financiar este gasto en infraestructura. Hacer la corrección correspondiente puede resultar muy complejo con la información disponible. De todas formas, este es un problema que presentan casi todos los modelos de crecimiento que tratan sobre las materias de este trabajo y sobre lo cual no hay un pronunciamiento explícito.

Sin perjuicio de lo anterior, los resultados sugieren que existe una relación de largo plazo entre producto, capital e inversión por trabajador y que existe una relación entre producto e inversión pública en infraestructura y sugieren que un incremento del 10% en la inversión pública genera un aumento de 1,6% en el producto (ambas variables expresadas en términos por trabajador).

5.2.2. Análisis estudio “Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico, Evidencia para Chile”, Idrovo, marzo 2012

Resumen

El estudio “Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico, Evidencia para Chile”, tiene como objetivo principal proveer, a partir de una evaluación empírica, una actualización del orden de magnitud de la sensibilidad del PIB a los cambios marginales del nivel de gasto en infraestructura pública (incluyendo la inversión en concesiones neta de gastos administrativos), para el período anual 1960-2010.

Así, basado en un análisis de cointegración de variables económicas, se obtiene una medida de elasticidad de infraestructura pública del PIB de 0,17% en el largo plazo, es decir, por cada 10% que aumenta la inversión en infraestructura pública, el PIB crece en promedio 1,7% en términos per cápita –con un rango de oscilación de 1,1% a 2,3% (al 95% de confianza).

Por otro lado, a partir del modelo de corrección de errores se desprende que el ajuste del PIB tiene un efecto rezagado a las perturbaciones económicas y el factor de ajuste es en promedio 35% anual una vez ocurrida la perturbación. En otras palabras, el tiempo que tardan las variables económicas en alcanzar una relación de equilibrio, luego de ocurrida una perturbación en el sistema, podría superar los dos años. Es importante aclarar que si bien el término equilibrio en economía es bastante amplio, aquí se refiere sólo a una relación estadística estable entre las variables económicas.

En este contexto, se concluye que el gasto de inversión en infraestructura pública (sumado el efecto de la inversión de concesiones) resulta fundamental en la productividad total de factores.

Descripción General del Marco Teórico

Para modelar la relación de largo plazo entre el crecimiento de la infraestructura pública y el comportamiento económico agregado, en primer lugar, se opta por el enfoque de funciones de producción. No obstante, a diferencia de un importante número de trabajos que deciden *a priori* utilizar una estructura lineal (modelo *log-log*) de la función de producción *Cobb Douglas*, aquí primero se evalúa empíricamente la especificación de una función de producción de elasticidad de sustitución constante (CES) –con tasa de progreso técnico sesgada o neutral exógena en el sentido de Harrod– y linealizada mediante el método de aproximación lineal de primer orden de series de Taylor (método de Kmenta, 1967).

El progreso técnico en el sentido de Harrod, supone que los trabajadores tienden a ser más eficientes en sus tareas laborales, afectando favorablemente la tecnología con que se combinan los factores productivos. En este caso el trabajo es medido en términos de unidades de eficiencia en lugar de número de trabajadores. Asimismo, se ha demostrado que especificaciones anidadas de la forma funcional lineal inicialmente propuesta, pueden derivarse de funciones de producción CES con tasa de progreso técnico neutral exógeno en el sentido de Hicks, la cual postula que los cambios tecnológicos a lo largo del tiempo pueden afectar a todos los factores productivos utilizados.

Conceptualmente la función CES representa un modelo de regresión intrínsecamente no lineal respecto de las variables y los parámetros; fue desarrollada en 1961 por Arrow, Chenery, Minhas y Solow. La estructura de este tipo de modelo constituye una generalización de funciones de producción que, bajo ciertas condiciones de sustitución y de rendimientos a escala de los factores productivos, se deriva la función de producción de Cobb-Douglas –intensamente utilizada en la literatura económica, debido a lo simple que resulta su linealización e interpretación.

La idea principal de este enfoque de funciones de producción, aplicado al análisis sectorial, se basa en los trabajos de Eberts (1986) y Ascheur (1989), en el sentido de que la mayor dotación de infraestructura podría definir la base tecnológica para lograr una combinación más eficiente de los factores productivos. Por lo que la infraestructura puede ser considerada como un insumo tecnológico que contribuye al crecimiento económico de largo plazo.

Así, con el propósito de definir un modelo del cual podamos estimar la relación de largo plazo entre el gasto en obras públicas (incluida la inversión en concesiones) y PIB, se incluye como factor tecnológico en la función CES el financiamiento público-privado de obras de infraestructura pública.

Formalmente, la ecuación (1) describe la función de producción CES, la cual supone que la elasticidad de sustitución es constante pero no necesariamente igual a la unidad. Por lo que captura la posible heterogeneidad de los procesos de producción en la industria. Al respecto, cabe señalar que la consistencia de los resultados obtenidos a partir de la estimación de este modelo, está sujeta a que efectivamente exista una relación de largo plazo entre la combinación de insumos productivos y el PIB. En términos econométricos, se debe cumplir que el conjunto de variables consideradas como exógenas cointegren con la variable endógena del modelo de regresión. Esto último permite definir una relación de equilibrio en sentido estadístico entre las variables económicas, por lo que las desviaciones entre el PIB y sus fundamentos de largo plazo corresponden a desequilibrios de corto plazo o desviaciones transitorias.

La función de producción CES con tasa de progreso técnico en el sentido de Harrod posee la siguiente expresión:

(1)

$$Y_t = \gamma \tilde{G}_t^\theta [\delta K_t^{-\rho} + (1 - \delta)((1 + r)^t L_t)^{-\rho}]^{-\frac{\nu}{\rho}} e^{\mu_t}$$

$$\tilde{G}_t = \frac{G_t}{K_t^\phi ((1 + r)^t L_t)^{1-\phi}}$$

$$G_t = G_t^d + C_t$$

Donde:

Y_t : Cantidad producida (correspondiente al PIB en millones de pesos de 2003) en el instante t .

- G_t : Suma del Gasto público directo en infraestructura pública (G_t^d) y el gasto en obras públicas concesionadas (C_t), respectivamente.
- K, L y $\tilde{G}$: Insumos productivos en la función CES y representan el nivel de stock de capital privado, nivel de empleo nacional y la productividad de la inversión en infraestructura de origen público. Esta última se define como la relación entre gasto de inversión en infraestructura pública y la combinatoria de insumos productivos utilizados (capital y mano de obra).
- γ : Parámetro que mide el grado de eficiencia con que se combinan los factores productivos (K, L, G) para obtener un determinado nivel de producto (PIB).
- δ y θ : Parámetros de distribución o preponderancia de los factores capital, trabajo e infraestructura.
- v : Coeficiente que mide el rendimiento a escala de los factores utilizados.
- ρ : Parámetro de sustitución de los factores utilizados.
- r : Tasa de progreso tecnológico neutral en el sentido de Harrod.
- μ : Perturbación estocástica centrada en el origen y con varianza constante.

Esta expresión permite ajustar la función de producción por el efecto de ciclo económico en el origen de la demanda de capital y trabajo. Particularmente, el efecto de ciclo económico (también llamado efecto congestión) supone que la disponibilidad (o utilización) de los servicios de infraestructura puede aumentar o disminuir, según el estado por el que transite el ciclo de la economía (basado en el trabajo de Rivera y Toledo, 2004).

Tomando logaritmo neperiano a ambos miembros de (1) y aplicando el método de Kmenta (1967), basado en el desarrollo de series de Taylor, es posible obtener la siguiente aproximación lineal de primer orden de la ecuación (1) en torno a $\rho = 0$:

(2)

$$\ln Y_t = h(G_t, K_t, L_t, t) + \rho v(1 - \delta) \delta \left[-\frac{1}{2} \{ \ln K_t - \ln L_t - t \ln(1 + r) \}^2 \right] + \mu_t$$

$$h(G_t, K_t, L_t, t) = \left\{ \begin{array}{l} \ln \gamma + \theta \ln G_t + (v\delta - \phi\theta) \ln K_t + (v(1 - \delta) - \theta(1 - \phi)) \ln L_t + \\ t(v(1 - \delta) - \theta(1 - \phi)) \ln(1 + r) \end{array} \right\}$$

La ecuación (2) se puede dividir en dos partes, la función $h(G_t, K_t, L_t, t)$ puede ser reparametrizada para obtener una función de tipo *Cobb Douglas* linealizada (modelo *log-log*) con tendencia determinística, mientras que el remanente constituye un término de corrección cuando ρ no converge a 0. Por lo que de existir una relación de largo plazo (relación de cointegración en términos estadísticos) entre las variables del modelo, la ecuación (2) puede ser estimada en base a la forma funcional (4):

Si ρ no converge a 0 $\Rightarrow$ CES:

(3)

$$\ln Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 \ln G_t + \alpha_3 \ln K_t + \alpha_4 \ln L_t + t\alpha_5 + \alpha_6 \left[-\frac{1}{2} \{ \ln K_t - \ln L_t - t\alpha_7 \}^2 \right] + \mu_t$$

Si ρ converge a 0 $\Rightarrow$ Cobb Douglas linealizada con tendencia determinística. Al respecto cabe señalar que esta forma funcional puede ser obtenida a través de la reparametrización de la aproximación de primer orden de series de Taylor (método Kmenta, 1967) de una función CES con progreso técnico en el sentido de Hicks.

(4)

$$\ln Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 \ln G_t + \alpha_3 \ln K_t + \alpha_4 \ln L_t + t\alpha_5 + \mu_t$$

Para evaluar si la función que se adecúa a la realidad chilena es CES o su versión particular de Cobb-Douglas con tendencia, es necesario identificar qué restricción deben cumplir los parámetros del modelo (3) con relación al modelo (2). Teóricamente, una función Cobb-Douglas resulta cuando el parámetro ρ converge a cero ($\rho \rightarrow 0$), en tal caso se dice que no es posible producir usando capital sin trabajo (o viceversa). En otras palabras, se requiere de la combinación de todos los factores para obtener un determinado nivel de producción.

Lo anterior implica una transformación de la función (3) de tal forma que disminuye el número de incógnitas del modelo, lo que da lugar al reemplazo de una función CES por una función de Cobb Douglas. Por otro lado, si además el rendimiento a escala de los factores es constante y tendiente a uno ($v \rightarrow 1$), es decir, si un aumento de una unidad de capital y trabajo, respectivamente, implican un aumento de una unidad de producto, entonces la expresión (3) puede experimentar una transformación adicional que, además de simplificarla, hace posible la interpretación de los resultados en términos del número de trabajadores (per-cápita), como se verá más adelante.

Todo lo anterior es posible evaluar a partir del siguiente sistema que resulta de la comparación de los parámetros de las ecuaciones (2) y (3). El parámetro v puede ser identificado a partir del siguiente sistema:

Ecuaciones	Solución
$\alpha_2 = \theta$	$\theta = \alpha_2$
$\alpha_3 = v\delta - \phi\theta$	$\alpha_3 = v\delta - \phi(\alpha_2)$
$\alpha_4 = v(1 - \delta) - \theta(1 - \phi)$	$\alpha_4 = v - (\alpha_2) - (v\delta - \phi(\alpha_2))$, donde: $\alpha_3 = v\delta - \phi(\alpha_2)$
	$v = \sum_{i=1}^3 \alpha_i$

Con relación al parámetro ρ , al ser parte de la relación:

$$\alpha_6 = \rho v(1 - \delta)\delta$$

Entonces, basta con que α_6 sea igual a cero para que ρ sea cero. Por lo tanto si:

$$\sum_{i=1}^3 \alpha_i = 1 \text{ y } \alpha_6 = 0$$

Entonces la función de producción CES (2) puede ser expresada como una función de producción *Cobb-Douglas* en términos del número de trabajadores.

(5)

$$\ln \left[\frac{Y_t}{L_t} \right] = \ln \gamma + \theta \ln \left[\frac{G_t}{L_t} \right] + (\delta - \phi\theta) \ln \left[\frac{K_t}{L_t} \right] + t(1 - \delta - \theta(1 - \phi)) \ln(1 + r) + \mu_t$$

Y su representación en forma reducida es:

(6)

$$\ln \left[\frac{Y_t}{L_t} \right] = \alpha_1 + \alpha_2 \ln \left[\frac{G_t}{L_t} \right] + \alpha_3 \ln \left[\frac{K_t}{L_t} \right] + t\alpha_4 + \mu_t$$

De esta forma, si el modelo es de crecimiento endógeno, entonces:

$$\delta + \theta(1 - \phi) = 1$$

Y en el modelo (5),

$$t(1 - \delta - \theta(1 - \phi)) \ln(1 + r) = 0$$

En este caso la economía crece a tasa constante a largo plazo y la variable innovación tecnológica es determinada dentro del propio sistema. Así, la hipótesis a contrastar es $\alpha_2 + \alpha_3 = 1$ y $\alpha_4 = 0$ en el modelo reparametrizado (6). De este modo, un gasto público en infraestructura estratégico, es decir, aquel que busca maximizar el crecimiento económico anticipando la demanda futura (en lugar de ir respondiendo rezagadamente a la demanda por nueva y mejor infraestructura), contribuiría significativamente al mayor crecimiento del PIB.

Por el contrario, si $(\delta + \theta(1 - \phi)) < 1$ y $(1 - \delta - \theta(1 - \phi)) \ln(1 + r) \neq 0$ en el modelo (5) o lo que es lo mismo $\alpha_2 + \alpha_3 < 1$ y $\alpha_4 \neq 0$ en el modelo (6), entonces el comportamiento del PIB en Chile puede ser ajustado por un modelo de crecimiento exógeno, es decir, los fundamentos del progreso tecnológico –que contribuyen al mayor crecimiento económico– provienen principalmente de fuentes externas relativo al acervo de los factores productivos (incluyendo la inversión en infraestructura pública).

Estrategia de Estimación

A priori el enfoque de funciones de producción supone que la infraestructura causa el crecimiento económico y no en sentido contrario. Sin embargo, la mayor renta también podría implicar una mayor demanda de servicios de infraestructura. En este caso, la dirección de causalidad iría en ambos sentidos. Por lo que, descartar tempranamente la posible existencia de bicausalidad entre ambas variables podría generar estimaciones sesgadas respecto del efecto de la infraestructura pública en el producto agregado de la economía.

Es decir, podríamos hablar de efectos “spillover” cuando en realidad no fue así o simplemente subestimar la medida de impacto real. Para evitar tales problemas de sesgo, recurriremos a la estimación de un modelo de corrección de errores, siempre y cuando se identifique una relación de cointegración entre las variables del modelo (PIB, empleo, stock de capital y gasto en infraestructura pública). Para ello, se aplica el procedimiento bietápico de Engel y Granger, estimando una estructura dinámica de regresión y utilizando como variable explicativa los residuos obtenidos de la regresión estática.

Stock (1987) sostiene que los estimadores OLS de una regresión cointegradora son superconsistentes, ya que los parámetros del vector de cointegración convergen en probabilidad a sus verdaderos valores a una tasa de $O_p(T)$, mayor a la tasa de convergencia clásica $O_p(T^{1/2})$. Además, la consistencia de las estimaciones se mantiene asintóticamente independiente de la variable que se use como dependiente, es decir, se puede optar por distintas normalizaciones del vector de cointegración, sin que ello altere las buenas propiedades estadísticas de los estimadores. Sin embargo, en muestras pequeñas la estimación del vector de cointegración por OLS estático no sólo podría ser sesgado, sino que la función de distribución límite de los estimadores tiende a distanciarse de una normal.

Para enfrentar este problema, los parámetros de la regresión cointegradora son estimados con el método Fully Modified OLS (FMOLS), propuesto por Phillips & Hansen (1990). Tales autores emplean una corrección semi-paramétrica para eliminar los problemas generados por la correlación de largo plazo entre residuos de la regresión cointegradora y las innovaciones del sistema de ecuaciones de los regresores. Formalmente, se considera la siguiente representación triangular estándar de un modelo de regresión lineal que supone la existencia de cointegración entre las variables.

(7)

$$y_{t(1 \times 1)} = X'_{t(1 \times m)} \beta_{(m \times 1)} + D'_{1t(1 \times n_1)} \gamma_{(n_1 \times 1)} + \mu_{1t(1 \times 1)}$$

Donde:

D'_{1t} : Vector de variables exógenas (variables de tendencias determinísticas).
 (y_t, X'_t) : Vector conformado por procesos estocásticos integrados de orden $d \geq 1$.
 μ_{1t} : Perturbación estacionaria o integrada de orden cero $I(d = 0)$. Por lo que μ_{1t} resulta de una combinación lineal de series con el mismo orden de integración ($d \geq 1$); siendo $(I, -\beta', -\gamma')$ el vector de cointegración. En segundo lugar, la especificación triangular aquí propuesta supone que X'_t es gobernado por el sistema de ecuaciones que se presenta a continuación:

(8)

$$X_{t(m \times 1)} = \prod'_{21(m \times n_1)} D_{1t(n_1 \times 1)} + \prod'_{22(m \times n_2)} D_{2t(n_2 \times 1)} + \eta_{t(m \times 1)}$$

$$\mu_{2t(m \times 1)} = \Delta_1 \eta_{t(m \times 1)}$$

Donde, $D_{1t(n_1 \times 1)}$ y $D_{2t(n_2 \times 1)}$ son vectores de regresores exógenos. Nótese que D'_{1t} está incluido en las dos estructuras de ecuaciones (7) y (8), mientras que D'_{2t} está contenido en el sistema de regresores (8) pero excluida de la ecuación cointegradora (7). De este modo, si una variable como la constante está presente en el modelo, ésta pertenece sólo al vector D'_{1t} .

Por último, se evalúa la especificación de un modelo VAR con vector de corrección de errores, identificado a partir del test de Johansen. Este último es un método alternativo para identificar una o más relaciones cointegradoras respecto del procedimiento propuesto inicialmente por Engel & Granger.

Antes de estimar el efecto de largo plazo del gasto público-privado en infraestructura pública a través del enfoque metodológico propuesto, es necesario corroborar la existencia de una relación de equilibrio entre el PIB y las variables inputs de la función de producción linealizada. En Economía, una situación de equilibrio tiene un amplio significado, sin embargo, aquí nos referiremos al equilibrio en el sentido estadístico que implica movimientos relativamente sincronizados entre el PIB y sus variables explicativas (también llamada relación de cointegración). De tal modo que cualquier perturbación del sistema económico será sólo de carácter transitorio. Así, como primer análisis de cointegración, esta sección analiza estadísticamente la existencia de una relación de largo plazo entre las variables basado en el método bietápico de Engel y Granger:

- El primer paso consiste en contrastar que las series sujetas al análisis sean no estacionarias o integradas I (d) de orden d .
- El siguiente paso consiste en probar estadísticamente si alguna combinación de estas variables genera un proceso estacionario I (0). En cuyo caso, diremos que existe cointegración, condición necesaria y suficiente para obtener estimadores superconsistentes de los modelos económicos planteados en la sección anterior.

Descripción de los Datos

Las principales variables en las que se basa el estudio son: PIB, empleo, stock de capital e inversión en infraestructura pública, todas con frecuencia anual desde 1960 hasta 2010.

El PIB (output) de la economía está expresado en millones de pesos de 2003 y corresponde a las cifras empalmadas de cuentas nacionales del Banco Central de Chile, según la compilación de referencia de Cuentas Nacionales 2003. Por su parte, el empleo (input de producción nacional) es medido en miles de trabajadores y publicado periódicamente por el INE.

Cabe indicar que en el desarrollo del estudio, la estadística de ocupados constituye una serie empalmada, debido al cambio metodológico implementado por el INE a partir de febrero de

2010. Otro factor de producción utilizado es el stock de capital (a precios constantes de 2003) y cuya elaboración está basada en el método de inventarios perpetuos.

Por último, el gasto en construcción asociado al desarrollo de infraestructura pública (también medido en millones de pesos de 2003) forma parte del set de factores (inputs) productivos que explican el crecimiento del PIB. Esto porque, presuntamente, la creación de infraestructura pública contribuye al uso eficiente de los recursos disponibles por parte del sector privado, lo que a su vez incide en el comportamiento del PIB.

Al respecto, el estudio de Rivera y Toledo (2004) plantea el siguiente ejemplo: las inversiones viales pueden implicar la disminución de los costos de transporte de las firmas, y con ello una caída en los costos totales de producción, las inversiones en obras de riego permiten mejorar la productividad de ciertos campos cultivables vía lo que se denomina seguridad de riego, las inversiones en puertos pueden disminuir los costos de exportación, etc. De este modo, es razonable pensar que la inversión en obras públicas podría semejar un insumo tecnológico -que aporta a la capacidad productiva por medio de externalidades asumidas por las firmas- y con ello, permitir a la economía alcanzar nuevas fronteras de producción.

A diferencia de otros trabajos, este estudio considera la inversión real en infraestructura pública como la suma de:

- a) Inversión real del MOP (proyectos y transferencias de capital al Metro).
- b) Inversión en infraestructura del MINVU (en materia de vialidad urbana y pavimentación).
- c) Gasto en infraestructura Ministerio del Interior (FNDR, Mejoramiento Urbano, Fondo Social).
- d) Gasto en construcción de establecimientos públicos (referente a educación, salud, justicia e instituto del deporte).
- e) Transferencias de capital a ferrocarriles (FFCC).
- f) Inversión en obras de riego.
- g) Inversión para la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

Por otro lado, la inversión en infraestructura pública muestra un importante aumento de su nivel a partir de 2006 –coherente con la política de mayores alzas de la inversión en infraestructura vial (ítem de mayor preponderancia en el gasto del MOP) y las nuevas asignaciones presupuestarias del APR (agua potable rural).

En este contexto, existe la posibilidad de que la mayor acumulación de infraestructura a partir de 2006 pudo significar una reducción significativa de su déficit respecto de años anteriores, por lo que la productividad marginal del insumo estatal pudo ser menor respecto de lo observado en años previos a 2006 – toda vez que la contribución marginal del factor disminuya a medida que este último aumenta (principio de la marginalidad decreciente). No obstante, las pruebas estadísticas para verificar la existencia de un posible cambio estructural en dicho período, no son del todo concluyentes (robustas), debido a que los test de quiebre estructural pierden poder cuando el tamaño de muestra es relativamente pequeño y/o los puntos de quiebre se encuentran cerca de los extremos de la muestra.

Conclusiones

El objetivo principal del estudio en análisis ha sido proveer, a partir de una evaluación empírica, una actualización del orden de magnitud de la sensibilidad del PIB a los cambios marginales del nivel de gasto en infraestructura pública (incluyendo la inversión en concesiones neta de gastos administrativos) para el período anual 1960-2010.

Basado en un análisis de cointegración de variables económicas y la estimación de un modelo VAR con vector de corrección de errores –que, en parte, captura la participación rezagada de la inversión en el producto agregado de la economía–, se obtuvo que la medida de elasticidad infraestructura pública del PIB bordea el 0,17 % en el largo plazo, es decir, por cada 10 % que aumenta la inversión en infraestructura pública, el PIB crece en promedio 1,7 % en términos per cápita –con un rango de oscilación de 1,1 % a 2,3 % (al 95 % de confianza).

Por otro lado, a partir del modelo de corrección de errores se desprende que el ajuste del PIB tiene un efecto rezagado a las perturbaciones económicas y el factor de ajuste es en promedio un 35 % anual una vez ocurrida la perturbación. En otras palabras, el tiempo que tardan las variables económicas en alcanzar una relación de equilibrio, luego de ocurrida una perturbación en el sistema, podría superar los dos años. Es importante aclarar que si bien el término equilibrio en economía es bastante amplio, aquí se refiere sólo a una relación estadística estable entre las variables económicas. En este contexto, se concluye que el gasto de inversión en infraestructura pública (sumado el efecto de la inversión de concesiones de obras) tiene un rol fundamental en la productividad total de factores.

5.2.3. Selección Modelo Económico para medir la sensibilidad del PIB a las variaciones en Inversión Pública en Infraestructura

Principales características de los estudios analizados

Los estudios “Efectos de la Infraestructura Pública sobre el Crecimiento de la Economía, Evidencia para Chile” e “Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico, Evidencia para Chile” analizan los efectos de la inversión pública en infraestructura en el crecimiento de Chile, basándose en modelos económicos obtenidos de evaluaciones empíricas, a partir de la data obtenida de los períodos 1970 al 2000 y 1960 al 2010, respectivamente.

En el caso del estudio “Efectos de la Infraestructura Pública sobre el Crecimiento de la Economía, Evidencia para Chile”, este ha sido desarrollado con la información de inversión pública en infraestructura en las siguientes áreas o sectores:

- Vialidad.
- Obras de Riego.
- Aeropuertos.
- Obras Portuarias.
- Arquitectura.

No obstante lo señalado, este estudio no incluye en la determinación del modelo el efecto de la inversión a través del mecanismo de Concesiones, es decir, en asociación público – privada (APP), aun cuando ésta modalidad de inversión comenzó a ser aplicada desde el año 1993 en adelante.

Por su parte, el estudio “Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico, Evidencia para Chile”, ha sido desarrollado a partir de la data de la inversión pública en infraestructura, ejecutada en el período 1960-2010, en los siguientes sectores:

- Proyectos MOP y transferencias de capital al Metro.
- Vialidad urbana y pavimentación (Infraestructura MINVU).
- Infraestructura de Mejoramiento Urbano, Fondo Social y Fondo Nacional de Desarrollo Regional (a través del Ministerio del Interior)
- Establecimientos públicos (educación, salud, justicia e instituto del deporte).
- Transferencias de capital a ferrocarriles (FFCC).
- Obras de riego.
- Infraestructura de la Dirección General de Aeronáutica Civil.

Este estudio, considera en la determinación del modelo la inversión a través del mecanismo de Concesiones de Obras Públicas (APP), por lo que el efecto específico de esta inversión se encuentra incluido en el modelo obtenido.

Selección del Modelo Económico

Para seleccionar el modelo más adecuado a utilizar en el presente estudio, se considera lo siguiente:

1. Para efectos de la generación de los modelos económicos en estudio, la data que representa un mayor período de inversión corresponde al período 1960-2010, es decir, datos para 50 años de inversión, que representan un 67% más de datos respecto del menor período 1970-2000. Esta condición resulta fundamental en cuanto a que el modelo definido con la mayor data representa de una forma más exacta la relación entre las variables que lo definen.
2. La Cartera de Proyectos de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020, que alcanza a los MM USD 56.460 y que ha sido seleccionada para efectos del presente estudio considera los siguientes sectores de inversión:
 - ✓ Obras Públicas, a través del desarrollo de proyectos en forma directa y de transferencias de capital al Ferrocarril Metropolitano (Metro).
 - ✓ Infraestructura del MINVU (en materia de vialidad urbana y pavimentación).
 - ✓ Infraestructura de Edificación Pública (educación, salud y justicia).
 - ✓ Transferencias de capital a ferrocarriles (FFCC).
 - ✓ Inversión en obras de riego y para la DGAC.

3. La mencionada cartera de proyectos contempla inversiones que se desarrollarán exclusivamente en base a inversión pública o en la modalidad de Concesiones en asociación público-privada (APP).

En virtud de lo señalado, el Modelo Económico seleccionado en el presente estudio, para medir la sensibilidad del PIB a las variaciones de Inversión Pública en Infraestructura, corresponde al modelo obtenido del estudio “Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico, Evidencia para Chile”, Idrovo, marzo 2012.

Lo anterior, considerando que dicho modelo ha sido obtenido en base a una data más extensa (período 1960-2010), lo que redundará en una modelación más exacta de la relación entre la variables que lo componen, y de mayor compatibilidad con la data de la cartera de proyectos seleccionada a analizar (MMUSD 56.460), en cuanto a la similitud de los sectores de inversión y a que ambas incluyen la inversión en la modalidad de concesiones de obras públicas (APP).

En resumen el modelo seleccionado entrega una actualización del orden de magnitud de la sensibilidad del PIB a los cambios marginales del nivel de gasto en infraestructura pública, incluyendo la inversión en concesiones, y que corresponde a la elasticidad de infraestructura pública del PIB, la que bordea el 0,17% en el largo plazo, es decir, por cada 10% que aumenta la inversión en infraestructura pública, el PIB crece en promedio 1,7% en términos per cápita –con un rango de oscilación de 1,1% a 2,3% (al 95% de confianza).

5.3. Determinación del Crecimiento del PIB per cápita, por la implementación de la Cartera de Inversión Pública Proyectos de Infraestructura, en el Período 2016-2020

La determinación del Crecimiento del PIB per cápita, que se generaría considerando la implementación de la Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura, en el Período 2016-2020, seleccionada para el presente análisis, se basa en la aplicación de la elasticidad de infraestructura pública del PIB obtenida del modelo seleccionado, definida en 0,17% en el largo plazo, sobre la variación acumulada de inversión, en el período 2016-2020, producto de la implementación mencionada.

Lo señalado, para efectos del presente estudio, significa considerar que por cada 10% de incremento en la inversión en infraestructura pública, medida en el período 2016-2020 respecto de la inversión en el año 2015, el PIB crecerá en promedio 1,7% en términos per cápita en el largo plazo, con un rango de oscilación de 1,1% a 2,3% (al 95% de confianza). Al respecto, cabe señalar que el crecimiento del PIB en el “largo plazo” se asimila al crecimiento que experimentará en cinco años, contados desde el año 2016 hasta el año 2020.

Para lo anterior, inicialmente se calculan las variaciones anuales parciales y acumuladas de inversión pública en infraestructura del período 2016-2020, respecto de la inversión pública en infraestructura del año 2015, a partir de los valores dados por la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada, obtenidos en la Tabla 5-12 y del valor de inversión del año 2015, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 3-2. Los valores obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 5-14: Variación de la inversión, debido a la implementación de la Cartera de Proyectos de Infraestructura seleccionada, en el Período 2016-2020, respecto del año 2015

Concepto		Unidad	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020
1.	PIB Total Anual (Banco Central)	MM USD	240.170	243.689	249.616	258.855	269.556	281.014
2.	Inversión Pública en Infraestructura Año 2015 respecto del PIB Total (DIPRES/MH)	%	2,50%					
3.	Inversión Pública en Infraestructura Anual 2015-2020 (Inversión Año 2015, según DIPRES MH + Inversión 2016-2020, dada implementación de Cartera de Proyectos seleccionada)	MM USD	6.004	7.904	11.010	9.316	13.353	14.877
4.	Inversión Pública en Infraestructura 2016-2020, acumulada anual	MM USD		7.904	18.914	28.230	41.583	56.460
5.	Variación Anual de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020, dada implementación de Cartera de Proyectos seleccionada, respecto del año 2015	%		31,65%	83,37%	55,16%	122,39%	147,78%
6.	Variación Acumulada de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020, dada implementación de Cartera de Proyectos seleccionada, medida respecto del año 2015	%		31,65%	115,01%	170,17%	292,56%	440,33%

Fuente: Banco Central, Ministerio de Hacienda y Autor

Así, el cálculo del Crecimiento acumulado del PIB per cápita, en el período 2016-2020, considerando la variación acumulada de la inversión pública en infraestructura de la Cartera de Proyectos seleccionada en dicho período, debe considerar que por cada 10% de incremento en la inversión en infraestructura pública, el PIB crecerá en promedio 1,7% en términos per cápita. Lo anterior, según lo siguiente:

Tabla 5-15: Crecimiento acumulado del PIB per cápita Período 2016-2020, debido a la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada (elasticidad de 0,17%)

Concepto		Unidad	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020
1.	Variación Acumulada de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020, dada implementación de Cartera de Proyectos seleccionada, medida respecto del año 2015	%		31,65%	115,01%	170,17%	292,56%	440,33%
2.	Crecimiento acumulado del PIB per cápita, Período 2016-2020 (1,7% por cada 10% de incremento de la Inversión), considerando la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada	%						74,86%

Fuente: Autor

El resultado anterior significa que, considerando una elasticidad de infraestructura pública del PIB de 0,17% en el largo plazo, el PIB per cápita del año 2020 presentaría un crecimiento de 74,86%, medido respecto del PIB per cápita del año 2015, considerado como base.

En complemento, se calcula el valor máximo del Crecimiento acumulado del PIB per cápita, para el período 2016-2020, asociado respectivamente al valor límite superior (2,3%) del rango de oscilación de la elasticidad de infraestructura pública del PIB:

Tabla 5-16: Crecimiento acumulado del PIB per cápita Período 2016-2020, debido a la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada (elasticidad de 0,23%)

Concepto		Unidad	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020
1.	Variación Acumulada de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020, dada implementación de Cartera de Proyectos seleccionada, medida respecto del año 2015	%		31,65%	115,01%	170,17%	292,56%	440,33%
2.	Crecimiento acumulado del PIB per cápita, Período 2016-2020 (2,3% por cada 10% de incremento de la Inversión), considerando la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada	%						101,28%

Fuente: Autor

Este resultado significa que, considerando una elasticidad de infraestructura pública del PIB de 0,23% en el largo plazo, el PIB per cápita del año 2020 presentaría un crecimiento de 101,28%, medido respecto del PIB per cápita del año 2015 considerado como base.

A su vez, se calcula también el valor mínimo del Crecimiento acumulado del PIB per cápita, para el período 2016-2020, asociado respectivamente al valor límite inferior (1,1%) del rango de oscilación de la elasticidad de infraestructura pública del PIB:

Tabla 5-17: Crecimiento acumulado del PIB per cápita Período 2016-2020, debido a la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada (elasticidad de 0,11%)

	Concepto	Unidad	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020
1.	Variación Acumulada de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020, dada implementación de Cartera de Proyectos seleccionada, medida respecto del año 2015	%		31,65%	115,01%	170,17%	292,56%	440,33%
2.	Crecimiento acumulado del PIB per cápita, Período 2016-2020 (1,1% por cada 10% de incremento de la Inversión), considerando la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada	%						48,44%

Fuente: Autor

Este resultado significa que, considerando una elasticidad de infraestructura pública del PIB de 0,11% en el largo plazo, el PIB per cápita del año 2020 presentaría un crecimiento de 48,44%, medido respecto del PIB per cápita del año 2015 considerado como base.

5.4. Cálculo y análisis del valor del PIB per cápita año 2020 y su Crecimiento respecto del PIB per cápita año 2015

En el presente capítulo se calculan los valores del PIB per cápita obtenidos debido a la implementación de la Cartera de Inversión Pública seleccionada, en el período 2016-2020.

A su vez, se analiza el valor proyectado del PIB para Chile, en el año 2020, obtenido de la estadística del Banco Central, y su crecimiento respecto del PIB del año 2015 para estimar el monto de inversión pública en infraestructura asociada a dicho crecimiento, aplicando la elasticidad de infraestructura pública del PIB, considerando que dicha inversión corresponde a uno de los factores de producción implícitos que tienen efecto sobre el PIB per cápita.

Por último, se realiza un análisis comparativo entre los valores del PIB per cápita del año 2020, que se obtienen considerando el efecto de la inversión pública en la cartera seleccionada y los valores de la elasticidad de infraestructura pública del PIB, vs el valor obtenido de la proyección a dicho año, en base a estadística del Banco Central.

5.4.1 Cálculo y análisis del PIB per cápita Año 2020, considerando la implementación, en el período 2016-2020, de la Cartera de Inversión Pública seleccionada

Los valores del PIB per cápita del año 2020 y sus respectivos crecimientos porcentuales medidos respecto del año 2015, considerando la implementación, en el período 2016-2020, de la Cartera de Inversión Pública en Proyectos de Infraestructura seleccionada, se muestran a continuación, calculados según corresponde con los valores medio, máximo y mínimo del rango de la elasticidad de infraestructura pública del PIB aplicada, definidos en el modelo adoptado:

Tabla 5-18: PIB per cápita año 2020, calculado en base al PIB per cápita año 2015, incrementado considerando la Inversión en Cartera de Proyectos Período 2016-2020

Concepto		Unidad	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Crecimiento acumulado PIB per cápita, Período 2016-2020 (1,7% por cada 10% de incremento de la Inversión), considerando la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada (Tabla 5-15)	%						74,86%
2.	PIB per cápita calculado respecto del PIB per cápita Año 2015, incrementado considerando la Inversión Pública en Infraestructura, Cartera de Proyectos 2016-2020 seleccionada y aplicando elasticidad media de 0,17%	USD	23.460					41.021
3.	Crecimiento acumulado PIB per cápita, Período 2016-2020 (2,3% por cada 10% de incremento de la Inversión), considerando la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada (Tabla 5-16)	%						101,28%
4.	PIB per cápita calculado respecto del PIB per cápita Año 2015, incrementado considerando la Inversión Pública en Infraestructura, Cartera de Proyectos 2016-2020 seleccionada y aplicando elasticidad máxima de 0,23%	USD	23.460					47.219
5.	Crecimiento acumulado PIB per cápita, Período 2016-2020 (1,1% por cada 10% de incremento de la Inversión), considerando la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada (Tabla 5-17)	%						48,44%
6.	PIB per cápita calculado respecto del PIB per cápita Año 2015, incrementado considerando la Inversión Pública en Infraestructura, Cartera de Proyectos 2016-2020 seleccionada y aplicando elasticidad mínima de 0,11%	USD	23.460					34.823

Fuente: Autor

Así, el valor del PIB per cápita del año 2020 alcanza a los USD 41.021, valor que representaría un crecimiento del 74,86%, medido respecto del PIB del año 2015 incrementado considerando la Inversión en la Cartera de Proyectos seleccionada, para el período 2016-2020, en base a una elasticidad media de infraestructura pública del PIB de 0,17%.

Por su parte, el valor del PIB per cápita del año 2020 alcanza a los USD 47.219, valor que representaría un crecimiento del 101,28%, medido respecto del PIB del año 2015 incrementado considerando la Inversión en la Cartera de Proyectos seleccionada, para el período 2016-2020, en base al valor máximo del rango de la elasticidad de infraestructura pública del PIB de 0,23%.

Por último, el valor del PIB per cápita del año 2020 alcanza a los USD 34.823, valor que representaría un crecimiento del 48,44%, medido respecto del PIB del año 2015 incrementado considerando la Inversión en la Cartera de Proyectos seleccionada, para el período 2016-2020, en base al valor máximo del rango de la elasticidad de infraestructura pública del PIB de 0,11%.

5.4.2 Análisis PIB per cápita proyectado por el Banco Central para el año 2020 y su Inversión Pública en Infraestructura relacionada

En esta sección se analiza el valor proyectado del PIB para Chile, en el año 2020, obtenido de la estadística del Banco Central, y su crecimiento respecto del PIB del año 2015.

Complementariamente, se estima el monto de inversión pública en infraestructura asociada a dicho crecimiento, aplicando la elasticidad de infraestructura pública del PIB que define el modelo seleccionado, considerando que dicha inversión corresponde a uno de los factores de producción implícitos que tienen efecto sobre el PIB per cápita.

Los valores del PIB per cápita anual proyectados por el Banco Central, para el período 2015-2020, (ver numeral 3.1, literal b), y sus crecimientos parciales y acumulados anuales se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 5-19: PIB per cápita período 2015-2020 y su Crecimiento, medido respecto del año 2015

Concepto		Unidad	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020
1.	PIB Per Cápita PPA Anual (Banco Central)	USD	23.460	23.803	24.382	25.285	26.330	27.449
2.	Crecimiento del PIB per cápita respecto al año 2015 (Banco central)	%		1,47%	3,93%	7,78%	12,24%	17,01%

Fuente: Banco Central

De acuerdo a los datos obtenidos a partir de los valores proyectados del Banco Central, el PIB per cápita del 2020 alcanza a los USD 27.449, valor que representaría un crecimiento del 17,01%, medido respecto del PIB del año 2015.

Al respecto, dado el enfoque de la función de producción que define el modelo seleccionado para establecer la medida de la elasticidad de la infraestructura pública del PIB, en el presente análisis se asume que el crecimiento del PIB per cápita al año 2020, calculado en base a los valores del Banco Central, ha sido proyectado incluyendo el efecto de los factores productivos como el empleo y el stock de capital, así también el impacto de un cierto monto acumulado de inversión pública en infraestructura en el período 2016-2020.

En particular, dicho monto de inversión acumulada puede ser estimado a partir de la relación entre el valor medio de la elasticidad de infraestructura pública del PIB, definida por el modelo seleccionado, y el crecimiento del PIB per cápita al año 2020, proyectado por el Banco Central, mediante la cual se calcula una variación porcentual acumulada de la inversión pública en el período 2016-2020, respecto de la del año 2015.

Calculada dicha variación, se proponen valores anuales de inversión respecto del PIB Total sobre el 2,5% (asumiendo como valor base el del año 2015), incrementados desde el año 2016 hasta el año 2020, hasta ajustar el valor acumulado con el valor de la variación ya calculada para dicho período. De esta forma, se obtienen los valores nominales en MM USD de la inversión pública en infraestructura anual y acumulada para el período 2016-2020.

La metodología descrita en los párrafos anteriores, para la estimación de la inversión pública en infraestructura acumulada en el período 2016-2020, considerada como uno de los factores de producción para el crecimiento del PIB per cápita proyectado por el Banco Central para el año 2020, medido respecto del PIB per cápita del año 2015, se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 5-20: Inversión Pública en Infraestructura acumulada Período 2016-2020, estimada en base a la proyección de crecimiento del PIB per cápita del Banco Central, aplicando elasticidad media de infraestructura pública del PIB de 0,17%, definida según modelo seleccionado

Concepto		Unidad	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020
1.	Crecimiento Anual PIB per cápita respecto al año 2015 (Banco central)	%						17,01%
2.	Variación Acumulada de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020, estimada en base a la proyección de crecimiento del PIB per cápita del Banco Central, aplicando elasticidad media de infraestructura pública de 0,17%, definida según modelo seleccionado	%						100,06%
3.	Inversión Pública en Infraestructura respecto del PIB Total (Año 2015, según DIPRES/MH + Años 2016-2020, según estimaciones del autor incrementadas desde el 2,5%)	%	2,50%	2,59%	2,67%	2,76%	2,85%	2,93%
4.	PIB Total Anual (Banco Central)	MM USD	240.170	243.689	249.616	258.855	269.556	281.014
5.	Inversión Pública en Infraestructura Anual 2015-2020 (Inversión Año 2015, según DIPRES MH + Inversión Años 2016-2020, según estimaciones del autor incrementadas desde el 2,5%)	MM USD	6.004	6.303	6.672	7.143	7.671	8.240
6.	Variación Anual de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020, medida respecto del año 2015, estimada en base a la proyección de crecimiento del PIB per cápita del Banco Central, aplicando elasticidad media de infraestructura pública de 0,17%, definida según modelo seleccionado	%		4,97%	11,12%	18,96%	27,76%	37,24%
7.	Variación Anual Acumulada de Inversión Pública en Infraestructura, Período 2016-2020, medida respecto del año 2015, estimada en base a la proyección de crecimiento del PIB per cápita del Banco Central, aplicando elasticidad media de infraestructura pública de 0,17%, definida según modelo seleccionado	%		4,97%	16,10%	35,06%	62,82%	100,06%
8.	Inversión Pública en Infraestructura 2016-2020, acumulada anual estimada en base a la proyección de crecimiento del PIB per cápita del Banco Central, aplicando elasticidad media de infraestructura pública de 0,17%, definida según modelo seleccionado	MM USD		6.303	12.975	20.118	27.789	36.029

Fuente: Autor

De acuerdo al cuadro anterior, el valor estimado de la inversión pública acumulada en infraestructura, en el período 2016-2020, asciende a los MM USD 36.029, calculado en base a la proyección de crecimiento del PIB per cápita del Banco Central que alcanza al 17,01%, medido respecto del año 2015, aplicando la relación entre dicho crecimiento y la elasticidad media de infraestructura pública del PIB de 0,17% que define el modelo seleccionado.

Este valor ha sido obtenido considerando porcentajes de inversión anual respecto del PIB Total, que varía entre un 2,59% hasta un 2,93%, para el período 2016-2020, lo que es consistente con la tendencia de inversión del 2,5% del PIB Total que se ha ejecutado en el país, de acuerdo a lo informado por el Ministerio de Hacienda para el año 2015.

5.4.3 Análisis comparativo valores PIB per cápita año 2020, obtenidos con implementación de la Cartera de Inversión Pública seleccionada, Período 2016-2020, vs valores proyectados por el Banco Central

A continuación, se presenta un cuadro resumen con el análisis comparativo entre los valores del PIB per cápita del año 2020, que se obtienen considerando el efecto de la inversión pública en la cartera única de proyectos de MM USD 56.460 y los distintos valores medio, máximo y mínimo de la elasticidad de infraestructura pública del PIB, y el valor obtenido de la proyección en base a estadística del Banco Central. Se incluye también el análisis de los respectivos Crecimientos del PIB al año 2020, medidos respecto del año 2015, y de la Inversión en Infraestructura Pública en el período 2016-2020:

Tabla 5-21: Análisis comparativo de valores PIB per cápita año 2020, de sus crecimientos respectivos respecto del PIB per cápita año 2015 y de sus inversiones en infraestructura pública asociada en el período 2016-2020

PIB per cápita Año 2015	Según resultados obtenidos considerando implementación de Cartera de Proyectos Seleccionada, Período 2016-2020						Según proyección Banco Central, Período 2016-2020				Diferencia entre PIB per cápita del Año 2020		Diferencia entre Crecimiento PIB per cápita al año 2020	Diferencia entre Inversión en Infraestructura Pública, Período 2016-2020	
	Elasticidad de Infraestructura Pública del PIB		PIB per cápita del Año 2020	Crecimiento PIB per cápita al año 2020, respecto Año 2015		Inversión acumulada en Infraestructura Pública	PIB per cápita del Año 2020	Crecimiento PIB per cápita al año 2020, respecto Año 2015		Inversión acumulada en Infraestructura Pública (según Tabla 5-19)					
	Según rango definido por el modelo	(%)	B	C	D	E	F	G	H	I					
	(USD)	(%)	(USD)	(USD)	(%)	(MM USD)	(USD)	(USD)	(%)	(MM USD)	(USD)	(%)	(%)	(MM USD)	(%)
23.460	Media	0,17%	41.021	17.561	74,86%	56.460	27.449	3.990	17,01%	36.029	13.572	49,44%	57,85%	20.431	56,71%
	Máxima	0,23%	47.219	23.759	101,28%						19.770	72,02%	84,27%		
	Mínima	0,11%	34.823	11.363	48,44%						7.373	26,86%	31,43%		

Fuente: Autor

Análisis de resultados con Elasticidad Media de Infraestructura Pública del PIB de 0,17%

De acuerdo a los resultados obtenidos, con la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada de MM USD 56.460, en el período 2016-2020, el valor del PIB per cápita al año 2020 alcanzaría a los USD 41.021, estimado en base a una elasticidad de infraestructura pública media del PIB de 0,17%, dada por el modelo económico definido por Idrovo (marzo 2012), que mide la sensibilidad del PIB a la variaciones de inversión pública en infraestructura. Dicho valor representa un crecimiento nominal de USD 17.561, equivalente a una variación de +74,86%, respecto del valor del PIB per cápita del año 2015 que asciende a los USD 23.460, según el Banco Central.

Por su parte la proyección del Banco Central para el PIB per cápita del año 2020 alcanza a los USD 27.449, valor que representa un crecimiento nominal de USD 3.990, equivalente a un +17,01% de incremento, respecto de los USD 23.460 del PIB per cápita del año 2015 estimado por el Banco Central.

Respecto de la proyección del Banco Central para el PIB per cápita del año 2020 que alcanza a los USD 27.449, el valor del PIB per cápita del año 2020 de USD 41.021 (obtenido con la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada de MM USD 56.460 y con una elasticidad media de infraestructura pública del PIB de 0,17%) presenta una diferencia nominal de USD 13.572, equivalente a una variación del +49,44%.

A su vez, se genera una variación del +57,85% entre el valor porcentual del Crecimiento del PIB per cápita medido al año 2020, obtenido considerando la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada de MM USD 56.460 y una elasticidad media de infraestructura pública del PIB de 0,17%, versus el valor proyectado de crecimiento del PIB per cápita al año 2020 del Banco Central. Cabe señalar, que ambos crecimientos del PIB per cápita son medidos respecto del valor del año 2015.

Por último, la inversión en la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada para el período 2016-2020, alcanza a los MM USD 56.460, y por su parte, según la proyección del Banco Central para el crecimiento del PIB per cápita al año 2020 respecto del valor del año 2015, la estimación de la inversión pública en infraestructura acumulada para el mismo período, alcanza

a los MM USD 36.029, valor referencial obtenido en base a una elasticidad media de infraestructura pública del PIB de 0,17%. Así, la diferencia entre ambos valores de inversión alcanza a los MM USD 20.431, lo que equivale a un +56,71% de variación.

Análisis de resultados con Elasticidad Máxima de Infraestructura Pública del PIB de 0,23%

Por su parte, en base a una elasticidad de infraestructura pública máxima del PIB de 0,23%, dada por el modelo económico definido por Idrovo (marzo 2012), considerando la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada de MM USD 56.460, en el período 2016-2020, el valor del PIB per cápita al año 2020 alcanzaría a los USD 47.219. Dicho valor representa un crecimiento nominal de USD 23.759, equivalente a un +101,28% de incremento, respecto del valor del PIB per cápita del año 2015 de USD 23.460 estimado por el Banco Central.

Respecto de la proyección del Banco Central para el PIB per cápita del año 2020 que alcanza a los USD 27.449, el valor del PIB per cápita del año 2020 de USD 47.219 (obtenido con la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada de MM USD 56.460 y con una elasticidad máxima de infraestructura pública del PIB de 0,23%) presenta una diferencia nominal de USD 19.770, equivalente a una variación del +72,02%.

A su vez, se genera una variación del +84,27% entre el valor porcentual del Crecimiento del PIB per cápita medido al año 2020, obtenido considerando la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada de MM USD 56.460 y una elasticidad máxima de infraestructura pública del PIB de 0,23%, versus el valor proyectado de crecimiento del PIB per cápita al año 2020 del Banco Central. Cabe señalar, que ambos crecimientos del PIB per cápita son medidos respecto del valor del año 2015.

Análisis de resultados con Elasticidad Mínima de Infraestructura Pública del PIB de 0,11%

Por su parte, en base a una elasticidad de infraestructura pública mínima del PIB de 0,11%, dada por el modelo económico definido por Idrovo (marzo 2012), considerando la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada de MM USD 56.460, en el período 2016-2020, el valor del PIB per cápita al año 2020 alcanzaría a los USD 34.823. Dicho valor del representa un crecimiento nominal de USD 11.363, equivalente a un +48,44% de incremento, respecto del valor del PIB per cápita del año 2015 de USD 23.460 estimado por el Banco Central.

Respecto de la proyección del Banco Central para el PIB per cápita del año 2020 que alcanza a los USD 27.449, el valor del PIB per cápita del año 2020 de USD 34.823 (obtenido con la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada de MM USD 56.460 y con una elasticidad mínima de infraestructura pública del PIB de 0,11%) presenta una diferencia nominal de USD 7.373, equivalente a una variación del +26,86%.

A su vez, se genera una variación del +31,43% entre el valor porcentual del Crecimiento del PIB per cápita medido al año 2020, obtenido considerando la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada de MM USD 56.460 y una elasticidad máxima de infraestructura pública del PIB de 0,11%, versus el valor proyectado de crecimiento del PIB per cápita al año 2020 del Banco Central. Cabe señalar, que ambos crecimientos del PIB per cápita son medidos respecto del valor del año 2015.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas del presente estudio, incluyendo aquellas relativas al cumplimiento del objetivo general y de los objetivos específicos, se presentan a continuación:

6.1. Conclusiones en Relación con los Objetivos Específicos

Cartera de Proyectos de Inversión Pública en Infraestructura “crítica a desarrollar”, en el período 2016 - 2020, para alcanzar niveles de inversión de una economía en vías de desarrollo

1. A partir del análisis de los conjuntos de proyectos revisados para efectos del presente estudio, se concluye que la cartera de proyectos de infraestructura pública identificada como “crítica a desarrollar”, en el período 2016-2020, para lograr niveles de inversión equivalentes o mayores a un 3,5% del PIB Total, similares a los de una economía en vías de desarrollo, alcanza a los MM USD 56.460.

Dicha cartera corresponde a un conjunto de inversiones acotadas al período 2016-2020 que se incluyen en el estudio “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”. El detalle de las inversiones se presenta en la Tabla 5-13.

Esta cartera de proyectos cumple con los criterios en cuanto a que se desarrollará sólo en base a inversión pública directa o en la modalidad de concesiones vía asociación público privada en los siguientes sectores, excluyendo la inversión netamente privada en proyectos de infraestructura:

- Obras Públicas, a través del desarrollo de proyectos en forma directa y de transferencias de capital al Ferrocarril Metropolitano (Metro).
- Infraestructura del MINVU (en materia de vialidad urbana y pavimentación).
- Infraestructura de Edificación Pública (educación, salud y justicia).
- Transferencias de capital a ferrocarriles (FFCC).
- Inversión en obras de riego y para la DGAC.

Además cumple con que la suma total de las inversiones, alcanza un monto mínimo tal que distribuido anualmente en el período 2016-2020, permite obtener valores porcentuales anuales de inversión, similares o mayores al 3,5% del PIB salvo una excepción, para el primer año de implementación de la cartera (2016), que se encuentra debidamente respaldada en el numeral 5.1.3, literal b. El detalle de los montos anuales de inversión se presenta a continuación:

Tabla 6-1: Montos de Inversión en Infraestructura Pública de Cartera de Proyectos seleccionada, Período 2016-2020

Concepto	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Inversión Total 2016-2020 (MM USD)
Inversión anual en Infraestructura (MM USD)	7.904	11.010	9.316	13.353	14.877	56.460
PIB estimado Banco Central (MM USD)	243.689	249.616	258.855	269.556	281.014	
Inversión en Infraestructura respecto del PIB (%)	3,24%	4,41%	3,60%	4,95%	5,29%	

Fuente: Autor

Por su parte, el monto identificado de inversión en infraestructura pública del año 2015, de acuerdo a la estadística del Ministerio de Hacienda, alcanzó a los MM USD 6.004, equivalente al 2,5% del PIB Total que alcanzó a los MM USD 240.170.

Se concluye que la distribución anual de inversión en el Período 2016-2020, del monto de MM USD 56.460 equivalente al total de la Cartera de Proyectos seleccionada, genera una variación porcentual acumulada de inversión equivalente a un 440,33%, calculada respecto del monto de inversión en infraestructura pública del año 2015, que alcanza a los MM USD 6.004. Dicho porcentaje se obtiene a partir de la suma de las variaciones porcentuales anuales calculadas entre la inversión de cada año del período 2016-2020 con la inversión del año 2015. Ver detalle en Tabla 5-14.

Verificación de un modelo económico que relacione la inversión pública en infraestructura con el crecimiento económico representado por el PIB

2. A partir del análisis de los dos modelos económicos revisados para efectos del presente estudio, se concluye que el modelo más adecuado para medir la sensibilidad del PIB a las variaciones de Inversión Pública en Infraestructura en Chile, corresponde al obtenido del estudio “Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico, Evidencia para Chile”, Idrovo, marzo 2012.

Lo anterior, dado que a partir de una evaluación empírica, este modelo entrega una actualización del orden de magnitud de la sensibilidad del PIB a los cambios marginales del nivel de gasto en infraestructura pública, incluyendo la inversión en concesiones de obras públicas y en base a la data de 50 años, correspondiente al período 1960-2010.

Definición de una medida o rango de elasticidad de Infraestructura Pública del PIB, con un nivel de confianza superior al 90%, que será aplicada para estimar el impacto de la materialización de la inversión en el PIB.

3. Basado en un análisis de cointegración de variables económicas y la estimación de un modelo VAR con vector de corrección de errores que, en parte, captura la participación rezagada de la inversión en el producto agregado de la economía (PIB), se obtuvo que la medida de “elasticidad infraestructura pública del PIB” bordea el 0,17 % en el largo plazo, es decir, por cada 10 % que aumenta la inversión en infraestructura pública, el PIB crece en promedio 1,7 % en términos per cápita, con un rango de oscilación de 1,1 % a 2,3 % (al 95 % de confianza).

Identificación de las variables macroeconómicas que se consideran en los modelos que relacionan la inversión pública en infraestructura con el crecimiento económico (PIB)

4. Dado que el modelo ha sido desarrollado a partir del enfoque de funciones de producción, que considera como inputs (entradas) a los factores productivos (entradas) y como output (salida) a la cantidad producida o PIB, se concluye que las principales variables macroeconómicas en las que se basa el modelo son:

- El PIB (output) de la economía, expresado en millones de pesos de 2003 y corresponde a las cifras empalmadas de cuentas nacionales del Banco Central de Chile, según la compilación de referencia de Cuentas Nacionales 2003.
- El Empleo (input de producción nacional), medido en miles de trabajadores y publicado periódicamente por el INE. Cabe indicar que en el desarrollo del estudio, la estadística de ocupados constituye una serie empalmada, debido al cambio metodológico implementado por el INE a partir de febrero de 2010.
- El Stock de Capital (input) a precios constantes de 2003, cuya elaboración se basó en el método de inventarios perpetuos.
- El Gasto en Construcción asociado al desarrollo de infraestructura pública o Inversión en Infraestructura (input), incluyendo la inversión en asociación público privada en la modalidad de concesiones, también medido en millones de pesos de 2003.

6.2. Conclusiones en relación con el Objetivo General

Cuantificar el crecimiento potencial del PIB per cápita al año 2020 en Chile, medido respecto del PIB per cápita 2015, a partir de la elasticidad de Infraestructura Pública del PIB, debido a la variación de la inversión pública en una cartera de proyectos, a ejecutar en el período 2016-2020

1. A partir de la relación entre la elasticidad de infraestructura pública del PIB (valor medio 0,17%, máximo 0,23% y mínimo 0,11%) y la variación acumulada de inversión pública (440,33%) en la cartera de proyectos seleccionada a ejecutar en el período 2016-2020, se concluye que los valores estimados del PIB per cápita año 2020 en Chile y sus crecimientos respectivos, calculados respecto del PIB per cápita 2015, son los siguientes:

Tabla 6-2: PIB per cápita año 2020 y crecimiento, calculado respecto del PIB per cápita año 2015

	Concepto	Unidad	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020
1.	Crecimiento acumulado PIB per cápita, Período 2016-2020 (1,7% por cada 10% de incremento de la Inversión), considerando la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada (Tabla 5-15)	%						74,86%
2.	PIB per cápita Año 2020 calculado respecto del PIB per cápita Año 2015, incrementado considerando la Inversión Pública en Infraestructura, Cartera de Proyectos 2016-2020 seleccionada y aplicando elasticidad media de 0,17%	USD	23.460					41.021
3.	Crecimiento acumulado PIB per cápita, Período 2016-2020 (2,3% por cada 10% de incremento de la Inversión), considerando la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada (Tabla 5-16)	%						101,28%
4.	PIB per cápita Año 2020 calculado respecto del PIB per cápita Año 2015, incrementado considerando la Inversión Pública en Infraestructura, Cartera de Proyectos 2016-2020 seleccionada y aplicando elasticidad máxima de 0,23%	USD	23.460					47.219
5.	Crecimiento acumulado PIB per cápita, Período 2016-2020 (1,1% por cada 10% de incremento de la Inversión), considerando la implementación de la Cartera de Proyectos seleccionada (Tabla 5-17)	%						48,44%
6.	PIB per cápita Año 2020 calculado respecto del PIB per cápita Año 2015, incrementado considerando la Inversión Pública en Infraestructura, Cartera de Proyectos 2016-2020 seleccionada y aplicando elasticidad mínima de 0,11%	USD	23.460					34.823

Fuente: Autor

2. Por su parte, el PIB per cápita del año 2020, que ha sido proyectado por el Banco Central alcanza a los USD 27.449, valor que representa un crecimiento acumulado del 17,01% respecto del PIB per cápita del año 2015, equivalente a USD 23.460.

A su vez, dado que el crecimiento del PIB per cápita al año 2020, calculado en base a la proyección del Banco Central, considera implícito el efecto de los factores productivos de empleo, stock de capital y de una cierta inversión pública en infraestructura en el período 2016-2020, se ha concluido que dicho monto de inversión puede ser estimado a partir de la relación entre el valor medio de la elasticidad de infraestructura pública del PIB, definida por el modelo seleccionado, y el crecimiento del PIB per cápita al año 2020, proyectado por el Banco Central.

Así, se calcula una variación porcentual acumulada de la inversión pública en el período 2016-2020, respecto de la del año 2015, resultante en 100,06%, lo que significa un monto de inversión total en el período 2016-2020 que alcanza a los MM USD 36.029.

Al respecto, cabe señalar que este monto total de inversión ha sido obtenido considerando porcentajes de inversión anual respecto del PIB Total, que varía entre un 2,59% hasta un 2,93%, para el período 2016-2020, lo que es consistente con la tendencia de inversión del 2,5% del PIB Total que se ha ejecutado en el país, de acuerdo a lo informado por el Ministerio de Hacienda para el año 2015.

3. El PIB per cápita del año 2020, que se obtiene considerando el efecto de la inversión pública en la cartera única de proyectos de MM USD 56.460 y un valor medio de 0,17% de elasticidad de infraestructura pública del PIB alcanza a los USD 41.021.

Por su parte, el PIB per cápita del año 2020 obtenido de la proyección en base a estadística del Banco Central alcanza a los USD 27.449 y, según se indica en el punto anterior, considera implícita una inversión de MM US 36.029, estimada en base a una elasticidad de infraestructura pública del PIB de 0,17%.

De lo anterior, se concluye que se produciría un incremento de USD 13.572, equivalente a un 57,85%, desde el PIB per cápita de USD 27.449 hasta los USD 41.021, si se ejecutara la inversión pública en la cartera de proyectos seleccionada de MM USD 56.460, en el quinquenio 2016-2020, en reemplazo de la inversión pública estimada por el Banco Central en infraestructura de MM USD 36.029 en el mismo período.

A su vez, visto de otra forma, se concluye que se produciría un crecimiento del PIB per cápita hasta los USD 41.021 en el año 2020, desde el valor proyectado por el Banco Central de USD 27.449 si la diferencia de inversión acumulada en infraestructura de MM USD 20.431, existente entre los MM USD 56.460 y los MM USD 36.029, fuera implementada en lo que resta del período 2016-2020 como inversión adicional a los MM USD 36.029.

4. Por su parte, el PIB per cápita del año 2020, que se obtiene considerando el efecto de la inversión pública en la cartera única de proyectos de MM USD 56.460 y un valor máximo de 0,23% de elasticidad de infraestructura pública del PIB, alcanza a los USD 47.219.

De lo anterior, se concluye que se produciría un incremento de USD 19.770, equivalente a un 72,02%, desde el PIB per cápita de USD 27.449 hasta los USD 47.219, si se ejecutara la inversión pública en la cartera de proyectos seleccionada de MM USD 56.460, en el quinquenio 2016-2020, en reemplazo de la inversión pública estimada por el Banco Central en infraestructura de MM USD 36.029 en el mismo período.

5. A su vez, el PIB per cápita del año 2020, que se obtiene considerando el efecto de la inversión pública en la cartera única de proyectos de MM USD 56.460 y un valor mínimo de 0,11% de elasticidad de infraestructura pública del PIB, alcanza a los USD 34.823.

De lo anterior, se concluye que se produciría un incremento de USD 7.373, equivalente a un 26,86%, desde el PIB per cápita de USD 27.449 hasta los USD 34.823, si se ejecutara la inversión pública en la cartera de proyectos seleccionada de MM USD 56.460, en el quinquenio 2016-2020, en reemplazo de la inversión pública estimada por el Banco Central en infraestructura de MM USD 36.029 en el mismo período.

6.3. Otras Conclusiones

1. Se concluye que los valores proyectados de USD 41.021, USD 47.219 y USD 34.823 obtenidos para el PIB per cápita del año 2020 de Chile, considerando la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada de MM USD 56.460 y una elasticidad de infraestructura pública del PIB media de 0,17%, máxima de 0,23% y mínima de 0,11%, respectivamente, corresponden actualmente a valores de PIB per cápita de países con economías desarrolladas como por ejemplo, Bélgica (USD 40.324), Holanda (USD 44.300) y Japón (USD 32.477), según estadística del Banco Mundial de diciembre de 2016.

Lo anterior, es concordante con los valores porcentuales de inversión en infraestructura pública medidos respecto del PIB Total, considerando la implementación de la cartera de proyectos de infraestructura pública seleccionada, en el período 2016-2020, que varían entre un 3,24% hasta el 5,29%, ubicándose el promedio de dicho rango, por sobre el porcentaje mínimo de 3,5% respecto del PIB Total, establecido como uno de los requerimientos de inversión en Chile para aspirar a lograr una economía desarrollada.

2. Por último, se concluye que los valores proyectados de USD 34.823, USD 41.021 y USD 47.219 para el PIB per cápita del año 2020 de Chile, considerando la implementación de la cartera de proyectos seleccionada de MM USD 56.460, en el período 2016-2020, y una elasticidad de infraestructura pública del PIB mínima de 0,11%, media de 0,17% y máxima de 0,23%, respectivamente, corresponderían a valores de PIB per cápita proyectados para Chile en los años 2025, 2029 y 2033, según proyecciones del autor en base a estadística del FMI y de la Cámara Chilena de la Construcción. Lo anterior, manteniendo los niveles de inversión en infraestructura pública respecto del PIB Total como los reales actuales, que se proyectan el rango de 2,5% al 3,0% en los próximos cinco años y que resultan insuficientes para lograr niveles de inversión en infraestructura de un país que aspira al desarrollo.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Sitio Web, Banco Interamericano de Desarrollo, año 2016.
2. Sitio Web Organización de Naciones Unidas, año 2016.
3. “Desarrollo de Infraestructura y Crecimiento Económico”, elaborado por Patricio Rozas y Ricardo Sanchez, para la CEPAL-ONU, en octubre de 2004.
4. Sitio Web Ministerio de Hacienda, Dirección de Presupuestos.
5. Sitio Web Banco Central, año 2016.
6. Sitio Web Banco Mundial, Año 2016.
7. SITO Web CEPAL-ONU, año 2016.
8. “Infraestructura en América Latina y el Caribe: Tendencias Recientes y Retos Principales”, elaborado por M. Fay y M. Morrison, Unidad de Finanzas, Sector Privado e Infraestructura Región de América Latina y el Caribe, Banco Mundial, Año 2005 (BM, 2005).
9. “Política de Inversión en Infraestructura: Bases para una Propuesta”, Consejo de Políticas de Infraestructura, Año 2014.
10. “Agenda de Infraestructura, Desarrollo e Inclusión Chile 30.30”, elaborada por el Ministerio de Obras Públicas, julio 2014.
11. “Infraestructura Crítica para el Desarrollo, Bases para un Chile Sostenible, 2016-2025”, elaborado por la Cámara Chilena de la Construcción, abril 2016.
12. “Efectos de la Infraestructura Pública sobre el Crecimiento de la Economía, Evidencia para Chile”, elaborado por Jorge Rivera C. y Patricia Toledo T, Departamento de Economía, Universidad de Chile, julio 2004.
13. “Inversión en Infraestructura Pública y Crecimiento Económico, Evidencia para Chile”, elaborado por Byron Idrovo, Cámara Chilena de la Construcción, marzo 2012.