

Economía aplicada

Ensayos de investigación económica 2020

Neil Erick Anderson Elescano

Joaquín Armas Muguerza

Camila Bringas Figueroa

Gonzalo Sebastián Bueno Bustíos

Stefano Castle Buraschi

Alfredo Federico Dancuart Zimmermann

Génesis Leda Hernández Peña

Rodrigo Maldonado Cuayla

Juan Ernesto Paredes Torre

Paolo Puppo Cáceda

María Alejandra Reyna Vera

Fabrizio Ruiz de Somocurcio Bertocchi

Diego Arturo Samalvides Pinedo

Dana Walzer Romero

Con la colaboración de:
Karina Angeles Mendoza



Economía aplicada

Ensayos de investigación económica 2020

Neil Erick Anderson Elescano
Joaquín Armas Muguerza
Camila Bringas Figueroa
Gonzalo Sebastián Bueno Bustíos
Stefano Castle Buraschi
Alfredo Federico Dancuart Zimmermann
Génesis Leda Hernández Peña
Rodrigo Maldonado Cuayla
Juan Ernesto Paredes Torre
Paolo Puppo Cáceda
María Alejandra Reyna Vera
Fabrizio Ruiz de Somocurcio Bertocchi
Diego Arturo Samalvides Pinedo
Dana Walzer Romero

Con la colaboración de:
Karina Angeles Mendoza



¿Estamos mejorando? El efecto de las Obras por Impuestos en la eficiencia de ejecución de los proyectos. Un análisis comparativo con las obras públicas tradicionales¹

Juan Ernesto Paredes Torre
Diego Arturo Samalvides Pinedo

Introducción

La inversión en infraestructura es fundamental para el desarrollo y crecimiento económico, porque es un instrumento de política económica que permite incrementar la productividad y competitividad de los países (Cepal, 2004), y porque la disponibilidad de infraestructura de calidad disminuye la pobreza e incrementa el acceso a mejores oportunidades (BID, 2000). Según Schwab (2017), existe una relación positiva entre calidad de infraestructura y PIB per cápita, evidenciando que países con mejor calidad en infraestructura son más productivos. El Perú ocupa el puesto 63, entre 140 países, en el *ranking* de este estudio.

El sector público es el encargado de proveer infraestructura que cubra las necesidades básicas de la población. Pero esta provisión muestra en el Perú las siguientes deficiencias:

- Limitado avance en el cierre de brechas de infraestructura (Bonifaz, Urrunaga, Aguirre, & Urquiza, 2016).
- Tendencia decreciente de la ejecución presupuestal a nivel nacional, de 2014 a 2018 (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2019).

¹ Este ensayo es una versión resumida y editada del Trabajo de Investigación Económica que, con el mismo título, fue concluido y aprobado en junio de 2020. Los autores agradecen a la profesora Joanna Kámiche por su valiosa asesoría.

- Incremento de proyectos que presentan demoras y paralizaciones a nivel nacional (Contraloría General de la República del Perú [CGRP], 2019).

Una modalidad de inversión en infraestructura pública, con participación del sector privado, son las asociaciones público-privadas (APP). Hay estudios que evalúan el impacto de las APP en la gestión, eficiencia y calidad de la provisión de bienes públicos (Andrés, Schwartz, & Guasch, 2013; Estache, Rossi, & Ruzzier, 2002), en la inversión público-privada y en el PIB (Pimentel, St. Aubyn, & Ribeiro, 2017; Hammami, Ruhashyankiko, & Yehoue, 2006).

En el Perú, un mecanismo alternativo son las Obras por Impuestos (OxI), implementado desde el año 2009 para agilizar la inversión pública (Proinversión, 2020). Si bien aún no se ha realizado un estudio teórico-empírico amplio sobre la eficiencia de las OxI, Graham y Huanca (2017) analizan cuantitativamente su eficiencia para el sector salud en comparación con las obras públicas tradicionales (OPT)², y encuentran que el costo y tiempo de ejecución de las OxI es menor. Ante ello, resultaba necesario, además de verificar si ese hallazgo es generalizable a otros sectores, investigar las posibles variables que influyen en el tiempo adicional, costo adicional y cierre de brechas. Es así como surge la pregunta de nuestra investigación: ¿son las OxI más eficientes que las OPT?

Nuestra hipótesis plantea que existe una mejora en la eficiencia, medida en tiempo, costo y mayor aporte al cierre de brechas, cuando la inversión en infraestructura se realiza bajo el mecanismo OxI en comparación con las OPT. Nos enfocamos en realizar un primer análisis cuantitativo de esas tres medidas de eficiencia de las OxI en los sectores de educación, transporte y saneamiento, en comparación con las OPT. De este modo, complementamos los estudios existentes aportando evidencia robusta y útil para definir políticas que permitan mejorar este mecanismo.

I. Contexto: la infraestructura pública en el Perú

El principal mecanismo de inversión en infraestructura del sector público peruano son las OPT. Estas pueden ser ejecutadas por la entidad gubernamental de dos maneras: ejecución presupuestaria directa, cuando utiliza sus propios recursos para realizar el proyecto; y ejecución presupuestal indirecta, cuando, mediante un contrato, encarga la ejecución de obra (CGRP, 2019).

² Una OPT es un proyecto de construcción y/o mejoramiento de estructuras destinadas a satisfacer necesidades públicas, cuyos costos e ingresos son enteramente asumidos por entidades gubernamentales (Instituto Peruano de Economía, 2013).

Según el MEF (2019), el monto de ejecución de proyectos de inversión se incrementó entre los años 2016 y 2018 en un 11,01% para el Gobierno nacional y en un 13,57% para los Gobiernos locales (véase el anexo 1). Sin embargo, en esos mismos años fue disminuyendo el porcentaje de inversión pública ejecutada respecto a la programada (véase el anexo 2). Adicionalmente, en el anexo 3, se observa que en el año 2019 hubo 867 obras públicas paralizadas a nivel nacional y regional (CGRP, 2019).

Debido a los bajos y lentos niveles de ejecución, el año 2008 fue promulgada la Ley de Obras por Impuestos (Ley 29230), que estableció las OxI como mecanismo adicional para financiar la ejecución de Proyectos de Inversión Pública (PIP), mediante la suscripción de convenios entre empresas privadas y entidades del Gobierno nacional (GN), de Gobiernos regionales (GR), de Gobiernos locales (GL) o de universidades públicas (UP).

Bajo el mecanismo de OxI existen dos modalidades de inversión: (i) mediante una petición de gracia, la empresa privada o un consorcio de estas presentan una propuesta de proyecto ante la entidad pública; y (ii) mediante iniciativa de la entidad pública. Ambas modalidades se formalizan con los mencionados convenios. A partir ello, se procede a la formulación del expediente técnico y ejecución de obra por una empresa constructora.

De ese modo, las empresas privadas invierten en la ejecución de obras públicas en calidad de préstamo a costo financiero cero para el Estado, debido a que la recuperación del monto invertido por la empresa se da mediante los Certificados de Inversión Pública Regional y Local, o Nacional (CIPRL o CIPGN), con cargo futuro al impuesto a la renta (IR) de tercera categoría. En tal sentido, si bien el Estado deja de percibir monetariamente esos ingresos tributarios, la sinergia público-privada le permite liberar recursos técnico-financieros para ser usados en otros proyectos. Además, amplía la cobertura y calidad de los servicios públicos, genera empleo y acelera la construcción de infraestructura (Proinversión, 2020).

II. Revisión de literatura

Debido a que las OxI peruanas fueron implementadas recientemente, hay pocos estudios al respecto, por lo que aquí mencionaremos estudios sobre formas de inversión pública y metodologías para comparar OxI y OPT.

1. Formas de inversión pública

Es importante analizar la eficiencia en la gestión de proyectos, a fin de cuantificar su impacto tomando en cuenta la transferencia de conocimientos del

sector privado al sector público; así como analizar su implementación como mecanismo para cerrar brechas en infraestructura.

Moszoro (2010) evalúa la eficiencia de las APP mediante un modelo de optimización teórico-discreto de capacidades de gestión y transferencia de conocimientos. Encuentra que cuando el sector privado transfiere al sector público conocimientos (*know-how*) sobre la capacidad de gestión del proyecto, se ofrece un bien público de mejor calidad al mismo costo.

A nivel empírico, Estache, Rossi y Ruzzier (2002) evalúan el impacto de la participación del sector privado en la calidad y productividad de empresas de electricidad en América Latina. Utilizan un modelo de frontera de producción estocástica para 110 empresas de 14 países latinoamericanos durante los años 1994-2000 y concluyen que las empresas privadas brindan un acceso a estos servicios un 30% mayor que las empresas públicas

Asimismo, Andrés, Schwartz y Guasch (2013) realizan un análisis de series de tiempo durante los años 1995-2006 en 32 países de América Latina que implementan APP como mecanismo de cierre de brechas en infraestructura. Miden el impacto en la cobertura como porcentaje de hogares con acceso a electricidad y agua, en precios, en calidad del servicio; y encuentran un efecto positivo y significativo sobre estas variables cuando el proyecto es gestionado mediante una APP.

También se ha comparado el impacto en costos de inversión de la gestión privada respecto a la pública. Para el caso de los Estados Unidos, Viscusi, Vernon y Harrington (2005) muestran que el sector privado es capaz de ejecutar obras de infraestructura 40 veces menos costosas que el sector público, debido a una mejor gestión de los proyectos medida en términos de menor tiempo de construcción y menores gastos administrativos.

Desde otra perspectiva, ha sido analizada la incidencia de la capacidad técnica del sector público para una gestión adecuada de proyectos durante sus etapas de preinversión, formulación, construcción y evaluación. Para América Latina, Máttar y Perrotti (2014) sostienen que la programación de inversiones debe resultar de un proceso planificado de proyectos alineados por niveles de prioridad, donde lo más importante por priorizar son las necesidades locales, mas no los proyectos de inversión por sí mismos.

Para el Perú, Aragón y Casas (2008) comprueban, mediante datos de panel, que las capacidades técnicas influyen en el desempeño del gasto en obras públicas de los municipios peruanos analizados. Su principal hallazgo fue que la falta de capacitación por parte de los municipios tiene un efecto negativo en dicho gasto, siendo este efecto mayor cuando carecen de habilidades de

gestión de proyectos. Encuentran, además, que esas carencias provocan una subinversión de por lo menos un 6% en municipalidades que inesperadamente reciben significativos ingresos adicionales a los usuales.

Y Pizarro y Alatrística (2016) analizan 14 regiones peruanas para evaluar, con datos de panel y efectos fijos, la efectividad de las APP como mecanismo de competitividad regional y crecimiento económico durante 2010-2015. Encuentran un efecto positivo de las APP en infraestructura y formación de capital humano, que reduce brechas regionales.

En suma, la evidencia sobre las APP permite afirmar, siguiendo a Akitoby, Hemming y Schwartz (2007), que su creación y promoción como alternativa de inversión en obras públicas se justifica porque la empresa privada, al optimizar sus beneficios, establece condiciones de ejecución que aportan proyectos de mejor calidad a menos costo y tiempo.

2. Metodologías para comparar OXI con OPT

Los estudios empíricos consultados suelen utilizar metodologías de diferencias en diferencias (DD) y *propensity score matching* (PSM) que, aunque no están enfocadas en inversión pública, pueden ser útiles para nuestro estudio.

Van de Walle (2009) elabora una guía metodológica para evaluar el impacto de proyectos de transporte en zonas rurales. Sugiere la metodología DD para evaluar *ex post* el impacto de la construcción de carreteras. Pero una DD convencional no toma en cuenta la endogeneidad del desarrollo de infraestructura³. Para solucionarlo, es necesario controlar las condiciones iniciales y los factores de variación en el tiempo, combinando las metodologías DD y PSM previa selección de áreas de comparación idónea entre las no incluidas y las incluidas en la zona de influencia de la carretera.

Esta combinación de metodologías es recomendada por Lara, Mizala y Repetto (2011), quienes objetan estudios con datos transversales según los cuales los estudiantes de escuelas privadas tienen mejores resultados educativos que los de escuelas públicas, argumentando que sus estimaciones pueden ser inválidas debido a que las diferencias de densidad escolar entre ambos tipos de escuela pueden reflejar características no observadas que afectan los resultados educativos. Por ello, dichos autores utilizan tanto DD como PSM para solucionar posibles sesgos en la selección de los estudiantes más capaces,

³ La relación entre infraestructura y desarrollo económico puede darse de manera bidireccional: la inversión en infraestructura genera desarrollo económico y, cuando ya existe un cierto nivel de desarrollo, este promueve las inversiones en infraestructura.

y, así, encuentran que el cambio de una escuela pública a una privada tiene un impacto pequeño y a veces insignificante en los puntajes de las pruebas.

Un estudio que evalúa la eficiencia de las Oxl es el realizado por Graham y Huanca (2017), el cual compara el tiempo y costo en la ejecución de dos hospitales: uno en Moquegua como OPT y el otro en La Libertad como Oxl; y encuentra que la OPT presenta dos veces más de demora en tiempo y un costo adicional de un 5% respecto al monto planificado, en comparación con la Oxl.

Otro estudio cuantitativo es el realizado por Má *et al.* (2012) para evaluar *ex post* la construcción de un hospital para Ventanilla. Su principal hallazgo fue que el costo adicional no contemplado en el expediente técnico puede explicarse por la diferencia entre el monto viable de inversión y el ejecutado.

Sin embargo, una evidencia desfavorable para las Oxl es la provista por Flores, Fernández y Moreno (2018). Estos autores usan la herramienta multicriterio para la priorización de proyectos de inversión pública, a fin de evaluar si unos proyectos Oxl de transportes en dos distritos de Arequipa aportan al cierre de brecha de infraestructura. Así, encuentran que tales Oxl no aportan a dicho cierre, ya que con dicha herramienta identifican al sector transporte como el menos prioritario para esos distritos. Y también dan cuenta de que un proyecto benefició más a la empresa privada contratada, pues su planta de producción colinda con la avenida objeto del proyecto.

III. Marco analítico

La presente investigación busca medir la eficiencia en la ejecución de las inversiones en infraestructura pública, con base en un modelo que representa el funcionamiento del mecanismo Oxl haciendo énfasis en la minimización de costos, y que presentamos a continuación.

Defínase «eficiencia» cuando los recursos destinados al proyecto son los menores posibles asegurando una calidad determinada. Planteamos la siguiente función de eficiencia: $e = (t, c)$, donde e depende negativamente del tiempo de ejecución (t) y del costo del proyecto (c); es decir, a menor tiempo y costo del proyecto, más eficiente será su ejecución por la entidad a cargo de este. Y definimos una función de costos igual a $c = (Q, w, r)$, que depende positivamente de tres factores: el número de beneficiarios del proyecto (Q), el salario promedio de la región (w) y la inversión en maquinaria (r).

Dado que el factor de inversión permite minimizar costos para lograr eficiencia, nos centramos en su análisis. Para ello, partimos del modelo de Deng, Song y Chen (2016) que analiza la relación entre el costo de proyectos público-privados y la participación privada, considerando dos efectos: (i) el

efecto de transferencia de conocimiento del sector privado al público, que aumenta la eficiencia en general; y (ii) el efecto de aumento de costos, porque el sector privado afronta un costo de financiamiento más alto. Y adaptamos este modelo al caso de las OxI de la siguiente manera.

Respecto a la transferencia de conocimientos, asumimos que en las OxI se da mediante la revisión del expediente técnico del proyecto elaborado por la empresa privada, cuya pericia sirve para gestionar proyectos vía OPT o para evaluar mejor otros expedientes similares. Respecto al efecto costos, tomamos en cuenta que una APP alivia la restricción de financiamiento del sector público, pues la empresa privada le realiza un préstamo a costo financiero cero con cargo a su IR, que pagará con los CIPR o CIPGN obtenidos por su inversión en la OxI.

Siguiendo el mencionado modelo, establecemos la función de inversión del proyecto: $I(s, q, t)$, donde s es la cantidad de servicios públicos provistos por el proyecto, q es su calidad y t es la duración del proyecto. Por simplificar, tomamos los costos anualizados en cada período iguales a $f(s, q)$; entonces:

$$I(s, q, t) = f(s, q) \frac{1 - (1+r)^{-t}}{r}, \text{ donde } r \text{ es la tasa de descuento.}$$

Despejando y aproximando por serie de Taylor, se tiene: $f(s, q) = I(s, q, t) (r + \frac{1}{t})$.

Para poder observar la interacción entre sectores, se agrega un componente θ que toma los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \theta = 0 &\rightarrow \text{proyecto OPT} \\ \theta = 1 &\rightarrow \text{proyecto privado} \\ 0 < \theta < 1 &\rightarrow \text{proyecto OxI} \end{aligned}$$

Agregando en la función de costos:

$$f_{pr}(s, q) = I(s, q, t) (r_{pr} + \frac{1}{t}), \text{ para } \theta = 1$$

$$f_{pu}(s, q) = (I(s, q, t) - h(\theta)J) (r_{pu} + \frac{1}{t}), \text{ para } \theta = 0$$

Así, cuando $\theta = 0$, $h(\theta)J$ caracteriza el grado de transferencia de conocimiento entre sectores. En concreto, J representa el coeficiente de transferencia de conocimiento y $h(\theta)$ representa una función creciente de transferencia de conocimiento.

La función de costos, definida como una combinación lineal de las funciones de costos de ambos sectores, es representada por θ . Es así como la función de costos para las OxI se expresa como:

$$f(s, q) = \theta f_{pr}(s, q) + (1 - \theta) f_{pu}(s, q)$$

Al minimizar respecto a θ y despejando, se obtiene:

$$(1 - \theta^*) h'(\theta^*) - h(\theta^*) = \frac{I(r_{pr} - r_{pu})}{J(r_{pu} + \frac{1}{t})} \equiv \Delta$$

θ^* representa la participación óptima del sector privado. Sabiendo que $h(\theta^*)$ es una función creciente, entonces $h'(\theta^*) > 0$. Podemos notar que θ^* aumenta con el grado de transferencia de conocimiento (J/I), pero disminuye con el costo financiero relativo del sector privado ($r_{pr} - r_{pu}$) y con la duración del proyecto (t).

Reordenando la primera derivada de la función de costos respecto a θ^* , con las definiciones anteriores, se tiene:

$$\partial f / (\partial \theta^*) = J(r_{pu} + \frac{1}{t}) [\Delta - r(\theta^*)]$$

Se observa que cuando $\theta < \theta^*$, es decir, cuando la interacción entre sectores es menor que el óptimo, entonces $r(\theta^*)^4 > \Delta$, demostrando que la primera derivada es menor de 0, y cuando $\theta > \theta^*$, es decir, cuando la interacción entre sectores es mayor que el óptimo, entonces $r(\theta^*) < \Delta$, demostrando que la primera derivada es mayor de 0. Esto garantiza que $f(s, q)$ tenga una forma convexa, comprobando la minimización.

IV. Metodología

1. Período de análisis y muestra

Nuestro estudio cubre siete años (2012-2018) y 55 Gobiernos locales en 34 provincias en los siete departamentos (Áncash, Arequipa, Cusco, Ica, Lima, Piura y Tacna) donde se ha ejecutado una mayor cantidad de proyectos de OXI. Debido a la poca disponibilidad de datos, decidimos considerar solo a las municipalidades distritales y provinciales.

Y optamos por realizar el estudio para los sectores transporte, educación y saneamiento; que son los que tienen un mayor número de proyectos de OXI concluidos. Al respecto, debemos resaltar que: (i) la inversión pública en infraestructura educativa es muy importante para que el Estado cumpla con la obligación de proveer educación de calidad, ya que tiene positivos efectos

⁴ Se define $r(\theta^*) = (1 - \theta^*) h'(\theta^*) - h(\theta^*)$.

monetarios y no monetarios a nivel tanto individual como colectivo. Según la OCDE (2012), en lugares que cuentan con buena infraestructura educativa, los estudiantes logran mejores resultados. (ii) La inversión pública en infraestructura de transporte es clave para mejorar de las condiciones de vida de la población. Según el Banco Mundial (2014), los efectos positivos de esta inversión se manifiestan en tres aspectos: mayor acceso a servicios básicos, acceso a más oportunidades económicas y mejor urbanización de ciudades. (iii) La inversión en infraestructura de saneamiento es esencial para el bienestar de la población, pues implica una mejor provisión de agua, desagüe y servicios sanitarios.

Motivado por esas razones, nuestro estudio compara proyectos de infraestructura pública bajo OxI versus OPT. Para ello, contamos con un total de 2003 observaciones, 98 proyectos de OxI (38 en transporte, 41 en educación y 19 en saneamiento) y 1905 proyectos de OPT.

2. Estrategia empírica: *propensity score matching*

Para hallar la diferencia entre la eficiencia de las OxI y las OPT, utilizamos la estimación por *propensity score matching* (PSM), que permite emparejar los participantes de un grupo de tratamiento, compuesto en nuestro estudio por proyectos ejecutados bajo OxI, con los de un grupo de control, compuesto por proyectos ejecutados bajo OPT, mediante puntajes resultantes de probabilidades calculadas con base en características observables de ambos grupos para hacerlos comparables.

Esta estimación consta de dos etapas:

1. Modelar estadísticamente la participación en el tratamiento con una regresión logística y estimar la probabilidad de esa participación, dadas las características de las observaciones para proceder con el emparejamiento de ambos grupos.
2. Calcular el impacto con los promedios de los resultados en los integrantes de cada grupo.

Como se sabe, el PSM exige dos supuestos para la identificación del efecto del tratamiento: independencia condicional y soporte común. Su cumplimiento permite establecer el *average treatment on the treated* (ATT), definido por:

$$ATT = E(Y_{i1} | X_i, O_i = 1) - E(Y_{i0} | X_i, O_i = 0), \text{ siendo}$$

X_i : Características Observables⁵

⁵ Véase la tabla 3 para mayor detalle.

Donde Y_{i1} es la variable dependiente para la observación i , la cual está condicionada a recibir el tratamiento $O_i = 1$; e Y_{i0} es la variable dependiente, condicionada a no recibir el tratamiento $O_i = 0$. El impacto es estimado como la diferencia promedio de las variables de resultado entre el grupo de tratamiento y el de control. El objetivo final de esta metodología es estimar el efecto de las Oxl en términos de costo, tiempo y variables de cierre de brechas en infraestructura para cada sector.

$$ATT_1 = E(\text{Costo}_{i1}^t \mid X_i^t, O_{xi} = 1) - E(\text{Costo}_{i0}^t \mid X_i^t, O_{xi} = 0)$$

$$ATT_2 = E(\text{Tiempo}_{i1}^t \mid X_i^t, O_{xi} = 1) - E(\text{Tiempo}_{i0}^t \mid X_i^t, O_{xi} = 0)$$

$$ATT_3 = E(\text{VCB}_{i1}^n \mid X_i^t, O_{xi} = 1) - E(\text{VCB}_{i0}^n \mid X_i^t, O_{xi} = 0); \text{ para cada sector}$$

La tabla 1 describe las siguientes variables:

Tabla 1
Descripción de variables

Nombre de la variable	Descripción de la variable
Costo_{i1}^t	Costo adicional de ejecución del proyecto de Oxl en el distrito «i», en el año «t».
Costo_{i0}^t	Costo adicional de ejecución del proyecto de OPT en el distrito «i», en el año «t».
Tiempo_{i1}^t	Número de días en ejecución del proyecto de Oxl en el distrito «i», en el año «t».
Tiempo_{i0}^t	Número de días en ejecución del proyecto de OPT en el distrito «i», en el año «t».
VCB_{i1}^n	Variable de cierre de brechas de infraestructura por Oxl en el departamento «i», en el año «n».
VCB_{i0}^n	Variable de cierre de brechas de infraestructura por OPT en el departamento «i», en el año «n».
X_i^t	Controles: altura, distancia capital del distrito, sector, municipalidad, % PC con internet, N.º profesionales, planes de desarrollo, N.º equipos de oficina, último estudio, inflación, gasto en capital, N.º beneficiarios, N.º teléfonos.

Elaboración propia, 2020.

3. Descripción de datos

Los datos utilizados para las variables dependientes son: (i) costo adicional de ejecución del proyecto⁶, obtenida accediendo al sistema Infobras de la

⁶ Resultado de la resta del monto final de ejecución y el monto en el perfil del proyecto.

CGRP; (ii) tiempo adicional de ejecución del proyecto⁷, obtenido de la ficha de cada proyecto en *Invierte.pe* del MEF; (iii) variables de cierre de brechas de infraestructura por sector para cada proyecto a nivel departamental. Para la variable del sector educación, utilizamos el porcentaje de alumnos matriculados, obtenido de Escala del Minedu. Para la variable del sector transporte, utilizamos el porcentaje de vías pavimentadas departamentales, obtenido del Sinac del MTC. Para el sector saneamiento, utilizamos el porcentaje de la población con acceso a agua potable, obtenido del Sinia del Minam. Cabe resaltar que la elección de estas variables se hizo con base en la información del Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad.

Respecto a las variables independientes, la *dummy* OXI toma el valor de 1 cuando el proyecto fue ejecutado bajo OXI, y 0 cuando lo fue bajo OPT. Las otras variables independientes fueron distribuidas en tres categorías: (i) características propias de cada proyecto. Aquí usamos una *dummy* marco que toma el valor de 1 cuando el proyecto fue registrado en el SNIP, y 0 cuando lo fue en *Invierte.pe*; así como otras *dummy*, para tener efectos diferenciados según sectores de inversión, municipalidad y último estudio del proyecto. (ii) Controles económicos y geográficos. Aquí incluimos la inflación por departamento, la altitud (m s. n. m.) y la distancia de cada distrito a la capital del departamento (en kilómetros). Y (iii) información por cada municipalidad, referida a su equipamiento en maquinarias y equipos de oficina, número de profesionales y disponibilidad de instrumentos de gestión provistos por un Plan de Desarrollo Urbano o Rural. *Invierte.pe*, el INEI y el Renamu fueron nuestras principales fuentes de datos para estas variables, las cuales son descritas detalladamente en el anexo 4.

La información disponible al empezar nuestro estudio explica la inclusión de esas variables y sus efectos esperados. Así, si los estudios de preinversión están mal elaborados o no satisfacen los requerimientos, se esperaría que el costo y tiempo de ejecución del proyecto aumente debido a la necesidad de nuevos estudios o de adendas durante su ejecución. Según la CGRP (2016), al aplicar el índice global de cumplimiento de contenido (IGCC)⁸ a una muestra de PIP, estos no superan un puntaje de 40/100, deduciéndose así que la mayoría de los PIP formulados no cumplen con los estándares de calidad requeridos por el SNIP. Además, el monto de la inversión declarado

⁷ Se contaba con las fechas de culminación de obra y de culminación estipulada en el contrato/convenio. Se restaron ambos datos para obtener el número de días adicionales de ejecución.

⁸ Mide cómo utiliza un país los recursos de los que dispone, y su capacidad para proveer a sus habitantes de un alto nivel de prosperidad.

viable en la fase de preinversión suele incrementarse en la fase de inversión. El mayor de estos incrementos, en un 13%, fue a nivel de los GR, seguidos por las municipalidades provinciales (en un 5%) y las municipalidades distritales (en un 3%) (véase el anexo 5). De todo ello, se deduce que un mayor costo final y tiempo de ejecución en proyectos registrados bajo el marco del SNIP se debería en parte a la mala calidad de los estudios de preinversión.

También se sabe que un alto porcentaje de las inversiones públicas no están alineadas con el objetivo de cierre de brechas (CGRP, 2016). Sin líneas base al respecto, no es posible programar las inversiones ni determinar las prioridades correctamente. Por ello, uno de los principales cambios del pase del SNIP a Invierte.pe fue la inclusión de la programación multianual de inversiones. Cabe esperar, entonces, que proyectos registrados bajo el SNIP contribuyan en menor medida al cierre de brechas. La identificación de este efecto diferenciado, por sector de inversión y a nivel de municipalidad, nos permitirá realizar un mejor análisis de los efectos resultantes de las variables independientes.

En lo referido a la distancia entre el distrito del proyecto y la capital del departamento, a la luz de estudios previos que muestran reducciones de costos y tiempos de transporte resultantes de mejoras en la infraestructura vial (Webb, 2013; Bonifaz *et al.*, 2013), cabe esperar que en distritos lejanos los proyectos tengan un mayor costo y tiempo de ejecución debido al gasto y distancia recorrida en el traslado de materiales. Y también se espera que dicho costo y tiempo varíe según el tipo y la cantidad de materiales requeridos en función de la altitud del distrito del proyecto.

Adicionalmente, teniendo en cuenta el impacto negativo de la falta de capacidades técnicas en municipalidades sobre el desempeño de su gasto (Aragón & Casas, 2008), consideramos que esta carencia se refleja en los respectivos planes de desarrollo y asociados instrumentos de gestión. Si bien la mayoría de los Gobiernos descentralizados elaboran dichos planes, la calidad de estos presenta limitaciones: por ejemplo, menos del 17% de los Planes de Desarrollo Concertado (PDC) y Planes de Estructuración Institucional (PEI) elaborados por los GR cumplen con el horizonte temporal exigido por el Ceplan.

Por último, la inflación departamental es obviamente relevante, pues afecta el costo final del proyecto a través de los bienes y servicios que insume. La tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas.

Tabla 2
Estadísticos descriptivos

VARIABLES	Oxl				OPT					
	(1) N	(2) Media	(3) D.e.	(4) Mín.	(5) Máx.	(6) N	(7) Media	(8) D.e.	(9) Mín.	(10) Máx.
Tiempo adicional ejec.	98	251,5	330,8	-5	1487	1905	324,5	416,9	-352,0	2766
Costo adicional ejec. MM	98	1,51	3,27	0,03	26,03	1905	0,18	0,35	0,00	11,98
% Pob. agua potable	98	0,75	0,11	0,53	0,90	1905	0,73	0,13	0,53	0,91
% Vías_paviment.	98	0,21	0,10	0,03	0,39	1905	0,15	0,10	0,03	0,39
% Alum.Matriculados	98	0,94	0,02	0,87	0,97	1905	0,93	0,02	0,87	0,97
Altura	98	1,166	1,348	4	3942	1905	1333	1376	3	3980
Inflación Dpto.	98	0,03	0,00	0,00	0,05	1905	0,03	0,01	0,00	0,05
N.º Maquinarias	98	14,1	19,71	1	136	1903	14,29	18,16	0	160
N.º Teléfonos	98	47,33	60,78	1	277	1903	64,00	122,5	0	2628
% PCs con internet	98	1,13	2,01	0	15,75	1903	0,76	0,80	0	15,75
N.º Profesionales	98	98,13	132,4	1	919	1903	51,35	86,29	0	1285
Dist. Cap. del Dpto.	98	103,2	97,01	0	360	1903	137,7	192,1	0	1227
Gasto capital MM	98	17,30	28,04	0,29	193,7	1903	28,04	37,38	0,14	464,0

Elaboración propia, 2020.

V. Análisis de resultados

1. Resultados principales

1.1 Primera etapa: Estimación de la probabilidad de participación

Para el cálculo de la probabilidad de que un proyecto sea ejecutado bajo OxI, empleamos un modelo *probit* con las variables antes mencionadas. La tabla 3 reporta tres especificaciones, cada una incluyendo las variables con las que se cumplían los supuestos de balance y soporte común necesarios para garantizar la robustez de la estimación por PSM. Esta *balancing property* para cada especificación es reportada en el anexo 6.

Los resultados para la especificación (1) muestran: (i) que tienen mayor probabilidad de ser ejecutados bajo OxI los proyectos de municipalidades que cuentan con un mayor porcentaje de computadoras con acceso a internet, mayor número de teléfonos, profesionales y Planes de Desarrollo Urbano o Rural; y (ii) que es menor la probabilidad de que sean ejecutados bajo OxI los proyectos en distritos con mayor altitud, más distantes de la capital del departamento y cuya municipalidad distrital sea la supervisora directa del proyecto.

En el caso de la especificación (2), además de las variables de la especificación (1), se añadieron las variables número de equipos de oficina, último estudio del proyecto, e inflación. Se observa que los coeficientes para variables en común de las especificaciones (1) y (2) tienen los mismos signos, por lo que el análisis es similar. Respecto a las otras variables, resulta que tienen una mayor probabilidad de ser ejecutados por OxI los proyectos de municipalidades con mayor número de equipos de oficina; y que dicha probabilidad es menor para proyectos con niveles de estudios más básicos y en zonas con mayor inflación.

Por último, para la especificación (3), se añadieron las variables de gasto en capital de la municipalidad y número de beneficiarios del proyecto. Se observa que dicho gasto no tiene efecto en la probabilidad de que los proyectos sean ejecutados bajo OxI; y que esta probabilidad es mayor para proyectos con más beneficiarios. También se observa que los coeficientes de las variables de la especificación (2) presentan el mismo signo, a excepción de la distancia del distrito a la capital del departamento, pues, en este caso, resulta que los proyectos de distritos más alejados tienen más probabilidad de ser OxI.

Tabla 3
Etapa 1: Estimación de la probabilidad de participación

	(1)	(2)	(3)
VARIABLES	Tiempo adicional de ejecución OxI	Costo adicional de ejecución OxI	Cierre de brechas OxI
Altura	-0,00007** (0,00003)	-0,00005** (0,00003)	-0,00001** (0,00004)
Dist. Cap. del Dpto.	-0,00007** (0,00040)	-0,0002** (0,00035)	-0,00004*** (0,00036)
Sector	-0,29170*** (0,07756)	-0,35698*** (0,08140)	-0,37256*** (0,08288)
Municipalidad	-0,14215** (0,11887)	-0,18342 (0,12154)	-0,16623 (0,12559)
% PCs con internet	0,10414*** (0,03638)	0,10521*** (0,03652)	0,10021*** (0,03659)
N.º Profesionales	0,00170*** (0,00050)	0,00190*** (0,00063)	0,00233*** (0,00069)
PDU	0,61876*** (0,11175)	0,60812*** (0,11369)	0,60724*** (0,11662)
PDR	0,17948** (0,17424)	0,16143** (0,18158)	0,13427** (0,18487)
N.º Equipos ofi.		0,00183*** (0,00062)	0,00025 (0,00068)
Último estudio		-1,12948*** (0,19627)	-1,11472*** (0,19693)
Inflación		-5,34005 (5,81835)	-3,19999 (5,83329)
Gasto capital MM			-0,00000*** (0,00000)
N.º Beneficiarios			0,00000* (0,00000)
N.º Teléfonos	-0,00322*** (0,00090)		
Constante	-1,37844*** (0,16850)	-0,17108*** (0,31064)	-0,25532** (0,31861)
Observaciones	2003	2003	2003

Notas. Errores estándar entre paréntesis. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.
Elaboración propia, 2020.

1.2 Segunda etapa: Impacto sobre el tiempo, costo y cierre de brechas

La segunda etapa de la metodología es la estimación del impacto con los promedios de los resultados en todos los participantes bajo el estimador de *kernel matching*⁹. La tabla 4 muestra los efectos de un proyecto ejecutado bajo OXI en las principales variables.

Tabla 4
Etapa 2: Estimación del impacto

VARIABLES	(1) Tiempo adicional de ejecución	(2) Costo adicional de ejecución	(3) % Alum. matriculados	(4) % Vías pavimentadas	(5) % Población agua potable
OxI	-71,15** (42,7)	1,40*** (0,31)	0,02*** (0,00)	0,06*** (0,01)	0,02** (0,01)
Constante	324,7*** (9,451)	0,12** (0,07)	0,93*** (0,00)	0,15*** (0,00)	0,74*** (0,00)
Observaciones	2003	2003	2003	2003	2003
R-squared	0,001	0,1	0,02	0,02	0,00

Notas. Errores estándar entre paréntesis. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.
Elaboración propia, 2020.

En ese sentido, la ejecución de un proyecto bajo OXI disminuye el número de días adicionales de ejecución en 71 días en promedio, en comparación con las OPT. Sobre la variable costo adicional de ejecución, se encontró que los proyectos bajo OXI tienen un costo adicional mayor en S/ 1,40 millones que los ejecutados por OPT. Las razones explicativas de los mayores costos adicionales de las OXI son: (i) perfiles con incorrecta valoración de los costos, (ii) mayores metrajés, (iii) calidad de insumos y (iv) mayor costo de mano de obra por protocolos de seguridad (Albújar *et al.*, 2016).

Respecto al impacto en el cierre de brechas, en dicha tabla se observa que el efecto de las OXI en reducir la brecha educativa es mayor que el de las OPT. Esto evidencia la mejor calidad de la infraestructura educativa brindada por la OXI, que contribuye al incremento del porcentaje de alumnos matriculados, habida cuenta de que algunos de los factores de oferta que influyen en la

⁹ Todas las observaciones tratadas son emparejadas con un promedio ponderado de todas las unidades de control. Las ponderaciones empleadas son inversamente proporcionales a la distancia entre los *propensity scores* de las unidades tratadas y de control.

deserción escolar son o la carencia de oferta educativa o su existencia a mayores distancias que implican mayores costos para las familias.

Y también es mayor el impacto benéfico de las Oxl para reducir brechas en los otros dos sectores analizados. Así, los proyectos de construcción de carreteras incrementan el porcentaje de vías pavimentadas en el departamento; y los proyectos de saneamiento incrementan el porcentaje de la población con acceso a agua potable.

2. Efectos heterogéneos por sector

Se realizó la misma estimación para los sectores de manera separada. La tabla 5 muestra que, en el sector educación, los proyectos ejecutados bajo Oxl registran, en comparación con los OPT, un número de días adicionales de ejecución menor en 113 días y un costo adicional de ejecución mayor en S/ 2,14 millones, ambos casos en promedio. Estas diferencias entre proyectos Oxl y OPT son menos pronunciadas en el sector transporte, donde los primeros registran un tiempo adicional de ejecución menor en 39 días y un costo adicional de ejecución mayor en S/ 0,426 millones. En cambio, tales diferencias son más pronunciadas en el sector saneamiento, donde los proyectos de Oxl registran 176 días menos en tiempo adicional de ejecución y S/ 3,21 millones más de costo adicional de ejecución.

Tales efectos heterogéneos resultan de diferentes cantidades de estudios preliminares, tiempo en planificación, especialistas, mano de obra y materiales; las cuales dependen no solo del tamaño y complejidad del proyecto típico según sector, sino también de las características de la entidad municipal ejecutora.

Tabla 5
Etapa 2: Estimación del impacto por sectores

VARIABLES	Tiempo adicional de ejecución			Costo adicional de ejecución		
	Educación	Transporte	Saneamiento	Educación	Transporte	Saneamiento
Oxl	-113,6** (79,21)	-39,25** (64,91)	-172,6*** (93,82)	2,144*** (0,292)	0,426** (0,594)	3,210*** (0,387)
Constante	396,4*** (27,39)	292,0*** (11,82)	354,0*** (18,07)	0,249** (0,101)	0,0618** (0,108)	0,159** (0,0745)
Observaciones	343	1146	512	343	1146	512
R-squared	0,006	0,000	0,007	0,137	0,000	0,119

Notas. Errores estándar entre paréntesis. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.
Elaboración propia, 2020.

3. Efectos heterogéneos por municipalidad del proyecto

Se puede argumentar que existen diferencias entre municipalidades distritales y provinciales en cuanto a características de gestión, presupuesto y maquinarias. En la tabla 6, se observa que las municipalidades distritales tienen, en comparación con las municipalidades provinciales, un menor número promedio de maquinarias, teléfonos, equipos de oficina y profesionales, así como un menor porcentaje de computadoras con acceso a internet y de gasto en capital no financiero.

Tabla 6
Estadística descriptiva de las municipalidades

VARIABLES	Municipalidad distrital					Municipalidad provincial				
	N	Media	D.e.	Mín.	Máx.	N	Media	D.e.	Mín.	Máx.
N.º Maquinarias	1490	12,61	18,49	0	160	511	19,14	16,53	1	85
N.º Teléfonos	1490	59,20	100,5	0	760	511	74,78	164,6	1	2,62
% PCs con internet	1490	0,783	0,780	0	13,89	511	0,795	1,19	0	15,75
N.º Equipos de ofi.	1490	74,34	90,37	0	1,130	511	147,2	162,1	5	1,47
N.º Profesionales	1490	35,33	46,06	0	326	511	107,1	146,5	0	1,28
Gasto capital MM	1490	23,74	32,77	0,14	404,8	511	38,54	45,64	0,21	464,0
PDU	1490	0,23	0,42	0	1	511	0,436	0,49	0	1
PDR	1490	0,07	0,25	0	1	511	0,080	0,27	0	1

Elaboración propia, 2020.

Ello nos motivó a estimar el impacto por entidad ejecutora de proyectos OXI u OPT en las variables de la estimación principal. La tabla 7 muestra que un proyecto de una municipalidad provincial ejecutado bajo OXI presenta un tiempo adicional de ejecución menor en 124 días, y un costo adicional de ejecución mayor en S/ 4,4 millones, en comparación con un proyecto de OPT. En cambio, un proyecto de una municipalidad distrital ejecutado bajo OXI presenta un tiempo adicional de ejecución menor en 58 días y una diferencia en costo adicional de ejecución que, aunque no es significativa, es sin embargo negativa, evidenciando que las OXI presentan un menor costo adicional de ejecución en comparación con las OPT.

Tabla 7
Etapa 2: Estimación del impacto por municipalidad del proyecto

VARIABLES	Tiempo adicional de ejecución		Costo adicional de ejecución	
	Municipalidad provincial	Municipalidad distrital	Municipalidad provincial	Municipalidad distrital
OxI	-123,7** (82,87)	-58,66** (50,12)	4,40*** (0,39)	-0,62 (0,40)
Constante	381,9*** (22,89)	305,8*** (9,97)	0,21* (0,10)	0,08 (0,08)
Observaciones	511	1490	511	1490
R-squared	0,004	0,001	0,196	0,002

Notas. Errores estándar entre paréntesis. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.
Elaboración propia, 2020.

4. Análisis de robustez

4.1 Estimación bajo *nearest neighbor*

A fin de verificar la robustez de los resultados encontrados con el PSM, utilizamos el estimador de *nearest neighbor matching* para la misma muestra. La tabla 8 muestra que los resultados así obtenidos son similares a los hallados en la estimación principal.

Tabla 8
Etapa 2: Estimación del impacto con *nearest neighbor*

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Tiempo adicional de ejecución	Costo adicional de ejecución	% Alum. matriculados	% Vías pavimentadas	% Población agua potable
OxI	-73,15** (42,70)	1,40*** (0,31)	0,02*** (0,00)	0,06*** (0,01)	0,02** (0,01)
Constante	324,7*** (9,451)	0,12** (0,07)	0,93*** (0,00)	0,15*** (0,00)	0,74*** (0,00)
Observaciones	2003	2003	2003	2003	2003
R-squared	0,001	0,1	0,02	0,02	0,00

Notas. Errores estándar entre paréntesis. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.
Elaboración propia, 2020.

4.2 Estimación para minería

Según Proinversión (2020), las empresas que han invertido más bajo OxI y en un mayor número de estos proyectos son el BCP, Minera Antamina S. A. y Southern Peru Copper Corporation (anexo 7). Y esa fuente resalta que uno de los beneficios de OxI para las empresas privadas es la mejora de su imagen y responsabilidad social. De esto se deduce que la ubicación de un proyecto en determinada zona influiría en si se ejecuta por OxI u OPT.

Por ello, como segunda prueba de robustez, analizamos una submuestra de proyectos en los cuales participaron las mineras Antamina o Southern, según el departamento donde operan¹⁰, para evaluar si la distancia entre la mina y la ubicación del proyecto en minutos tiene algún efecto sobre la decisión de ejecutar el proyecto bajo OxI. La tabla 9 muestra los resultados para cada variable de la submuestra de 363 proyectos (22 de OxI y 341 de OPT) cuando se añade la distancia de la minera al proyecto en minutos. Se observa que la probabilidad de ser ejecutados como OxI es menor para proyectos más alejados de la ubicación de la mina.

Tabla 9
Etapa 1: Estimación de la probabilidad de ejecución de OxI en minería

VARIABLES	Tiempo adicional de ejecución OxI	Costo adicional de ejecución OxI	Cierre de brechas OxI
Dist. minera min	-0,0060* (0,0043)	-0,0079* (0,0047)	-0,0084* (0,0049)
Altura	-0,0000** (0,0001)	-0,0001* (0,0001)	-0,0001* (0,0001)
Dist. Cap. del Dpto.	0,00232** (0,0013)	0,0022* (0,0013)	0,0011* (0,0014)
Inflación		0,5592 (17,5315)	10,4654 (18,6397)
Sector	0,1832*** (0,2051)	0,2264** (0,2191)	0,2004** (0,2379)
Último estudio		-0,8707** (0,4078)	-0,8984** (0,4043)
Municipalidad	-0,4647** (0,2906)	-0,6714** (0,3149)	-0,6438** (0,3175)

¹⁰ Áncash, en el caso de Mina Antamina, y Moquegua, en el de la Mina Toquepala de Southern.

% PCs con internet	0,1197* (0,3374)	0,0401774* (0,3733)	-0,0105* (0,3822)
N.º Profesionales	0,0009** (0,0013)	0,0017** (0,0013)	0,0016 (0,0014)
N.º Equipos ofi.		-0,0023* (0,0013)	-0,0023 (0,0014)
N.º Teléfonos	-0,0008 (0,0024)		
PDU	0,3981** (0,2860)	0,3531* (0,2990)	0,1729* (0,3337)
PDR	0,2626* (0,4258)	0,0481* (0,4480)	-0,1135* (0,4551)
N.º Beneficiarios			0,0000* (0,0000)
Constante	-0,9249 (0,6994)	0,4242 (1,1214)	0,7716 (1,2071)
Observaciones	363	363	363

Notas. Errores estándar entre paréntesis *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.
Elaboración propia, 2020.

Luego, estimamos la segunda etapa del modelo considerando las mismas variables de la estimación principal. Los resultados (tabla 10) no difieren de la estimación principal en el signo, pero sí en magnitud. Respecto al tiempo adicional, este disminuye en 184 días cuando el proyecto es ejecutado mediante OxI que cuando lo es como OPT. Además, se corrobora que existe un costo adicional de S/ 1,62 millones cuando el proyecto es ejecutado bajo OxI. Y, respecto al porcentaje de alumnos matriculados, vías pavimentadas y población con acceso a agua potable, la contribución de los proyectos de OxI al cierre de estas brechas resulta mayor en un 1%, un 6% y un 3% respectivamente.

La diferencia más importante hallada para la submuestra se da en el tiempo adicional de ejecución. Esto puede deberse a que las empresas mineras, con el fin de mejorar sus relaciones con las comunidades en las zonas de influencia y de contribuir al desarrollo de capacidades locales en un menor tiempo, tenderían a agilizar los procesos necesarios para la culminación del proyecto de OxI.

Tabla 10
Etapa 2: Estimación del impacto de Oxl en minería

Variables	(1) Tiempo adicional de ejecución	(2) Costo adicional de ejecución	(3) % Alum. matriculados	(4) % Vías pavimentadas	(5) % Población agua potable
OxI	-184,1* (96,99)	1,62*** (0,26)	0,01*** (0,00)	0,06** (0,02)	0,03** (0,02)
Constante	422,5*** (23,88)	0,03** (0,06)	0,94*** (0,00)	0,21*** (0,01)	0,74*** (0,01)
Observaciones	363	363	363	363	363
R-squared	0,010	0,10	0,04	0,02	0,00

Notas. Errores estándar entre paréntesis. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.
Elaboración propia, 2020.

5. Limitaciones de la investigación

La principal limitación proviene de la poca información pública disponible acerca de los proyectos, que redujo nuestra muestra e impidió algunos cálculos. Así, la muestra inicial era aparentemente de 4600 proyectos para los tres sectores en los siete departamentos, pero para más del 50% de ellos no había información acerca de las fechas de inicio ni fin de obra, por lo que tuvimos que descartarlos y quedarnos con una muestra de 2003 proyectos. Tampoco pudimos realizar una estimación más precisa del costo adicional de ejecución, es decir, por unidad de medida (km² o m²), lo cual implica que nuestro resultado para esta variable estaría sobreestimado, dado que las empresas tendrían preferencia por participar en proyectos de OxI de mayor envergadura y, por ende, de mayor costo de inversión adicional, a diferencia de las municipalidades, que preferirían encargarse de más proyectos de menor envergadura.

Por último, las variables de control obtenidas del Renamu contienen información procesada por las propias municipalidades. Como se sabe, los datos de autorreporte suelen contener sesgos de medición que generan errores en la estimación.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Promover la inversión en infraestructura es una estrategia de desarrollo de corto, mediano y largo alcance. En el corto plazo, es una medida contracíclica que permite dinamizar la economía del país y generar empleo. A mediano y

largo plazo, la inversión en infraestructura productiva y social básica permite sostener el crecimiento económico y la mejora del bienestar de la población. En el Perú, los principales mecanismos para realizar esa inversión son las OPT, OxI y APP; pero diversos estudios muestran la existencia de una gran brecha de infraestructura que frena el desarrollo económico e impide a los ciudadanos acceder a servicios públicos de calidad, y señalan que los principales problemas de ejecución de proyectos de inversión en el país son: ineficiente uso de los recursos, prolongado tiempo de ejecución, y priorización de proyectos no alineados con las necesidades de la población.

En tal sentido, la presente investigación brinda un aporte empírico al comparar dos de los principales mecanismos de inversión; específicamente, al evaluar si las OxI son más eficientes que las OPT en términos tanto de tiempo y costo adicionales de ejecución, como de cierre de brechas en los sectores educación, transporte y saneamiento. Dada la escasez de datos disponibles sobre las OxI, se empleó la metodología del PSM durante el período 2012-2018 para una muestra de las municipalidades provinciales y distritales pertenecientes a Áncash, Arequipa, Cusco, Ica, Lima, Piura y Tacna.

Nuestros resultados evidencian que los proyectos de OxI, comparados con los de OPT, son ejecutados en menos días adicionales y tienen un mayor impacto positivo sobre el cierre de brechas en los tres sectores mencionados. En particular, el tiempo adicional de ejecución de las OxI es menor en 71 días que el de las OPT. Para las variables de cierre de brechas en cada sector, encontramos que los proyectos ejecutados bajo OxI hacen que los porcentajes de alumnos matriculados, vías pavimentadas y población con acceso a agua potable a nivel departamental aumenten en un 2%, un 6% y un 2% respectivamente; aunque estos resultados de cierre de brechas podrían estar sobreestimados porque no se pudo calcularlos a nivel provincial o distrital. Por otro lado, respecto al costo adicional de ejecución, nuestros resultados indican que el de las OxI es mayor en S/ 1,4 millones que el de las OPT.

También hemos hallado los efectos heterogéneos según sector, cuyos signos son los mismos que en la estimación principal para las variables tiempo y costo adicional de ejecución. En particular, la ventaja de menor tiempo adicional de ejecución de las OxI respecto a las OPT es más marcada en el sector saneamiento, con 172 días adicionales menos; seguido por educación, con 113 días; y por transporte, con 39 días adicionales menos. Inversamente, el mayor costo adicional de ejecución de las OxI respecto a las OPT es de menor magnitud en el sector transporte, con S/ 0,426 millones; seguido por educación, con S/ 2,14 millones, y saneamiento, con S/ 3,21 millones.

Dados estos resultados, nuestra hipótesis queda aceptada parcialmente. Porque, si bien los pobladores en las zonas de influencia de los proyectos bajo OxI acceden a infraestructura básica en menor tiempo, esto es logrado a costa de una inversión de mayor costo. La ejecución bajo OxI estaría así generando un mayor *value-for-time* que bajo OPT, en la medida en que sus mayores costos adicionales sean compensados por la disponibilidad adelantada de la obra en beneficio de la población.

Por otro lado, la heterogeneidad de los efectos según sectores refleja la diferencia en complejidad de los proyectos. Y los resultados heterogéneos de la estimación según municipalidad evidencian que la ejecución de proyectos es afectada por las capacidades técnicas, de gestión y equipamiento de estas. Ambas constataciones juntas llevan a pensar en la posible existencia de un *trade-off* entre hacer un proyecto como OPT o bajo el mecanismo más eficiente de las OxI, pero que a los municipios puede resultarles complicado en vista de sus limitadas capacidades. Si bien nuestra investigación no ha buscado estimar los factores que influyen en la decisión municipal entre ambos mecanismos, los hechos parecen indicar que es baja la propensión de muchos alcaldes a realizar proyectos de OxI, porque tienen un sesgo a favor de ejecutar varios proyectos de menores montos de inversión cada uno, en vez de algunos proyectos de mayor envergadura y complejidad.

En consecuencia, recomendamos que estudios futuros evalúen los factores que determinan la elección del mecanismo de ejecución, diferenciando si la elección ocurre cuando el mandato del alcalde está iniciándose o por terminar. Esto implica disponer de datos más completos, por lo que también recomendamos que las entidades gubernamentales competentes perfeccionen la recopilación y sistematización de información sobre los proyectos implementados como OPT u OxI, a fin de que se pueda evaluar de mejor manera su eficiencia.

Finalmente, puesto que proyectos ejecutados mediante OxI proveen infraestructura de calidad en un menor tiempo y, por ende, la sociedad se beneficia con el acceso adelantado a mejores servicios básicos, recomendamos: (i) promover los beneficios de la aplicación de este mecanismo, que brinda resultados donde «ganan todos»: el Estado, la empresa privada y la sociedad; (ii) fortalecer la capacidad de gestión de los funcionarios involucrados en estos proyectos; y (iii) reforzar, a lo largo del proceso de OxI, el monitoreo del MEF y de Proinversión, así como el control concurrente por parte de la Contraloría.

Referencias

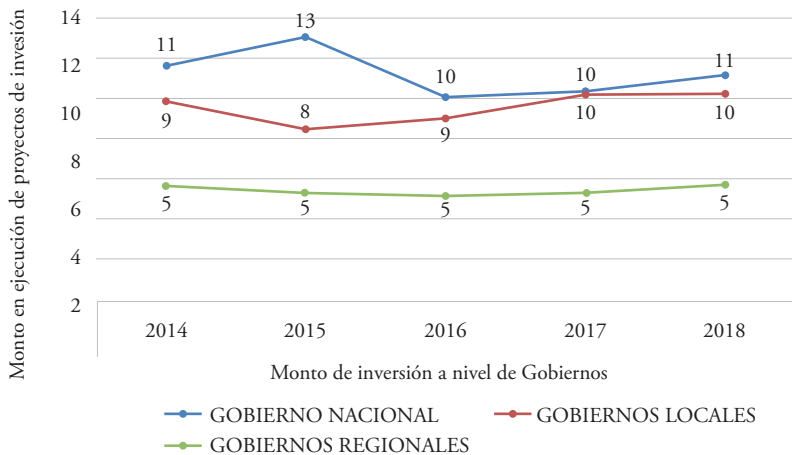
- Akitoby, B., Hemming, R., & Schwartz, G. (2007). *Inversión pública y asociaciones público-privadas*. Temas de Economía, 40. FMI. <https://doi.org/10.5089/9781589065451.051>
- Albújar, A., Cruz, E. S., Albújar, J., Gómez, E., Quezada, K., & Terrones, S. (2016). *Obras por Impuestos: factores que promueven la participación de la empresa privada*. Serie Gerencia para el Desarrollo, 55. ESAN. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12640/105>
- Andrés, L. A., Schwartz, J., & Guasch, J. L. (2013). *Uncovering the drivers of utility performance*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-9660-5>
- Aragón, F. M., & Casas, C. (2008). *Local governments' capacity and performance: Evidence from Peruvian municipalities*. CAF Working Paper 2008/06. Recuperado de <http://walk.caf.com/attach/19/default/200806AragonyCasas.pdf>
- Banco Mundial. (2014). *Informe anual 2014*. <https://worldbank.org/.../10986/20093/21>
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). (2000). *Un nuevo impulso a la integración de la infraestructura regional en América del Sur*. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/14942>
- Bonifaz, J., Urrunaga, R., Aguirre, J., & Urquizo, C. (2016). *Un plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016-2025*. Universidad del Pacífico – Escuela de Gestión Pública / Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional. Recuperado de <https://afin.org.pe/wp-content/uploads/.../plan-nacional-infraestructura>
- Bonifaz, J. L., Casas, C., Sanborn, C., Seminario, B., Urrunaga, R., Vásquez, E., Yamada Fukusaki, G., & Zegarra, M. A. (2013). *El Perú hacia 2062 : pensando juntos el futuro*. Documento de Discusión DD/13/06. Universidad del Pacífico – Centro de Investigación. Recuperado de <http://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/428>
- Cepal (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2004). *Panorama social de América Latina 2004*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/1229-panorama-social-america-latina-2004>
- CGRP (Contraloría General de la República del Perú). (2016). *Efectividad de la inversión pública a nivel regional y local durante el período 2009 al 2014*. https://doc.contraloria.gob.pe/.../estudio/2016/...Inversion_Publica.pdf
- CGRP (Contraloría General de la República del Perú). (2019). *Reporte de obras paralizadas 2019*. https://doc.contraloria.gob.pe/.../2019/Reporte_Obras_Paralizadas.pdf
- Deng, Z., Song, S., & Chen, Y. (2016). Private participation in infrastructure project and its impact on the project cost. *China Economic Review*, 39(C), 63-76. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2016.04.004>
- Estache, A., Rossi, M. A., & Ruzzier, C. A. (2002). *The case for international coordination of electricity regulation: Evidence from the measurement of efficiency in South America*. WB Policy Research Working Papers, 2907. doi:10.1596/1813-9450-2907
- Flores, B., Fernández, J., & Moreno, J. (2018). *Efectividad de la iniciativa privada en la priorización de proyectos de inversión pública a nivel local en el marco del régimen de Obras por Impuestos*. [Trabajo de investigación para la Maestría en Gestión

- Pública, Universidad del Pacífico]. Recuperado de <https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/2137>
- Graham, L., & Huanca, L. (2017). *Inversión en salud: Obras por Impuestos en el nivel nacional a partir de la experiencia regional*. [Trabajo de investigación para la Maestría en Gestión de la Inversión Social, Universidad del Pacífico] Recuperado de <http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1700>
- Hammami, M., Rughashyankiko, J.-F., & Yehoue, E.B. (2006). *Determinants of public-private partnerships in infrastructure*. IMF Working Paper WP/06/99. Recuperado de <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2006/wp0699.pdf>
- Instituto Peruano de Economía. (2013). *¿Obra pública tradicional o asociación público-privada? Viabilidad del comparador público privado en el Perú*. Recuperado de <https://afin.org.pe/obra-publica-tradicional-o-asociacion-publico-privada/>
- Lara, B., Mizala, A., & Repetto, A. (2011). The effectiveness of private voucher education: Evidence from structural school switches. *Education Evaluation and Policy Analysis*, 33(2), 119-137. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/41238543>
- Máttar, J., & Perrotti, D. E. (2014). *Planificación, prospectiva y gestión pública: reflexiones para la agenda de desarrollo*. Cepal. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/36762>
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas). (2019). *Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad*. https://www.mef.gob.pe/.../inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf
- Mozzoro, M. (2010). *Efficient public-private partnerships*. Working Paper WP-884. IESE – University of Navarra. Recuperado de <https://media.iese.edu/research/pdfs/DI-0884-E.pdf>
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). (2012). *Perspectivas económicas de América Latina 2013*. <https://doi.org/10.1787/leo-2013-6-es>
- Pimentel, I., St. Aubyn, M., & Ribeiro, N. (2017). *The impact of investment in public private partnerships on public, private investment and GDP in Portugal*. DE/UECE Working Papers, 13-2017. Universidade de Lisboa. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10400.5/13932>
- Pizarro, L., & Alatrística, W. (2016). *Efectividad de las asociaciones público-privadas como mecanismo de Competitividad en el ámbito de mayor incidencia regional, 2010-2015*. [Tesis de maestría en Gestión Pública, Universidad San Ignacio de Loyola]. Recuperado de <https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/2547>
- Proinversión. (2020). *Reporte de Obras por Impuestos 2019*. <https://www.investinperu.pe/es/oxi>
- Schwab, K. (Ed.) (2017). *The global competitiveness index report 2017-2018*. World Economic Forum. Recuperado de <https://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018>
- Van de Walle, D. (2009). Impact evaluation of rural road projects. *Journal of Development Effectiveness*, 1(1), 15-36. <https://doi.org/10.1080/19439340902727701>
- Viscusi, W. K., Vernon, J. M., & Harrington, J. E. (2005). *Economics of regulation and antitrust*, Vol. 1. (4.ª ed.). MIT Press. Recuperado de <https://mitpress.mit.edu/books>
- Webb, R. (2013). *Conexión y despegue rural*. Instituto del Perú – Universidad de San Martín de Porres. Recuperado de <https://institutodelperu.pe/wp-content/uploads/>

Anexos

Anexo 1

Monto de inversión por nivel de gobierno, 2014-2018 (millones de S/)



¿Estamos mejorando? El efecto de las Obras por Impuestos en la eficiencia de ejecución de los proyectos. Un análisis comparativo con las obras públicas tradicionales

Anexo 2

Ejecución de la inversión pública a nivel nacional, 2014-2018

Año	Total
2014	78,3%
2015	78,2%
2016	67,7%
2017	67,0%
2018	65,5%

Fuente: Portal de Transparencia Económica, MEF. Elaboración propia, 2020

Anexo 3

Número y monto de obras paralizadas por nivel de gobierno, 2019

Nivel de gobierno	Monto contratado		Obras paralizadas	
	Millones de S/	%	N.º	%
Nacional	8682,00	51%	495	57%
Regional	8188,00	49%	372	43%
Total	16 870,00	100%	867	100%

Fuente: CGRP (2019). Elaboración propia, 2020.

¿Estamos mejorando? El efecto de las Obras por Impuestos en la eficiencia de ejecución de los proyectos. Un análisis comparativo con las obras públicas tradicionales

Anexo 4

Descripción de las variables utilizadas

Variable	Nombre abreviado	Descripción
Costo adicional de ejecución (MM)	Costo adicional ejec.	Costo adicional final ejecutado del proyecto en millones de soles con respecto al monto del perfil inicial.
Tiempo adicional de ejecución	Tiempo adicional ejec.	Número de días adicionales en la ejecución del proyecto con respecto a lo establecido inicialmente.
Indicadores de cierre de brechas ¹¹	% Alum. matriculados	Educación: porcentaje de alumnos matriculados por departamento.
	% Vías paviment.	Transporte: porcentaje de vías pavimentadas por departamento.
	% Pob. agua potable	Saneamiento: porcentaje de población con acceso a agua potable por departamento.
Obras por Impuestos	OxI	1 = proyecto OxI 0 = proyecto OPT
Marco	Marco	1 = proyecto registrado por SNIP 0 = proyecto registrado por Invierte.pe
Sector	Sector	Educación; Transporte; Saneamiento
Entidad ejecutora	Municipalidad	1 = municipalidad distrital 0 = municipalidad provincial
Último estudio	Últ. estudio	1 = último estudio del proyecto es a nivel de perfil 0 = último estudio del proyecto es otro
Inflación departamental	Inflación Dpto.	Nivel de inflación a nivel departamental según año de ejecución.
Altura	Altura	Nivel de altura en que se encuentra el distrito donde se ejecutó la obra.
Distancia a la capital del departamento (km)	Dist. Cap. Dpto.	Distancia desde el distrito donde se ejecutó el proyecto hasta la capital del departamento medida en km.
Número de maquinarias	N.º maquinarias	Número total de retroexcavadoras, volquetes, tractores, camiones que posee la municipalidad.
Porcentaje de computadoras con internet	% PC con internet	Porcentaje total de computadoras con acceso a internet en la municipalidad.

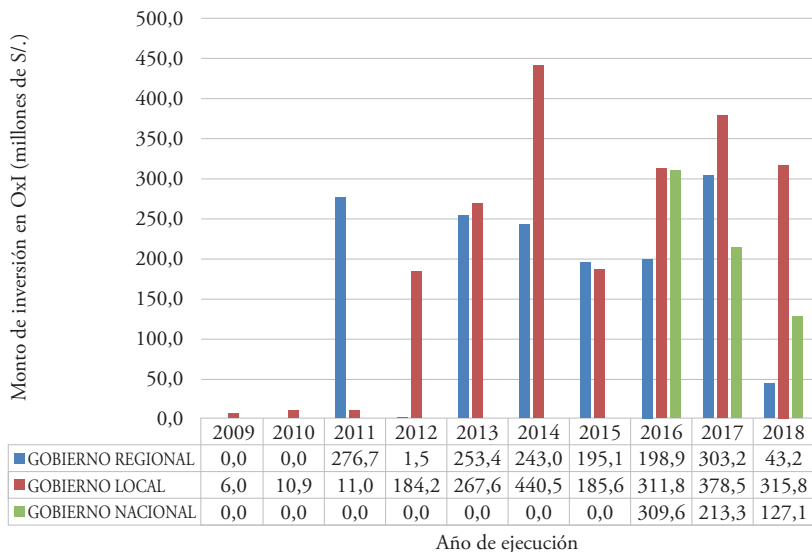
¹¹ Se asume que el efecto de la provisión de infraestructura en la población será a partir del momento en que termina la ejecución de la obra.

Número de teléfonos	N.º teléfonos	Número total de líneas telefónicas fijas y móviles activas en la municipalidad.
Número de equipos de oficina	N.º equipos	Número total de impresoras, fotocopiadoras y escáneres que posee la municipalidad.
Número de profesionales	N.º profesionales	Número total de funcionarios, profesionales y técnicos que trabajan en la municipalidad.
Planes de desarrollo	PDU	1 si la municipalidad cuenta con un Plan de Desarrollo Urbano (PDU). 0 si la municipalidad no cuenta con un PDU.
	PDR	1 si la municipalidad cuenta con un Plan de Desarrollo Rural (PDR). 0 si la municipalidad no cuenta con un PDR.
Número de beneficiarios	N.º benef.	Número de beneficiarios del proyecto.
Gasto en capital no financiero (MM)	Gasto capital	Gasto en infraestructura, reposición de maquinaria, de cada municipalidad en millones de soles.
Distancia de la minera al proyecto (min)	Dist. minera	Distancia medida en minutos desde la minera al proyecto ejecutado.

Elaboración propia, 2020.

Anexo 5

Monto de inversión en Oxl por nivel de gobierno, 2009-2018 (millones de S/)



■ GOBIERNO REGIONAL ■ GOBIERNO LOCAL ■ GOBIERNO NACIONAL

Fuente: Portal de Transparencia Económica del MEF. Elaboración propia.

Anexo 6

Balancing property

i. Especificación para tiempo adicional de ejecución

Variable	Mean		t-test		V(T)/	
	OxI	OPT	%bias	t	p>t	V(C)
Altura	1177,600	1111,40	4,9	0,340	0,731	1,040
Dist. Cap. de Dpto.	102,390	118,560	-10,600	-0,900	0,371	0,43*
Sector	0,773	0,809	-5,100	-0,350	0,730	1,280
Municipalidad	0,598	0,651	-11,500	-0,760	0,448	.
N.º Teléfonos	47,505	48,704	-0,600	-0,050	0,957	0,51*
% PCs con internet	1,001	1,213	-13,800	-0,730	0,469	0,41*
N.º Profesionales	99,072	73,617	22,800	1,510	0,134	1,75*
PDU	0,588	0,518	14,900	0,970	0,331	.
PDR	0,113	0,117	-1,400	-0,090	0,930	.

* if variance ratio outside [0,67; 1,50]

Ps R2	LR chi2	p>chi2	MeanBias	MedBias	B	R	%Var
0,018	4,72	0,858	9,5	10,6	30,9*	0,83	67

ii. Especificación para costo adicional de ejecución

Variable	Mean		t-test		V(T)/	
	OxI	OPT	%bias	t	p>t	V(C)
Altura	1177,600	1209,800	-2,900	-0,200	0,843	0,970
Dist. Cap. de Dpto.	104,160	119,040	-9,800	-0,760	0,447	0,36*
Inflación	0,032	0,032	-2,100	-0,150	0,882	1,040
Sector	0,783	0,900	-16,800	-1,130	0,262	1,440
Último estudio	0,891	0,857	12,400	0,700	0,484	.
Municipalidad	0,620	0,645	-5,400	-0,350	0,726	.
% PCs con internet	1,011	1,137	-8,200	-0,430	0,667	0,48*
N.º Profesionales	89,620	79,743	8,800	0,480	0,630	0,720
N.º Equipos_ofi.	92,022	95,400	-2,700	-0,170	0,868	0,860
PDU	0,565	0,493	15,400	0,980	0,328	.
PDR	0,120	0,116	1,1	0,070	0,948	.

* if variance ratio outside [0,66; 1,51]

Ps R2	LR chi2	p>chi2	MeanBias	MedBias	B	R	%Var
0,013	3,33	0,986	7,8	8,2	26,8*	0,94	29

¿Estamos mejorando? El efecto de las Obras por Impuestos en la eficiencia de ejecución de los proyectos. Un análisis comparativo con las obras públicas tradicionales

iii. Especificación para las variables cierre de brechas

Variable	Mean		t-test		V(T)/	
	OxI	OPT	%bias	t	p>t	V(C)
Altura	1214,100	1257,900	-3,200	-0,220	0,828	0,970
Dist. Cap. de Dpto.	106,960	116,990	-6,600	-0,520	0,601	0,39*
Inflación	0,032	0,032	-4,600	-0,320	0,746	1,050
Sector	0,763	0,884	-17,300	-1,180	0,241	1,54*
Último estudio	0,882	0,867	5,2	0,300	0,768	.
Municipalidad	0,634	0,660	-5,500	-0,360	0,720	.
% Pcs con internet	1,144	1,044	6,5	0,340	0,733	1,150
N.º Profesionales	82,086	88,120	-5,400	-0,340	0,737	0,45*
N.º Equipos_ofi.	89,355	101,490	-9,800	-0,610	0,545	0,840
PDU	0,570	0,525	9,6	0,620	0,539	.
PDR	0,118	0,106	4,3	0,270	0,787	.
N.º Beneficiarios	12 155	12 303	-0,200	-0,010	0,992	0,06*
Gasto capital MM	1,80e+07	2,00e+07	-7,300	-0,580	0,561	1,080

* if variance ratio outside [0,66; 1,51]

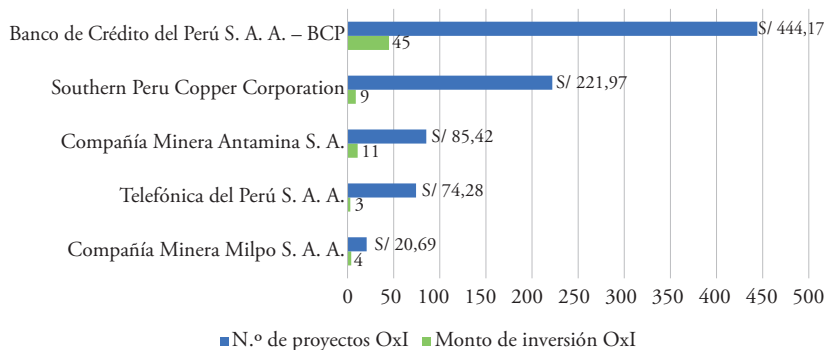
Ps R2	LR chi2	p>chi2	MeanBias	MedBias	B	R	%Var
0,012	2,98	0,998	6,6	5,5	25,1*	0,84	44

* if B>25%, R outside [0,5; 2]

Elaboración propia, 2020.

Anexo 7

Proyectos OXI: número y monto de inversión por empresa (millones de S/)



Fuente: Proinversión (2020). Elaboración propia, 2020.