

NOTA TÉCNICA N° IDB-TN- 02885

# ¿Cómo aprovechar la inversión en infraestructura para la creación de empleo de calidad y desarrollo de habilidades para el trabajo?

## Acercando la infraestructura a las personas

Julieta Abad  
María Victoria Anauati  
Mariano López  
Laureen Montes Calero  
Graciana Rucci

Banco Interamericano de Desarrollo  
División de Mercados Laborales y Seguridad Social

Enero 2024



# ¿Cómo aprovechar la inversión en infraestructura para la creación de empleo de calidad y desarrollo de habilidades para el trabajo?

Acercando la infraestructura a las personas

Julieta Abad

María Victoria Anauati

Mariano López Laureen

Montes Calero

Graciana Rucci

Banco Interamericano de Desarrollo  
División de Mercados Laborales y Seguridad Social

Enero 2024

Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo

¿Cómo aprovechar la inversión en infraestructura para la creación de empleo de calidad y desarrollo de habilidades para el trabajo?: acercando la infraestructura a las personas / Julieta Abad, María Victoria Anauati, Mariano López, Laureen Montes Calero, Graciana Rucci.

p. cm. (Nota técnica del BID ; 2885)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Infraestructure (Economics)-Social aspects-Latin America. 2. Infraestructure (Economics)-Caribbean Area. 3. Job creation-Latin America. 4. Job creation-Caribbean Area. 5. Labor market-Latin America. 6. Labor market-Caribbean Area. 7. Skilled labor-Latin America. 8. Skilled labor-Caribbean Area. I. Abad, Julieta. II. Anauati, María Victoria. III. López, Mariano. IV. Montes, Laureen. V. Rucci, Graciana. VI. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Mercados Laborales. VII. Serie.

IDB-TN-2885

Códigos JEL: E24, O18, J24, R42

Palabras clave: Infraestructura, Transporte, Habilidades, Empleo, Mercado Laboral, Inversión

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.





# ¿CÓMO APROVECHAR LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA PARA LA CREACIÓN DE EMPLEO DE CALIDAD Y DESARROLLO DE HABILIDADES PARA EL TRABAJO?

ACERCANDO LA INFRAESTRUCTURA Y LAS PERSONAS

Julieta Abad  
María Victoria Anauati  
Mariano López  
Laureen Montes Calero  
Graciana Rucci

# ¿CÓMO APROVECHAR LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA PARA LA CREACIÓN DE EMPLEO DE CALIDAD Y DESARROLLO DE HABILIDADES PARA EL TRABAJO?

## Acercando la infraestructura y las personas

Julieta Abad  
María Victoria Anauati  
Mariano López  
Laureen Montes Calero  
Graciana Rucci

Enero 2024

### Agradecimientos:

Se agradecen las valiosas revisiones, comentarios y sugerencias de Daniela Arias, Luis Carmona, Laura Casas Rojas, David Kaplan y Cristian Moleres.

### Colaboradores externos:

Diagramación: Jesús Rivero (Cristaliza Global).

Banco Interamericano de Desarrollo  
1300 New York Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20577  
[www.iadb.org](http://www.iadb.org)

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Particularidades y retos que enfrenta la generación de empleos de calidad</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>¿Cómo medir el empleo directo e indirecto asociado a obras de infraestructura vial?</b>	<b>7</b>
3.1	Metodología del empleo directo	10
3.2	Metodología del empleo indirecto e inducido	12
3.3	Resultados sobre el empleo directo, indirecto e inducido	14
3.3.1	¿Cómo se caracteriza el empleo directo en estas obras viales?	16
3.3.2	¿Cómo se caracteriza el empleo indirecto e inducido?	27
3.4	Análisis de sensibilidad	29
<b>4</b>	<b>Conclusiones, lineamientos para la política pública y siguientes pasos</b>	<b>32</b>
	<b>Referencias</b>	<b>35</b>
<b>Anexo 1</b>	<b>Metodología para la estimación del Empleo Directo en dos tipologías de obras viales</b>	<b>37</b>
1	Proyectos tipo	37
2	Características distintivas de cada proyecto tipo	37
2.1	Duplicación de calzada	38
2.2	Repavimentación de calzada	38
3	El análisis de cada actividad	38
4	Vinculación de actividades que componen la ejecución de la obra	38

5 Breve descripción del modelo .....	39
6 La carga de datos específicos del proyecto y los resultados del modelo .....	40
6.1 Insumos .....	40
6.2 Productos .....	43
7 Consideraciones al modelo .....	46
7.1 Simplificaciones del modelo .....	46
<b>Anexo 2 Metodología de estimación del empleo indirecto e inducido .....</b>	<b>48</b>
1 Descripción de la metodología .....	48
2 Aplicación del modelo de multiplicadores al caso argentino .....	52

# 1 Introducción

La inversión en infraestructura genera múltiples beneficios para el crecimiento sostenido y más inclusivo de América Latina y el Caribe. Por un lado, permite mejorar la provisión y cobertura de los servicios de agua y saneamiento, energía, transporte y telecomunicaciones en la región. Por otro, estas inversiones son un catalizador del empleo y la empleabilidad. Ambos casos ejemplifican el rol protagónico que ha demostrado tener el sector en la reducción de los efectos de la desaceleración económica, al contribuir a mejorar la productividad de los países y reducir las tasas de pobreza (Serebrisky et al., 2020; Pastor et al., 2020; Yepes-García et al, 2022).

Generar y promover empleos de calidad en el sector infraestructura es clave para que cada vez más personas en América Latina y el Caribe accedan al mercado del trabajo y progresen laboralmente. Sin embargo, avanzar en esta dirección supone sortear un obstáculo que ha condicionado los avances en la productividad y el crecimiento de la región en el último tiempo: lograr que las personas cuenten con las habilidades necesarias que demanda el mercado laboral. En efecto, existen múltiples determinantes que afectan la creación de empleo en la inversión en infraestructura. Encontrar capital humano con las habilidades para planificar y avanzar con celeridad en la construcción, operación y/o el mantenimiento de las inversiones es una labor cada vez más crítica. A esto se suma un contexto global de alto y rápido desarrollo tecnológico asociado a la cuarta revolución industrial que, junto a tendencias como el cambio climático y la transición demográfica, desafían a la adecuación de los sistemas de desarrollo de habilidades para una mejor y más eficiente reducción de brechas.

Cerrar las brechas de habilidades en el sector infraestructura requiere de una aproximación consciente de su complejidad. La infraestructura no es un bien homogéneo y el efecto en el empleo está influenciado por diversos factores:

- 1) Las nuevas tecnologías tendrán un papel relevante en los requisitos de empleo en el sector.
- 2) Las habilidades requeridas o la capacitación del empleo directo asociado a las obras de infraestructura difieren según el tipo de obra. En este escenario, tanto las habilidades tradicionales como en nuevas tecnologías son necesarias para un trabajo más eficiente.
- 3) Además del impacto primario, existe un efecto secundario que permite la generación de empleos en otros sectores de la economía, los que deben ser reconocidos y potenciados de manera equilibrada.
- 4) Las diferencias en la dotación de capital y trabajo según el tamaño de las empresas inciden también en el empleo del sector. Según datos de septiembre 2023, en Argentina el 94% del sector corresponde a micro (0-9 empleados) y pequeñas empresas (10-50 empleados), que

aportan el 42% de los trabajos registrados del sector, con salarios promedios que varían entre ARS 208.368,2 y ARS 227.576,4. Mientras que las empresas medianas y grandes representan el 6% restante del sector, concentrando el 58% del empleo registrado y reportando salarios promedios entre ARS 254.600,8 y ARS 381.895,1 ([IERIC, 2023](#)).

Tener la capacidad de anticipar el número, las características y las cualificaciones que requerirán los nuevos empleos es esencial para el desarrollo de competencias oportuno y eficiente. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha producido diversos estudios para cuantificar la generación de empleo en la región a través de inversiones en infraestructura y su rol como mecanismo para revertir los efectos económicos inducidos por el COVID-19 en la región (Serebrisky et al., 2020; Pastor et al., 2020; Yepes-García et al, 2022). En un esfuerzo por complementar este conocimiento, el BID se ha propuesto: i) examinar y caracterizar el empleo potencial y/o generado en los sectores previamente mencionados, así como ii) identificar las necesidades de formación de habilidades y iii) contribuir al desarrollo de trayectorias laborales exitosas, promoviendo la inclusión social, la optimización de los recursos humanos y financieros, entre otros aspectos.

El desarrollo de habilidades en el sector infraestructura requiere de una mirada transversal a las etapas y dimensiones de los proyectos, así como un tratamiento de las habilidades desde el enfoque de la “verderización” de las ocupaciones. Esta perspectiva se traduce en un proceso de desarrollo de habilidades que considera la evolución de las ocupaciones tradicionales para adaptarse a las políticas y lineamientos de protección medioambiental nacionales e internacionales. Por otro lado, los proyectos de infraestructura involucran muchas etapas, desde su elección, diseño, construcción, operación y mantenimiento por lo que su tratamiento equilibrado permitiría grandes oportunidades de desarrollos en materia de empleo y empleabilidad.

Este trabajo tiene por propósito la compatibilización de la mirada financiera y de costo de la inversión en infraestructura, con las necesidades de capital humano. Se trata de una tarea desafiante, que busca, a través del análisis de dos tipos de obras lineales en el sector transporte como casos de estudio, responder: (i) cómo desde el BID se puede contribuir a generar y promover empleos de calidad en el sector; (ii) cómo encontrar los mecanismos para anticipar y planificar mejor las necesidades de recursos humanos para aproximar los empleos que se crearán y el tipo de habilidades que se demandarán para mejorar el funcionamiento del mercado laboral; (iii) cómo aprovechar mejor las nuevas tecnologías, la transición energética y la consecuente “verderización” de oficios y profesiones, y la mayor esperanza de vida para mejorar el bienestar de las personas; y (iv) cómo este enfoque de trabajo contribuye a la inserción laboral de perfiles vulnerables.

Desde la División de Mercados Laborales trabajamos en generar evidencia contundente en materia de desarrollo de habilidades y empleo calidad para informar los procesos de formulación de políticas y el mejoramiento de los sistemas de desarrollo de habilidades de la región. Asimismo, desde la División Transporte promovemos el desarrollo de sistemas de transporte eficientes, inclusivos y sostenibles en la región, que faciliten el acceso a los mercados y a las oportunidades de trabajo,

salud y educación. En este sentido, la colaboración y el trabajo conjunto entre ambas divisiones genera múltiples beneficios, por ejemplo : i) la generación y diseminación de conocimiento de frontera sobre el impacto de las inversiones en infraestructura y servicios de transporte en materia de empleo y empleabilidad, y ii) identificación de oportunidades de inversión multisectoriales que aborden las brechas en infraestructura al tiempo que contribuyen al desarrollo de las habilidades que demanda el mercado de infraestructura.

Este documento se organiza en tres secciones. En la primera se desarrollan las particularidades y retos que enfrenta la generación de empleos de calidad y la anticipación de habilidades en un sector altamente heterogéneo en condiciones y tipos de obras. En la segunda, se detallan las decisiones metodológicas y la aplicación de herramientas para la anticipación de habilidades y números de empleos generados en proyectos de inversión en infraestructura. Por último, y a modo de conclusión, se repasan los principales hallazgos, que sirven como base para plantear recomendaciones de política pública y próximos pasos en la generación de conocimiento.

## 2 Particularidades y retos que enfrenta la generación de empleos de calidad

Existen múltiples determinantes que afectan el potencial de creación de empleo derivado de la inversión en infraestructura. En primer lugar, la infraestructura no es un bien homogéneo; y el efecto en el empleo está influenciado por sus especificidades, entre las cuales se encuentra el tipo de obra. Existe una amplia gama de proyectos para cada uno de los subsectores de infraestructura, desde mejoras en la eficiencia energética en edificios hasta la construcción de líneas de transmisión eléctrica, desde la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales a la construcción del tendido de red y sus conexiones domiciliarias de agua potable, o desde la ampliación de aeropuertos al mantenimiento de caminos rurales, entre otras. Cada una de estas obras tiene requisitos de empleo diferentes en función de las actividades que involucran. Por ejemplo, las obras lineales con un número reducido de tareas, como la repavimentación de un camino existente, requieren actividades diferentes a la ampliación de una red de agua potable, mientras que la construcción de un hospital o la ejecución de una central termoeléctrica necesita de un gran número de actividades significativamente más complejas; por lo tanto, se asocian con diferentes requerimientos de empleo.

En segundo lugar, existen factores relevantes como la ubicación en la que se realiza la inversión, es decir, su emplazamiento en áreas urbanas o rurales. Un mismo proyecto ejecutado en un lugar remoto, requiere de la movilización de todos los recursos necesarios para llevarlo adelante a un alto costo y con una oferta de empleo más acotada que el mismo proyecto implantado en una zona urbana.

En tercer lugar, el monto de la inversión es un aspecto relevante, ya que pueden existir economías de escala. Es decir, las obras de mayor magnitud requieren, por lo general, menos empleo en términos relativos que las obras más pequeñas, como demuestran Pastor et al. (2020) para América Latina.

En cuarto lugar, las formas de construir infraestructura (i.e., la función de producción) pueden ser diferentes. Para construir una misma obra de infraestructura se pueden utilizar diferentes combinaciones de trabajo y de bienes de capital, con base en las tecnologías disponibles, los requerimientos del proyecto, la disponibilidad y calidad de insumos, los precios relativos entre los distintos factores de producción, y el plazo de ejecución del proyecto de inversión. En consecuencia, el requerimiento de empleo y habilidades puede ser diferente incluso dentro de un mismo tipo de obra.

En quinto lugar, la tecnología utilizada para la construcción también afecta el potencial de generación de empleo. Por ejemplo, tareas asociadas con la ejecución in-situ de obras de arte de hormigón armado como puentes y alcantarillas, el mantenimiento de la zona de camino en rutas como el corte de pasto, la señalización horizontal de carreteras, la ejecución de excavaciones, entre otras, pueden requerir mucha mano de obra, pero también pueden ser altamente mecanizadas en diferentes contextos.

En sexto lugar, las habilidades requeridas o la capacitación del empleo directo asociado a las obras de infraestructura también difieren según el tipo de obra. Por ejemplo, los proyectos de energías renovables requieren trabajadores con habilidades en electromecánica y automatización para la instalación de paneles solares. Las obras viales, por su parte, requieren trabajadores con habilidades en el manejo de equipamiento mecánico pesado o en nuevas tecnologías, que permitan realizar las tareas de manera más eficiente, como el utilizar equipos geo-referenciados altamente tecnificados en la etapa de movimiento de suelos, permitiéndoles realizar las excavaciones y los terraplenes de forma autónoma y en un entorno más seguro, sin la necesidad de puntos físicos de referencia del plano de trabajo.

Además del efecto primario de la inversión en el empleo, también hay un efecto secundario que permite la generación de empleos indirectos. Es decir, empleos generados indirectamente por el proyecto en otros sectores de la economía para satisfacer la mayor producción de insumos requeridos en los encadenamientos productivos. Por ejemplo, en la construcción de una ruta, los empleos indirectos corresponden a aquellos involucrados con la producción del cemento, del asfalto y gasoil, del agregado pétreo, de las maquinarias usadas en la construcción, etc. En el caso de la construcción de una red de agua o saneamiento también contempla los empleos indirectos de los proveedores de cañerías, válvulas, cámaras, equipamiento electromecánico, equipos de excavación, etc. En consecuencia, el empleo indirecto generado también es heterogéneo en función del tipo de obra que se trate, ya que los requerimientos de insumos varían considerablemente por tipo de obra, así como los procesos de fabricación de materiales y equipos. Consecuentemente, contar con información que permita dimensionar el empleo indirecto en cada tipo de obra ayuda a entender el espacio que tiene cada obra para incentivar el empleo local.

Dado que el potencial de creación de empleo de un proyecto en infraestructura difiere de acuerdo con el tipo de obra, los análisis costo-beneficio de los proyectos van a ser diferentes. De esta manera, la estimación del empleo asociado a las diferentes obras de infraestructura se convierte en una variable relevante para evaluar a la hora de priorizar proyectos y genera oportunidades para explorar metodologías alternativas de costo-beneficio. Este enfoque es esencial para dar relevancia no solo a los proyectos económicamente factibles, sino también para priorizar los proyectos según el potencial de generación de empleo junto a otros beneficios económicos más amplios —e incluso beneficios que no pueden ser monetizados—.

Por lo anterior, este trabajo propone arrojar luces sobre el potencial de empleo de las obras de infraestructura desde un enfoque que permite unir dos miradas, la financiera y de costos, con la de las personas. Sin embargo, esto no es una tarea sencilla. Para facilitararlo, se comienza con un ejercicio tomando dos tipos de obras lineales del sector transporte: una obra vial de duplicación de calzada y una obra vial de rehabilitación de calzada. Estas obras tienen especificidades particulares que llevan a una determinada estimación del empleo directo, indirecto e inducido, y un determinado perfil de los trabajadores.

Para este caso de estudio, el efecto indirecto está representado por el incremento en la producción de bienes y servicios en otros sectores de la economía que se requieren para la construcción de una duplicación de calzada o una repavimentación. Por ejemplo, la producción del hormigón, del acero, del asfalto, de las maquinarias usadas en la construcción, etc. Mientras que el efecto inducido está representado por el incremento en la producción de bienes y servicios como consecuencia de la mayor demanda que hacen los actores involucrados en el proceso productivo, que ahora disponen de mayores ingresos. Por ejemplo, en la duplicación de calzada o repavimentación, el efecto inducido corresponde a aquellos generados para una mayor provisión de bienes y servicios en otros sectores de la economía debido al gasto de los empleados directos e indirectos, como el comercio minorista, etc.

El objetivo es desarrollar una herramienta que ayude a identificar y anticipar cuánto empleo se genera, qué características tienen los trabajadores y qué cualificaciones se necesitan para estos tipos de obras. Esta herramienta ayudará a , entre otros aspectos, a evaluar si los trabajadores cuentan con las competencias requeridas en tiempo y forma. Esto se convierte en información muy relevante, ya que permitirá mejorar el diseño y ejecución de las obras, posibilitando incluso el diseño de acciones de capacitación laboral con anticipación para contribuir a cerrar las brechas de habilidades y desarrollar intervenciones a la medida para mejorar el acceso de grupos específicos, generalmente subrepresentados, en empleos de calidad en el sector construcción. Esto adquiere aún mayor importancia si se tiene en cuenta la disrupción que genera la adopción de nuevas tecnologías y los cambios tecnológicos en el sector de la construcción, las cuales abarcan desde maquinarias con softwares innovadores hasta el uso de la ciencia de datos.

Finalmente, este ejercicio está enfocado en dos tipos de obras viales, aunque puede extenderse a otras obras de infraestructura. Una futura extensión de este trabajo será adaptar la metodología propuesta a diferentes tipologías, como las obras de agua y saneamiento y energías renovables.

### 3 ¿Cómo medir el empleo directo e indirecto asociado a obras de infraestructura vial?

Este trabajo se centra en dos tipos de obras viales con características distintivas: duplicación de calzada y rehabilitación de rutas existentes. Las obras de duplicación de calzada buscan incrementar significativamente la capacidad del camino y mejorar los estándares de seguridad de la calzada existente. Mientras que las obras de rehabilitación de calzada tienen como objetivo restituir las condiciones iniciales del camino que han ido deteriorándose debido al tránsito y las inclemencias del tiempo.

Esta sección describe una combinación de dos metodologías para estimar el empleo directo, indirecto e inducido asociado a cada inversión de un millón de dólares en una obra de duplicación de calzada de 30km, con un plazo de ejecución de 36 meses, y en una obra de rehabilitación de calzada bidireccional de 120km, con un plazo de ejecución de 24 meses. Para estimar el empleo directo se parte de un análisis estadístico de proyectos, mientras que para estimar el empleo indirecto e inducido se aplica la metodología de los multiplicadores, como se describe en la siguiente subsección.

Para este trabajo se analizaron aproximadamente 30 proyectos de cada tipo de obra. En la selección de estos proyectos, se consideraron obras con características diversas, como su ubicación geográfica, cantidad de tareas principales a realizar, diferentes ejecutores y su modo de trabajo, productividad, etc., con el fin de lograr una mayor representatividad del conjunto. Con base en esta muestra de proyectos, fue posible caracterizar cada tipo de obra vial.

En la tabla 1 se presentan las actividades más representativas desde el punto de vista del empleo directo generado en cada una de las obras analizadas. A cada etapa se asigna su incidencia expresada como personas/mes empleadas durante toda la obra<sup>1</sup>, para valores medios de la muestra:

---

1. Se considera la suma de personas empleadas mes a mes para toda la duración de la tarea, por lo tanto, es importante aclarar que esto no representa el máximo de personas empleadas en un mes dado, ni el promedio para los meses en que duró la tarea.

TABLA 1

1. OBRAS DE DUPLICACIÓN DE CALZADA DE RUTAS EXISTENTES		
ETAPAS DE EJECUCIÓN		% DE INCIDENCIA
<b>Movimiento de suelos</b>	Acciones que se realizan para preparar el terreno mediante movimientos de suelo para terraplén y desmontes necesarios para adecuarlos a la cota de subrasante de diseño. Su ejecución requiere principalmente de maquinaria pesada y personal capacitado para operarla.	24%
<b>Capas especiales</b>	Capas que se colocan una vez ejecutado el movimiento de suelos y tienen por objetivo mejorar las características de los mantos superiores que conforman el paquete estructural que deberá soportar las solicitaciones del tránsito que por ella circule. Están constituidas principalmente por una mezcla homogénea entre materiales locales, suelos, y materiales de aporte que mejoran sus características de durabilidad y resistencia, como cales, cementos y agregados pétreos. Su ejecución requiere de equipos de elaboración, mezcla y colocación que utilizan personal capacitado para operarlos y en menor medida, auxiliares a las tareas.	9%
<b>Mezclas asfálticas</b>	Acciones para que la calzada quede cubierta por una o varias capas uniformes de concreto asfáltico que brindan resistencia y durabilidad a la vía <sup>2</sup> . Requiere una dotación importante de personas encargadas de la elaboración, transporte y colocación de la mezcla. Los niveles de calificación necesarios varían entre personal especializado y personal auxiliar a cada tarea.	14%
<b>Puentes</b>	Los mismos se construyen para sortear otras vías de comunicación o cursos de agua existentes. Están constituidos principalmente por hormigón y acero y para su ejecución se utilizan diferentes equipos como pilotera, grúas, planta de hormigón, camiones para transporte de hormigón desde planta a pie de obra, entre otros. Pueden tener una incidencia significativa en la utilización de equipos y mano de obra en este tipo de obra. Requieren la ocupación de muchas personas para ejecutarlos.	11%
<b>Alcantarillas</b>	Se utilizan para conducir el agua y permitir el drenaje de la vía a través de estos pasos ya sean transversales o longitudinales al camino. Están constituidos de hormigón armado, generalmente in situ, en cuyo caso requieren la ocupación de considerable mano de obra para su ejecución.	4%
<b>Otras Tareas de obra</b>	Nuclea el personal empleado en todas las demás tareas de obra, que no son las más representativas de la ejecución, pero indispensables para completar la obra. Ej: forestación, señalización horizontal y vertical, iluminación, etc. El personal empleado para estas tareas ha sido agrupado en este rubro.	7%
<b>Tareas de apoyo</b>	Corresponde al personal complementario a la obra que no participa de una actividad específica y su tarea es la de asistir a todas las áreas involucradas en la ejecución. Ej: personal de dirección, control y administrativo.	31%

2. La mezcla asfáltica en caliente se elabora en planta y se transporta a pie de obra.

## 2. OBRAS DE REHABILITACIÓN DE CALZADA DE RUTAS EXISTENTES

ETAPAS DE EJECUCIÓN		% ESTRUCTURA DE COSTOS
<b>Bacheo</b>	Reparación de zonas deterioradas de una calzada de máximo treinta metros cuadrados de superficie para restituir las condiciones originales del pavimento. Para ejecutar el bacheo, se requiere de personal y equipos particulares según la dimensión y densidad de los mismos.	31%
<b>Fresado</b>	Se ejecuta cuando las condiciones de la calzada presentan características continuas de falla y los baches superficiales superan el umbral de superficie máxima para realizar esa tarea. Requiere de baja ocupación de puestos de trabajo, principalmente personal altamente capacitado asociado a la utilización de equipos específicos de alto rendimiento y personal auxiliar de limpieza y señalización.	4%
<b>Mezclas asfálticas</b>	Acciones para que la calzada quede cubierta por una o varias capas uniformes de concreto asfáltico que brindan resistencia y durabilidad a la vía <sup>3</sup> . Requiere una dotación importante de personas encargadas de la producción, transporte y colocación del material elaborado. Los niveles de calificación varían entre personal especializado y personal auxiliar a las tareas.	42%
<b>Otras Tareas de Obra</b>	Nuclea el personal empleado en todas las demás tareas de obra, que no son las más representativas de la ejecución, pero indispensables para completar la obra. Ej: señalización horizontal y vertical, iluminación, etc. El personal empleado para estas tareas ha sido agrupado en este rubro.	8%
<b>Tareas de Apoyo</b>	Corresponde al personal complementario a la obra que no participa de una actividad específica y su tarea es la de asistir a todas las áreas involucradas en la ejecución. Ej: personal de dirección, control y administrativo.	15%

Nota: Estos trabajos se realizan con tránsito pasante, lo que requiere personal y equipos de señalización para desvíos provisorios.

Fuente: Elaboración propia.

3. La mezcla asfáltica en caliente se elabora en planta y se transporta a pie de obra.

Para cada una de las tipologías descritas en la Tabla 1 se aplicó el modelo para la estimación de empleo en un plazo determinado. Dada la baja incidencia de los costos y el empleo a generar, actividades complementarias como la reforestación, recubrimiento de taludes y banquetas, bacheo profundo, riegos de imprimación y liga, parqueización, demolición de obras menores existentes, iluminación, entre otras, no fueron consideradas. Para todos los tipos de obras consideradas en la estimación, tanto la tecnología como los avances en maquinaria y equipamiento jugaron un papel clave en las actividades y en los procesos, aspecto que impacta de igual forma el empleo y empleabilidad en dos sentidos: i) disminución del personal requerido producto de la automatización y uso de maquinaria avanzada, y ii) brechas entre habilidades requeridas para el manejo de nuevas tecnologías en el sector y las habilidades que los trabajadores ofrecen en el mercado del trabajo.

## 3.1 Metodología del empleo directo

La metodología utilizada para estimar el empleo directo parte de la modelización de un proyecto de infraestructura “tipo”<sup>4</sup>, tomando como referencia la muestra de los proyectos descritos previamente. El modelo centra su análisis en las actividades más representativas desde el punto de vista económico y en la utilización de mano de obra, vinculadas a la duración de cada obra. El empleo directo surge de un análisis estadístico de las actividades principales de los proyectos tipo.

### Análisis de cada actividad

Cada una de las tareas representativas involucra la utilización de mano de obra que se va incorporando, permaneciendo y desafectando a lo largo de la duración de la tarea y de acuerdo con una distribución estadística de probabilidad. La mano de obra considerada para cada tarea corresponde al número de puestos de trabajo ocupados a tiempo completo para lograr su ejecución. Es decir, la rotación de personal no es considerada en el análisis; ya que no se considera cada persona física empleada, sino cada puesto ocupado a tiempo completo.

Dado que cada tarea está directamente relacionada con la cantidad total de unidades producidas y el plazo de ejecución; para una cantidad a ejecutar definida, los recursos de personal necesario para efectuarla serán mayores cuanto menor sea el plazo y, disminuirán si éste se extiende. De igual manera, si se fija el plazo, la cantidad de personal aumentará, en la medida que aumenten las cantidades a ejecutar.

---

4. Para el presente estudio se han definido proyectos de infraestructura vial representativos de los proyectos en estudio, licitados, ejecutados o en ejecución de los últimos 20 años en Argentina.

## Vinculación de actividades que componen la ejecución del proyecto

Estas actividades principales no constituyen tareas aisladas que concatenadas componen el proyecto en su conjunto, sino que muchas de ellas se realizan en simultáneo con otras actividades principales u otras que requieren una o varias actividades precedentes finalizadas antes del inicio de una nueva. Cabe resaltar que existen otras actividades que no se ha considerado como principales para el modelo, pero que son necesarias para completar la encomienda y que también forman parte del estudio. Estas vinculaciones han sido estructuradas de acuerdo con la secuencia lógica de las actividades utilizada para la ejecución de cada tipo de obra.

### Breve descripción del modelo

Dado que la ejecución de proyectos en la industria de la construcción tiene características únicas, son acotados en el tiempo y con asignación de recursos limitados, la modelización centra su análisis en buscar reducir la incertidumbre que el proyecto trae aparejado, desagregándolo en tareas principales más simples, que tienen las siguientes características:

- Son tareas repetitivas a lo largo de la duración de una parte significativa del proyecto.
- Se puede asignar un rendimiento medio de la tarea que, dentro de ciertos límites lógicos, permite diferenciar los recursos empleados por unidad producida para una unidad de tiempo.
- Los recursos utilizados para el rendimiento medio de cada tarea surgen de datos estadísticos de obras ejecutadas de similares características.
- Los rendimientos medios con base en estadísticas consideran la productividad de las tareas bajo condiciones medias de ejecución y no incluyen los tiempos improductivos debidos a casos fortuitos o de fuerza mayor.
- Son tareas que insumen una importante utilización de personas para llevarlas a cabo. Ya sea por su permanencia en el tiempo, por la intensidad propia de la tarea o por una combinación de ambas.

Es importante enfatizar que el modelo se basa en la utilización de recursos por unidades producidas en un determinado tiempo; lo cual lo independiza de las variaciones de los valores económicos de los recursos a través del tiempo. Asimismo, como en esta primera versión, se busca identificar, simplificar y conceptualizar la metodología de predicción de empleo directo, ha sido diseñada a través de la herramienta “planilla de cálculo”. Existen, sin embargo, softwares específicos para la programación de obras y asignación de recursos que permiten el análisis de proyectos de mayor complejidad que los considerados en esta primera instancia<sup>5</sup>. El Anexo 1 describe con mayor detalle la metodología aplicada.

---

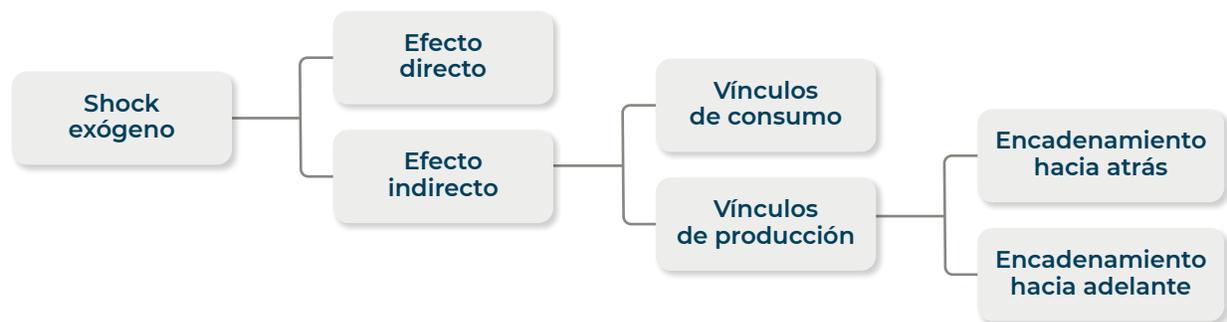
5. Software: Oracle Primavera P6 PPM; Microsoft Project.

## 3.2 Metodología del empleo indirecto e inducido

Para cuantificar el empleo indirecto e inducido en las obras de infraestructura se utilizó el análisis de multiplicadores que permitió estimar —ex ante— los efectos asociados a un shock en la economía, principalmente en la producción y el empleo. La matriz de contabilidad social (MCS) fue la herramienta base del estudio y, con esto, los multiplicadores permitieron captar los efectos de un shock positivo o negativo del sector o actividad sobre el resto de la economía, considerando aspectos como la interdependencia entre los sectores y actores económicos (ILO, 2009).

Estos shocks de corte exógeno se encuentran fuera del alcance de las decisiones o del control de los consumidores y las empresas, refiriendo generalmente a cambios en la demanda de exportaciones, gasto público o inversión. Como se muestra en la figura 1, la suma de los efectos directos (que afectan al sector inicialmente perturbado por el shock) o indirectos (que surgen como consecuencia de la interdependencia entre el sector afectado y el resto de la economía) constituyen el efecto multiplicador total de la perturbación exógena, es decir, cuánto se multiplica un efecto directo a los vínculos económicos (indirectos).

FIGURA 1 TRANSMISIÓN DE SHOCKS EXÓGENOS



Fuente: Breisinger, Thomas y Thurlow (2009).

Los efectos indirectos de un shock positivo se canalizan a través de una mayor producción (vínculos de producción) y un mayor consumo (vínculos de consumo). Los vínculos de producción vienen determinados tanto por el alcance y la intensidad de los insumos de otros sectores utilizados en la producción del sector inicialmente afectado por la perturbación (encadenamientos hacia atrás), como por el alcance y la intensidad en que la producción del sector inicialmente afectado es utilizada como insumo en otros sectores (encadenamientos hacia adelante).

Por otro lado, los vínculos en el consumo surgen como consecuencia del mayor gasto en la economía generado por los nuevos empleos directos e indirectos. Esto implica un aumento de la producción y de los ingresos de las empresas, lo cual lleva a nuevos empleos, generando un efecto multiplicador (Pastor et al., 2020). Por ejemplo, en una obra de duplicación de calzada los empleos inducidos son aquellos generados para una mayor provisión de bienes y servicios en otros sectores de la economía debido al gasto de los nuevos empleos directos e indirectos, como carpinteros, agricultores, vendedores, etc.

Finalmente, para estimar el efecto de las obras de infraestructura en el número de puestos de trabajo creados fue necesario calcular el multiplicador del empleo. Para ello, se construyó un vector o cuenta satélite que contiene datos sobre el número de empleados por sector. La cuenta satélite de empleo tiene la misma desagregación de actividades que la MCS, y combinadas permiten calcular una relación empleo-producción para cada sector o actividad. Esta relación termina indicando el número de trabajadores necesarios para producir una unidad de producto para un sector específico. Por ejemplo, un millón de dólares destinado a una obra de duplicación de calzada se espera que aumente la demanda final de bienes y servicios en distintos sectores de la economía debido a los efectos indirectos e inducidos. Como se muestra en la siguiente sección, el aumento en la producción de los bienes y servicios para satisfacer ese incremento en la demanda requiere un incremento en el empleo de esos sectores económicos. Como ilustración, ese millón de dólares en una obra de duplicación de calzada genera 2 puestos de trabajo (indirectos e inducidos) en los sectores de servicios de transporte y venta y mantenimiento de vehículos. De esta manera, repitiendo este análisis fue posible estimar el empleo asociado a un aumento en la demanda final para cada sector económico.

Por último, dado que la MCS no contiene una desagregación específica para las dos obras de infraestructura que se analizan en este estudio, fue necesario crear un nuevo vector de demanda final. Lo que implicó tratar a cada tipo de obra particular como un shock en la demanda final a partir de los insumos que requieren para ejecutarse. Para ello, se estimó una estructura de costos para cada obra, que indica la proporción de los insumos requeridos para cada obra siguiendo la metodología descrita en la Sección 3.

En síntesis, la estimación de una estructura de costos para cada obra de infraestructura permitió identificar el requerimiento de insumos. Con esto, se utilizó la MCS para estimar el efecto multiplicador indirecto e inducido, por ejemplo, por la mayor producción (vínculo de producción) y el mayor consumo (vínculo de consumo). De igual manera, se usó la cuenta satélite de empleo para estimar el empleo indirecto (por la provisión de insumos) e inducido (por el consumo) asociados a las obras de infraestructura. Un aspecto para considerar es que el empleo directo es derivado con la metodología descrita en la sección 3.1 de este documento, al cual se agrega el empleo indirecto e inducido para llegar al empleo total. El Anexo 2 detalla la aplicación de la metodología.

### 3.3 Resultados sobre el empleo directo, indirecto e inducido

Los hallazgos del estudio indican que una inversión de un millón de dólares en una obra de duplicación de calzada demanda, en promedio, 35 empleos en toda la economía, considerando los efectos directos, indirectos e inducidos, mientras que una obra de repavimentación de calzada demanda, en promedio, 56 puestos de trabajo. Es decir, un 60% más. De estos empleos, se demandan entre 24 y 45 puestos de trabajo anuales en el propio sector de la construcción en las obras de duplicación de calzada y rehabilitación de calzada, respectivamente (Ver Tabla 2).

En términos del empleo indirecto e inducido, se espera que cada tipo de obra genere 6 puestos de trabajo indirectos y 5 puestos de trabajo inducidos a lo largo de la vida del proyecto de construcción. Específicamente, se demandan 6 puestos de trabajo en sectores relacionados a la provisión de insumos y 5 puestos de trabajo en sectores relacionados a la provisión de bienes y servicios para el consumo (Ver tabla 2). El empleo indirecto e inducido se interpreta de forma estática, es decir, independientemente del plazo de la obra se estima cuánto empleo se asocia a la demanda de insumos necesarios para realizar toda la obra, sin analizar una dimensión temporal. El empleo indirecto e inducido es el mismo para cada tipo de obra debido a que su estructura de costos es muy similar. Sin embargo, si se analizara el empleo indirecto e inducido en obras de mayor complejidad, donde no es posible agrupar el proyecto en actividades acotadas dada la heterogeneidad entre las tareas que componen el proyecto, la estructura de costos podría variar significativamente para cada proyecto, como puede ser la construcción de un hospital, que requiere insumos muy diferentes.

Expresado en términos del empleo directo, por cada 10 puestos de trabajo anuales creados en una obra de duplicación de calzada, se generarían 2,5 puestos de trabajo en los sectores relacionados a la provisión de insumos y 2,1 puestos de trabajo en los sectores relacionados a la provisión de bienes y servicios para el consumo durante la ejecución de la obra. En el caso de una obra de rehabilitación de calzada, por cada 10 puesto de trabajo anuales creados en el sector, se generan 1,3 puestos de trabajo en los sectores relacionados a la provisión de insumos y 1,1 puestos de trabajo en los sectores relacionados a la provisión de bienes y servicios para el consumo durante la ejecución de la obra.

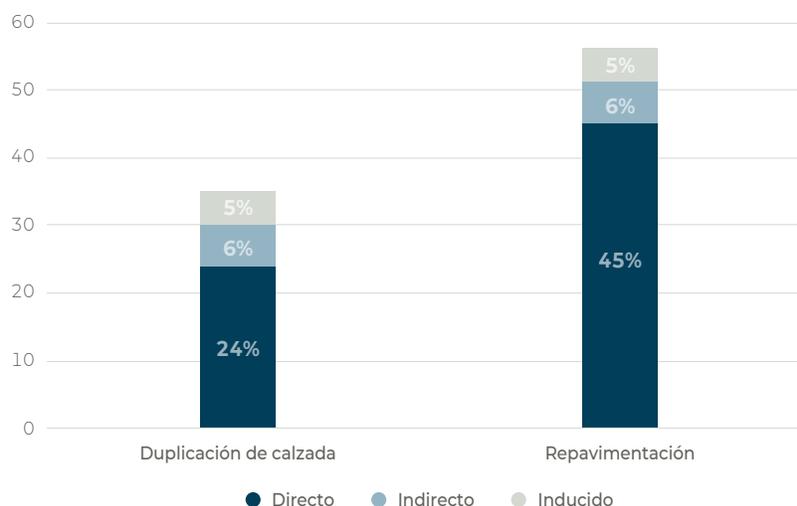
Por último, el empleo directo representa el 69% del total de empleo requerido, el indirecto el 17% y el inducido el 14% en el caso de una obra de duplicación de calzada. Mientras que, en el caso de una obra de repavimentación de calzadas, el empleo directo representa el 80% del total de empleo requerido, el indirecto el 11% y el inducido el 9% (Figura 2).

**TABLA 2 EMPLEO ASOCIADO A UNA INVERSIÓN DE UN MILLÓN DE DÓLARES**

	EMPLEO TOTAL	EMPLEO DIRECTO	EMPLEO INDIRECTO	EMPLEO INDUCIDO
Duplicación de calzada	35	24	6	5
Repavimentación	56	45	6	5
Duplicación de calzada		69%	17%	14%
Repavimentación		80%	11%	9%

Nota: El empleo directo está anualizado, es decir, el valor refleja el empleo asociado a una inversión de un millón de dólares anualizado. El empleo indirecto e inducido no se encuentra anualizado.

**FIGURA 2 EMPLEO ASOCIADO A UNA INVERSIÓN DE UN MILLÓN DE DÓLARES**



Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de cotejar estimaciones de empleo indirecto e inducido, se comparan los hallazgos obtenidos con estimaciones de estudios realizados en países de América Latina en obras de infraestructura viales, que utilizan metodología basada en el análisis de multiplicadores. La Tabla 3 muestra la participación del empleo indirecto en el empleo directo, y la participación del empleo inducido en el empleo directo e indirecto. Si bien la comparación de la tabla 3 se realiza entre diferentes tipos de obras en el sector de infraestructura vial, los resultados permiten identificar que las estimaciones se encuentran en línea con los hallazgos de la literatura, aunque en un umbral sustancialmente inferior. Esto podría sugerir que el modelo arroja una estimación más conservadora del potencial de empleo indirecto e inducido en relación con el empleo directo. Aspecto que podría ser comparado en futuras investigaciones con obras de idénticas características.

**TABLA 3 RELACIÓN ENTRE EL EMPLEO DIRECTO, INDIRECTO E INDUCIDO EN LA LITERATURA**

	INDIRECTO/ DIRECTO	INDUCIDO / DIR + IND
Duplicación de calzada (modelo)	25%	17%
Repavimentación (modelo)	13%	10%
Infraestructura promedio <sup>a</sup>	44%	25%
Construcción de rutas <sup>b</sup>	267%	55%
Resto de la construcción <sup>c</sup>	24%	22%
Infraestructura promedio <sup>c</sup>	40% - 180%	40%

Notas: a) Coremberg (2016) para Argentina; b) Pastor et al. (2020) para América Latina; c) Banco Mundial (2021) para Argentina; d) El empleo directo estimado por los autores representa solo el 18% del empleo total generado.

### 3.3.1 ¿Cómo se caracteriza el empleo directo en estas obras viales?

El modelo permite caracterizar el empleo directo en función de la ocupación de los trabajadores en la ejecución del proyecto y anticipar el requerimiento de empleo para cada etapa de la obra y plazo temporal. Además, deja anticipar las habilidades generales que se requieren en cada etapa de la obra, por ejemplo, personal con conocimientos y certificaciones específicas versus personal de apoyo para la realización de tareas con baja calificación.

En relación con la ocupación de los trabajadores, se identifica el personal con afectación directa a las tareas de campo y el personal complementario. El personal con afectación directa a las tareas de campo corresponde a aquel que se vincula de manera directa con una actividad medible en la ejecución de la obra. Está compuesto por diferentes categorías de personal jornalizado, nucleado dentro de un tipo de contratación específica (Convención Colectiva de Trabajo). Se denominan jornalizados, pues su salario se liquida por horas de trabajo efectivas. La categorización del personal nucleado en este régimen posee un grado de desagregación más amplio, pero a los fines de este estudio solo se ha considerado su categorización general. A continuación, una breve descripción de ellas<sup>6</sup>:

6. Enmarcados en el CCT 76/75 UOCRA.

- **Oficial especializado:** Es el trabajador que, habiendo pasado por las categorías inferiores, tiene los conocimientos prácticos del trabajo, interpretación de planos, conocimiento de equipos y herramientas, conocimiento de materiales, conocimiento de medidas y sus equivalencias, que ha rendido satisfactoriamente las pruebas de aptitud, obtenido las certificaciones correspondientes, y puede liderar un equipo de trabajo.
- **Oficial:** Es el trabajador que, habiendo pasado por las categorías inferiores, tiene conocimientos prácticos del trabajo, de materiales, de herramientas y sus aplicaciones, y que ha rendido satisfactoriamente las pruebas de aptitud y obtenido las certificaciones correspondientes, cuando la función así lo requiera.
- **Medio Oficial:** Es el trabajador que, habiendo pasado por la categoría de ayudante, tiene conocimientos prácticos del trabajo, de materiales, de herramientas y su utilización.
- **Ayudante:** Es el trabajador que realiza tareas generales no calificadas. El ayudante no está habilitado para usar y/o manipular herramientas, equipos portátiles o máquinas por accionamiento eléctrico, neumático u otras fuentes de energía.

El personal complementario al proyecto se refiere al personal asociado y sin participación directa sobre las tareas que materializan la ejecución física de la obra. En general se incluyen dentro de los gastos generales y su incidencia se estima proporcional a los costos de cada tarea y distribuida a lo largo de todo el proyecto. Está compuesto por el personal mensualizado, fuera de convenio, que forma parte del plantel o de los funcionarios en relación de dependencia con la empresa, y el personal de apoyo mensualizado o jornalizado según la actividad que desarrolle.

Dentro de este grupo se encuentra el personal altamente calificado con formación universitaria, calificación técnica específica que forma parte del plantel estable de la contratista y otro personal local de apoyo y de baja calificación. En el modelo se clasifican de acuerdo con:

- Personal fuera de convenio: de dirección y control calificado, por ejemplo, gerente de proyecto, director de contrato, jefe de área, jefe oficina técnica, comprador, jefe de personal, liquidación de sueldos y jornales, topógrafos, laboratoristas, jefe de producción, sobrestantes.
- Personal de apoyo: personal que puede ser mensualizado y que en general está compuesto por el personal auxiliar administrativo y personal jornalizado que asiste al plantel técnico de campo y de control.

En la Tabla 4 se sintetiza la desagregación del empleo directo, de acuerdo con lo expuesto en los párrafos precedentes.

**TABLA 4 DESAGREGACIÓN DEL EMPLEO DIRECTO USADO EN EL MODELO**

CLASIFICACIÓN	NIVEL DE CALIFICACIÓN	TIPO DE CONTRATACIÓN	
Mano de Obra de Campo	Oficial Especializado	Jornal	AR: Unión Obrera de la Construcción de la República Argentina (UOCRA7)
	Oficial		
	Ayudante		
Mano de Obra Complementaria al Proyecto	Profesional	Mensual	Fuera de convenio. Por tiempo determinado o indeterminado
	Técnico	Mensual	Fuera de convenio. Por tiempo determinado o indeterminado
	Asistente	Mensual/Jornal	Por tiempo determinado o indeterminado / AR: Unión de Empleados de la Construcción y Afines de la República Argentina (UECARA) / UOCRA

A continuación, se muestra un ejemplo de la utilización del modelo para la ejecución de una obra de duplicación de calzada en 36 meses de duración. En la Tabla 5 se muestran las cantidades definidas para la tipología de obra del ejemplo.

**TABLA 5 TAREAS Y CANTIDADES REPRESENTATIVAS DEL PROYECTO**

ITEMS	UNID	CANTIDAD
Movimiento de suelos	M3	1200000
Capas especiales		
Estabilizado granulometrico con o sin cemento	M3	46800
Suelo cemento	M3	
Suelo estabilizado con cal	M3	48000
Suelo mejorado con cal	M3	
Sub-base de Suelo Seleccionado con CBR definido	M3	50000
Asfalto	TN	74000
Puente	M2	700
Alcantarillas	M3	

7. La UOCRA está compuesta por el personal Jornalizado, nucleado dentro de la Convención Colectiva de Trabajo de la Industria de la Construcción Bajo régimen de Ley 22.250. Jornalizados, pues su salario se liquida por horas de trabajo efectivas. La UECARA reúne al personal Empleados Administrativos, Capataces y Técnicos de la Construcción y Obra Viales, bajo el Convenio Colectivo de Trabajo 660/13 de la República Argentina.

A partir de los datos definidos en la Tabla 5, el modelo determina el empleo de mano de obra desagregada por nivel de calificación. En la Tabla 6 se muestra el resultado de la estimación de empleo directo, como cantidad de puestos de trabajo a tiempo completo, generado para este ejemplo.

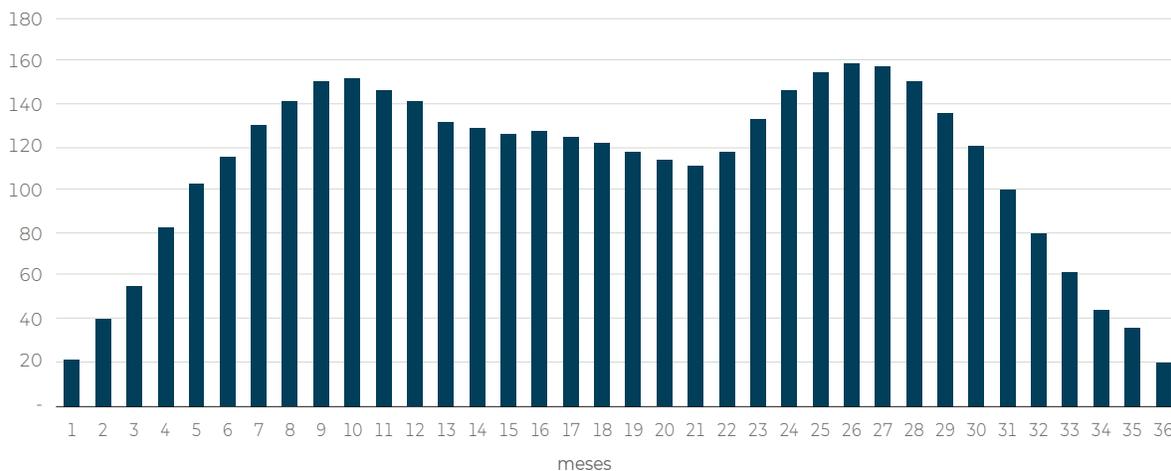
**TABLA 6 MANO DE OBRA DIRECTA PARA EL EJEMPLO (PUESTOS DE TRABAJO)**

DESCRIPCION	MAX	PROM	HOMBRE-MES
Oficial especializado	21,00	12,00	397,00
Oficial	37,00	22,00	802,00
Medio Oficial	14,00	8,00	262,00
Ayudante	40,00	26,00	941,00
Fuera de convenio	53,00	42,00	1.506,00
UECARA	4,00	3,00	118,00
Personal con afectación directa	108,00	67,00	2.402,00
Personal complementario	57,00	45,00	1.624,00
<b>TOTAL</b>	<b>160,00</b>	<b>112,00</b>	<b>4.026,00</b>

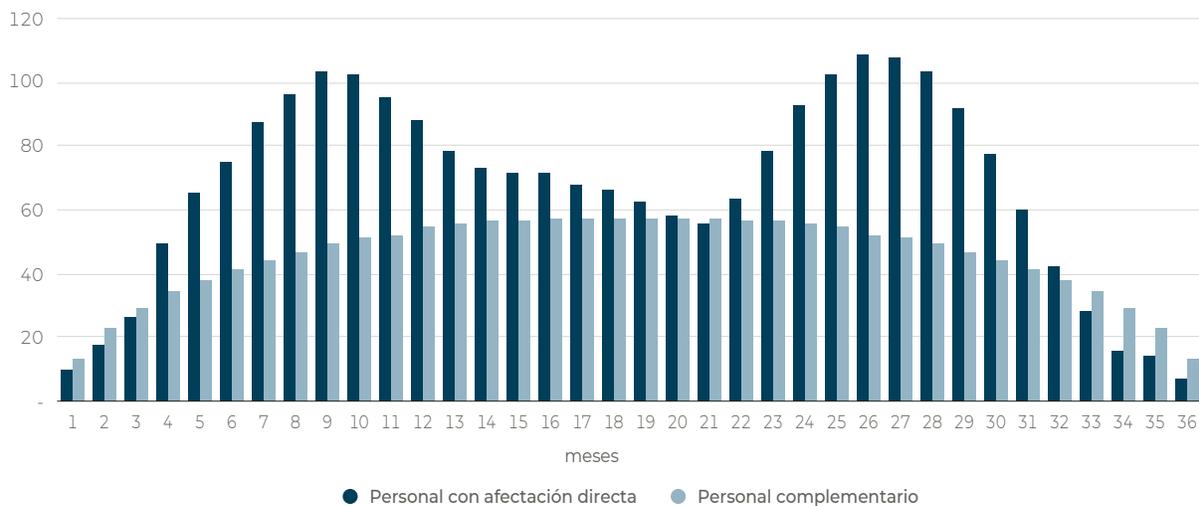
Nota: Los valores máximos de la tabla corresponden a los máximos determinados en la serie de tiempo por categoría, el que puede coincidir o no con el máximo de otra categoría. Por su parte, el promedio y persona-mes consideran toda la duración de la serie de tiempo.

La información obtenida del modelo se puede visualizar a partir de diferentes gráficos. En la Figura 3 se muestra la distribución de todo el empleo directo generado para el proyecto del ejemplo. En la Figura 4 se muestra la misma distribución, pero diferenciada en personal con afectación directa y personal de apoyo. Por último, en Figura 5 la distribución del personal con afectación directa a las tareas de campo, discriminada por nivel de calificación.

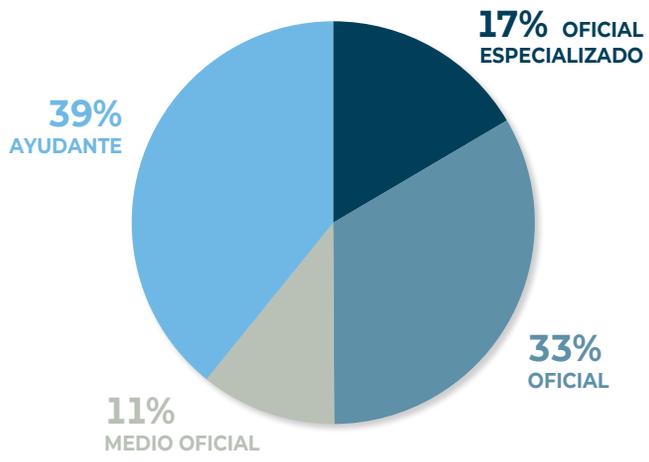
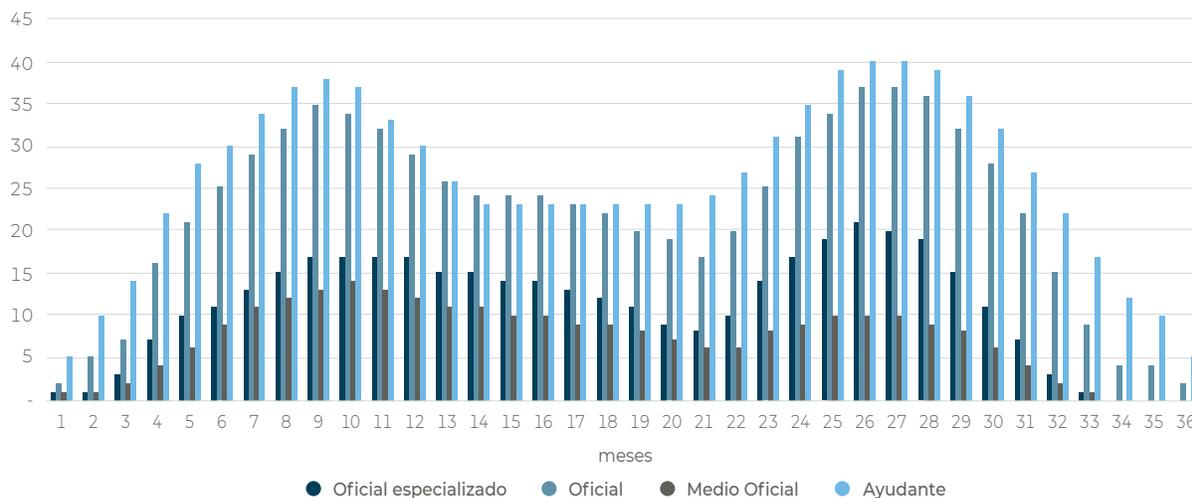
**FIGURA 3 DISTRIBUCIÓN DEL EMPLEO DIRECTO PARA EL PROYECTO DEL EJEMPLO**



**FIGURA 4 DISTRIBUCIÓN DEL EMPLEO DIRECTO DIFERENCIADA ENTRE PERSONAL CON AFECTACIÓN DIRECTA Y DE APOYO PARA EL PROYECTO DEL EJEMPLO**

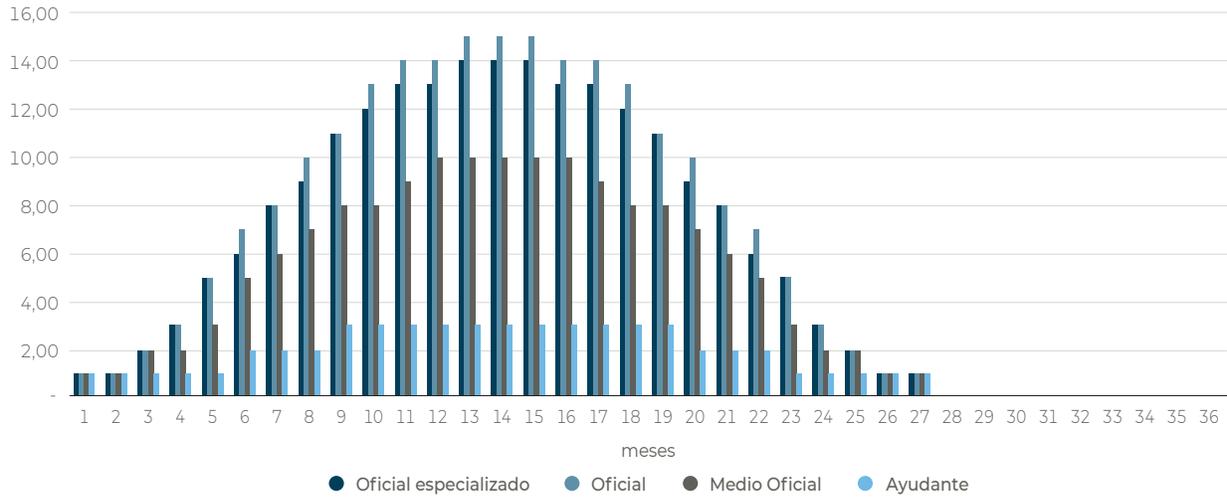


**FIGURA 5 DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL CON AFECTACIÓN DIRECTA  
 A LAS TAREAS DE CAMPO PARA EL PROYECTO DEL EJEMPLO**

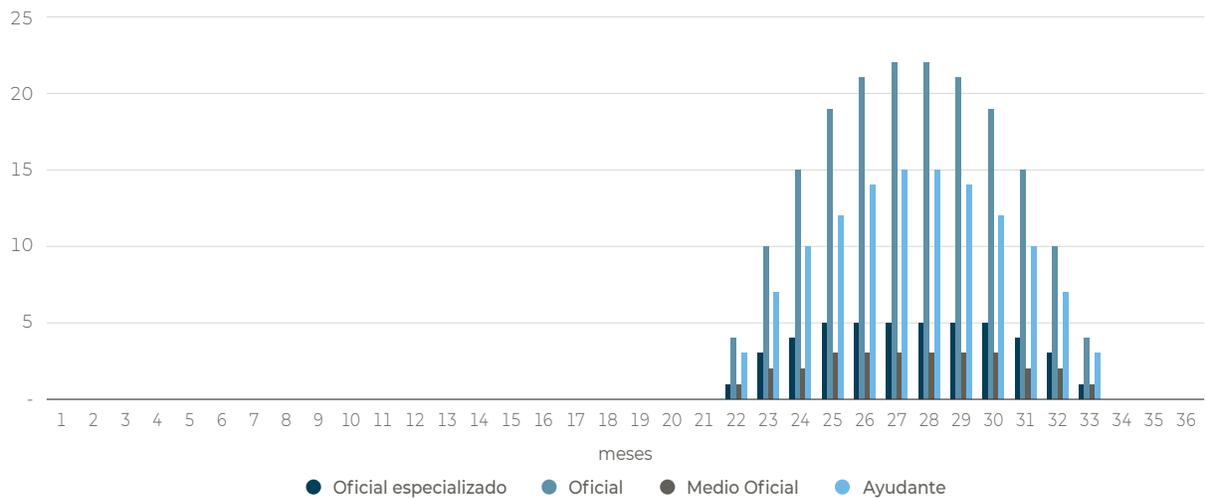


La desagregación gráfica y analítica se puede realizar a nivel de tarea principal y discriminando por mes para la duración total de la obra o por año de ejecución. Continuando con el ejemplo, en las Figuras 6 y 7 se muestran dos histogramas de personal con afectación a dos actividades principales que tienen impacto en diferentes instancias temporales de la ejecución, discriminadas por nivel de calificación. Por ejemplo, en el caso de tareas de movimiento de suelos, genera empleo de alta calificación —oficiales especializados y oficiales— dado que las tareas están asociadas a equipos de alta producción (Figura 6); por otra parte, en la Figura 7 puede apreciarse que el empleo generado en la ejecución de mezclas asfálticas corresponde a oficiales y ayudantes.

**FIGURA 6 DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL CON AFECTACIÓN DIRECTA A LA TAREA MOVIMIENTO DE SUELOS PARA EL PROYECTO DEL EJEMPLO**



**FIGURA 7 DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL CON AFECTACIÓN DIRECTA A LA TAREA MEZCLA ASFÁLTICA PARA EL PROYECTO DEL EJEMPLO**



## Caracterizando a los trabajadores de las obras

Los resultados del modelo se complementaron con entrevistas semiestructuradas a actores claves del sector (desde entidades gubernamentales encargadas de las políticas de infraestructura vial hasta empresas constructoras, encargadas de la ejecución de las obras) con el objetivo de caracterizar el perfil de los trabajadores en las obras de duplicación de calzada y repavimentación. Si bien la información obtenida no es representativa del sector, permite caracterizar el perfil de los trabajadores con base en la percepción de los actores más relevantes del sector.

Con relación a la educación, las entrevistas indican que el personal de dirección, administración y control suele tener título universitario, mientras que el personal de apoyo, en general, alcanza como máximo el nivel terciario. Ambos tipos de trabajadores suelen mantener una relación de dependencia con la empresa y formar parte del plantel permanente de la misma, mientras que aproximadamente un 10% de ellos se enmarca en el convenio del sindicato que agrupa a los obreros de la industria de la construcción (en Argentina, la UOCRA).

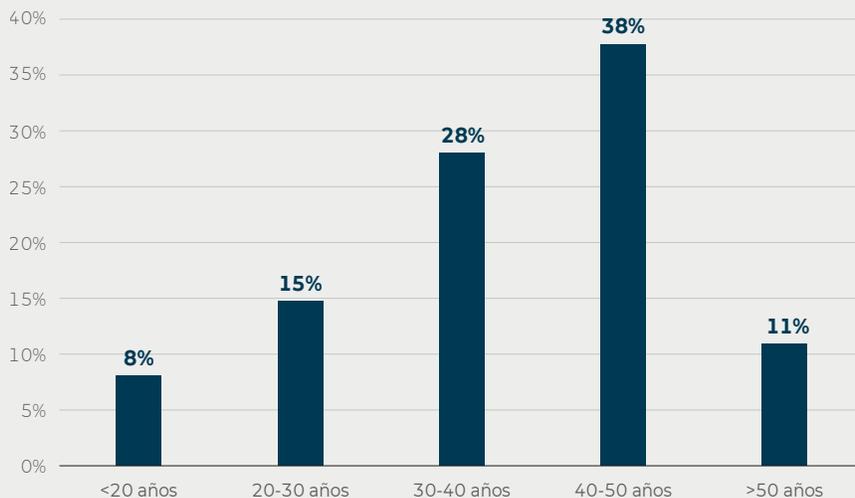
A diferencia, los oficiales y ayudantes, vinculados a las tareas de campo de la obra, suelen tener un menor nivel de calificación. En particular, el 50% de los oficiales en promedio tienen como nivel máximo de educación la secundaria, mientras que sólo el 35% de los ayudantes lo alcanzaron. Considerando la relación contractual, todos los oficiales y ayudantes se enmarcan en el convenio del sindicato que agrupa a los obreros de la industria de la construcción (UOCRA).

En ambos tipos de obras, la mayoría de los trabajadores (más del 65%) suele tener una edad entre 30 y 50 años (Figura 8 y 9).

Las obras de duplicación de calzada se caracterizan por cuatro grandes etapas: el movimiento de suelos, las capas especiales, las obras de arte —puentes y alcantarillas— y las mezclas asfálticas. Mientras que las obras de rehabilitación de calzada se caracterizan por tres grandes etapas: bacheo, fresado y mezclas asfálticas. Es importante mencionar que en ambos tipos de obras hay mayor cantidad de etapas, sin embargo, con el fin de simplificar el ejercicio se enfatizan las etapas seleccionadas por ser las más importantes. En ambos tipos de obras, los trabajadores en la etapa de mezclas asfáltica suelen ser de mayor edad, ya que el tipo de actividades que se realizan en esta etapa requieren mayor calificación y experiencia.

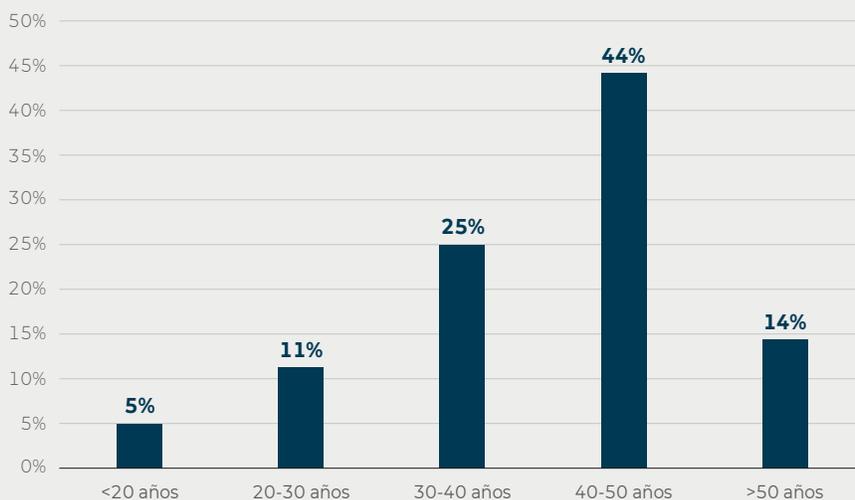
Si bien las personas más jóvenes suelen destinarse a las tareas más sencillas de la obra, también se encargan de trabajar con maquinaria y equipos con tecnología avanzada ya que las tareas que realizan requieren tener capacidades informáticas a la vez de contar con algún tipo de capacitación específica. Por ejemplo, las personas que trabajan en laboratorios, que suelen contar con equipos y tecnología avanzada, tienden a ser jóvenes.

FIGURA 8 EDAD PROMEDIO DE LOS TRABAJADORES - DUPLICACIÓN DE CALZADA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 9 EDAD PROMEDIO DE LOS TRABAJADORES - REHABILITACIÓN DE CALZADA



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las entrevistas, las obras de duplicación de calzada suelen emplear a las personas que viven cerca de la zona de influencia (menos de 100km del lugar de la obra) como parte del personal de la obra. Esto sucede principalmente en la etapa de movimiento de suelos, en donde entre el 60% y 70% de los trabajadores son locales.

A medida que las obras son más grandes y complejas, por ejemplo cuando se incluyen puentes y a medida que requieren mayor movimiento de suelo, suele haber mayor participación de empleo local porque se necesitan más ayudantes y auxiliares. En contraste, en la etapa de mezcla asfáltica, el porcentaje de trabajadores locales es menor, aproximadamente entre 30% y 40%, ya que se necesita personal con mayor experiencia para dichas actividades.

Por su parte, las obras de rehabilitación de calzada requieren de trabajadores más eficientes y experimentados con el fin de reducir los errores humanos y los costos que estos podrían suponer para la empresa a cargo de las obras. Al existir —habitualmente— un déficit de mano de obra local experimentada, las empresas trasladan plantistas, personal para terminadora y equipos relevantes, laboratoristas, ingenieros, capataces de asfalto y de movimiento de suelo, entre otros, para organizar el trabajo. Esto sugiere que la obra de duplicación de calzada tiene mayor potencial de creación de puestos de trabajo en las zonas de influencia que las obras de rehabilitación.

Si bien la participación de mujeres en la ejecución de ambos tipos de obras puede observarse en las áreas de cocina, limpieza, flete, o laboratorio, o en actividades de inspección, seguridad y señalización, su presencia en obra sigue siendo muy baja o nula. Para revertir esta situación, el avance tecnológico en maquinaria y equipamiento se presenta como una oportunidad para la generación específica de habilidades y para que participen activamente en la ejecución de estos tipos de obras.

## El rol del avance tecnológico en las obras viales

Las entrevistas señalan el rol del avance tecnológico en las obras de infraestructura vial y la necesidad de una transmisión intergeneracional de conocimientos. El avance tecnológico automatizó muchos procesos en las obras de infraestructura vial, disminuyendo el personal involucrado en ciertas actividades. Por ejemplo, las empresas constructoras incorporarán, cada vez con mayor frecuencia, el uso de softwares para las actividades topográficas. Estos softwares le proveen a las máquinas (motoniveladoras y topadoras) toda la información necesaria para que realicen de manera automática la nivelación del terreno (como georreferenciación, datos de la calzada, etc.). Adicionalmente, una obra vial tiene una cadena productiva que debe garantizar un avance progresivo y similar en todas las etapas a medida que van aumentando los kilómetros. Para ello, la tecnología y la automatización ofrecen grandes ventajas. Por ejemplo, los avances en georreferenciación permiten que a través de un equipo se determinen cotas en vez de que lo hagan varias personas con instrumentos de medición manuales.

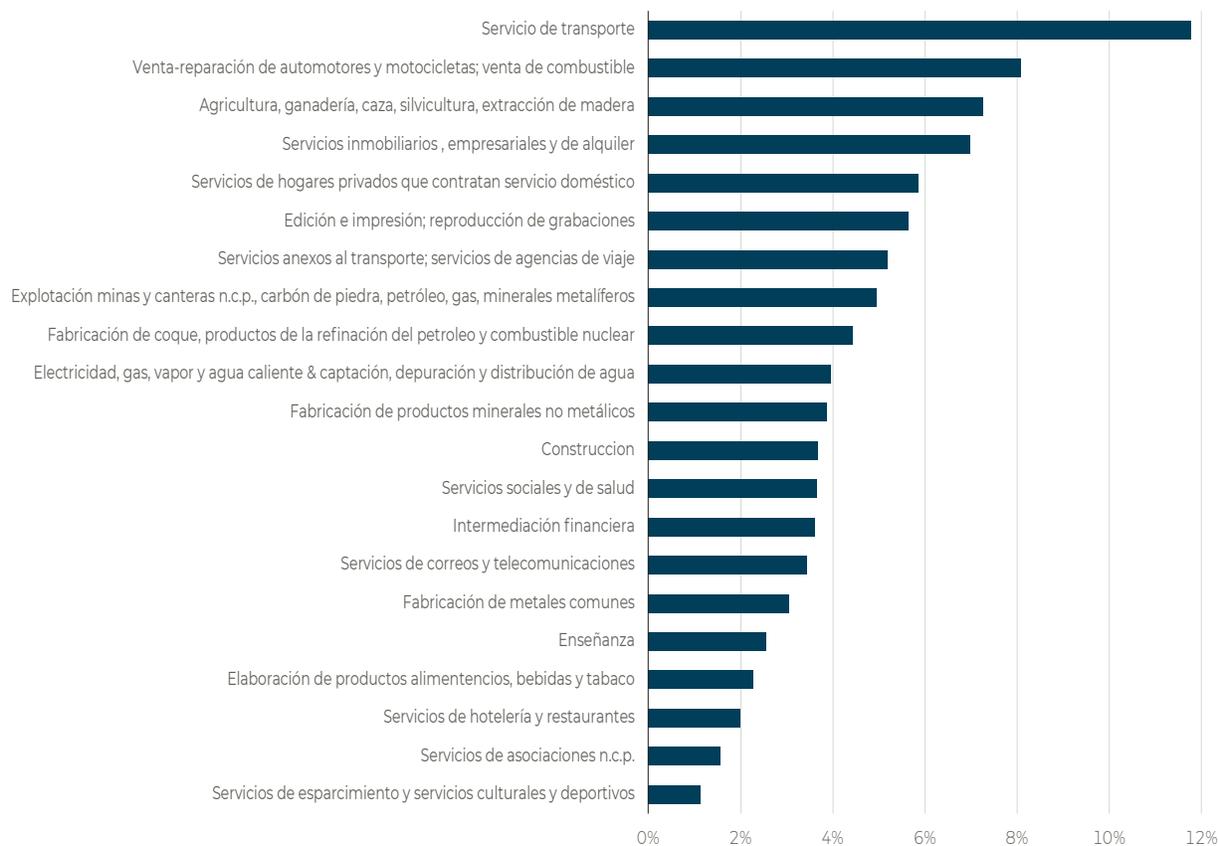
El avance tecnológico requiere que los trabajadores se capaciten para manejar los equipos. Por ejemplo, para utilizar un densímetro nuclear que determina densidad y humedad de un suelo compactado de manera casi instantánea, se requiere tener certificación mediante la realización de un curso avalado por institutos de formación acreditados. Esto plantea un desafío para la transferencia de conocimiento entre generaciones de trabajadores. Porque, por un lado, a la hora de capacitar a los trabajadores con las habilidades necesarias para utilizar nuevos equipos, son los trabajadores más jóvenes quienes tienen mayor predisposición y familiaridad con nuevas tecnologías. Pero, por otro lado, carecen de la experiencia técnica en terreno, que suelen tener los trabajadores más adultos. En ese sentido, los programas de formación deben considerar no solo la formación técnica, sino garantizar espacios específicos para consolidar la experiencia práctica.

### 3.3.2 ¿Cómo se caracteriza el empleo indirecto e inducido?

La metodología de estimación del empleo indirecto e inducido permite identificar en qué sectores económicos se genera el empleo indirecto e inducido asociado a las dos obras de infraestructura, además de describir dicho empleo en términos de las características de esos sectores económicos.

Para una obra de duplicación de calzada como de rehabilitación de calzada, aproximadamente el 50% del empleo indirecto e inducido se concentra en los sectores relacionados al transporte, reparación de automotores, combustible, agricultura y ganadería (incluyendo la extracción de madera), servicios inmobiliarios, servicios domésticos, y edición e impresión (Figura 10 y 11).

**FIGURA 10 EMPLEO INDIRECTO E INDUCIDO EN UNA OBRA DE DUPLICACIÓN DE CALZADA POR SECTOR ECONÓMICO**



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los sectores económicos incluidos en el gráfico representan el 95% del empleo indirecto e inducido.

**FIGURA 11 EMPLEO INDIRECTO E INDUCIDO EN UNA OBRA DE REHABILITACIÓN DE CALZADA POR SECTOR ECONÓMICO**

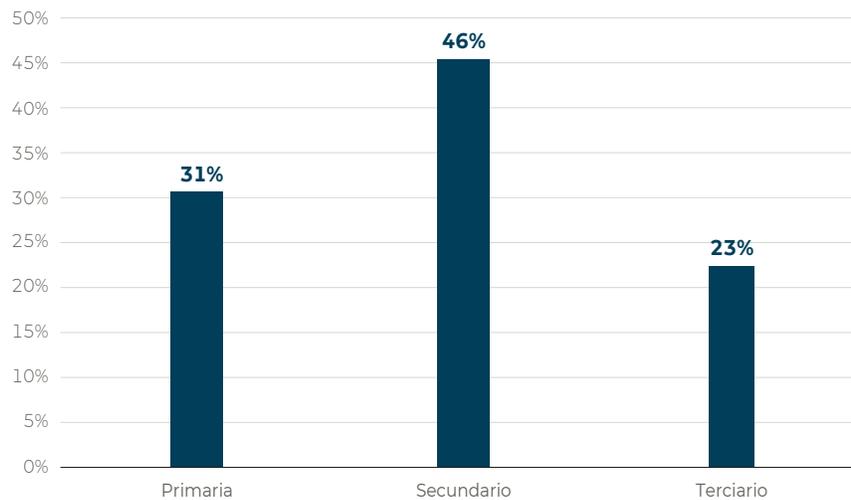


Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los sectores económicos incluidos en el gráfico representan el 95% del empleo indirecto e inducido.

Los resultados sobre el empleo indirecto se pueden desagregar según nivel educativo, género e informalidad de los sectores económicos en donde se genera el empleo. Para ambos tipos de obra vial, en promedio, el 31% de los puestos de trabajo indirectos se espera que correspondan a trabajadores que alcanzan como máximo nivel educativo la escuela primaria, el 46% a trabajadores que alcanzan como máximo nivel educativo secundario, y 23% a trabajadores que se espera hayan alcanzado el nivel terciario u otro superior (Figura 12).

**FIGURA 12 EMPLEO INDIRECTO GENERADO SEGÚN EL MÁXIMO NIVEL EDUCATIVO DE LOS TRABAJADORES**



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en ambos tipos de obra se espera que el 33% del empleo indirecto generado sean ocupados por mujeres y el 69% de los empleos directos generados se encuentran en la economía formal.

### 3.4 Análisis de sensibilidad

En esta subsección se realizan dos ejercicios para evaluar la sensibilidad del modelo ante cambios en el plazo de ejecución y en la incorporación de tecnología que sustituye mano de obra en las obras de duplicación de calzada.

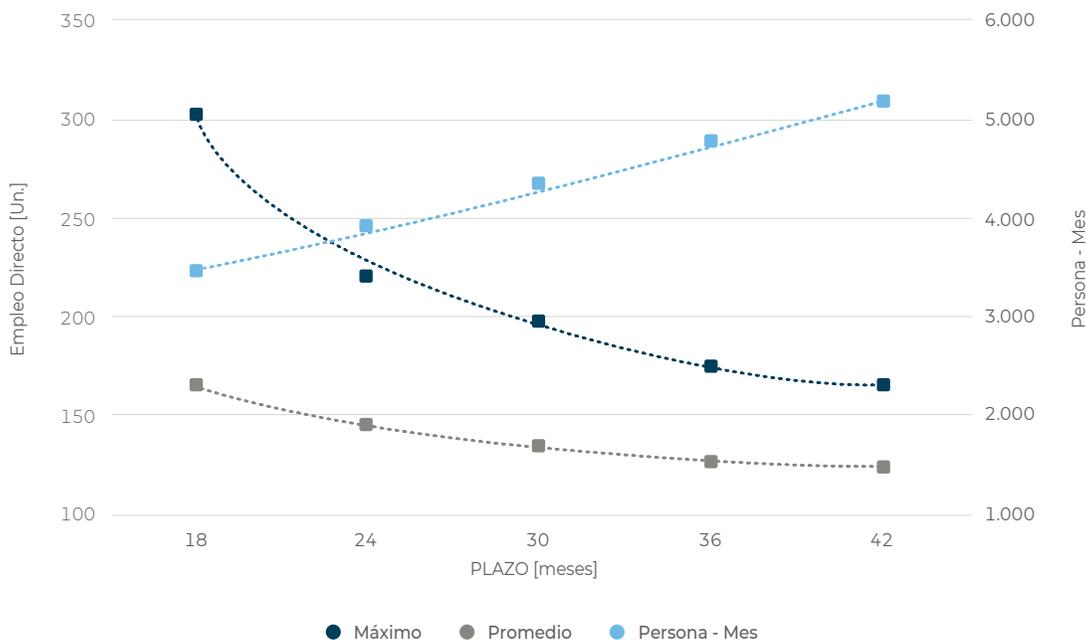
Para simular el cambio en el empleo ante variaciones en el plazo total de ejecución de las obras, se asumen incrementos de 6 meses, iniciando en una duración de 18 meses y finalizando en 42 meses. El plazo iguales o mayores a 36 meses supone que las tareas son ejecutadas de forma óptima según rendimientos medios. Mientras que los plazos menores a 36 meses no consideran el efecto de superposición de actividades a fin de disminuir el número de variables en el análisis.

Es importante notar que los cambios en el plazo de ejecución de las obras no varían el empleo indirecto e inducido generados debido a que no cambian la estructura de costos del proyecto, sino sólo la temporalidad de la erogación. De manera tal que el efecto se produce solamente en el empleo directo.

La Figura 14 muestra los resultados de esta simulación en el empleo directo, para el caso de obras de duplicación de calzada. Como se puede observar, a menor duración del proyecto, mayor es el pico de empleo máximo y mayor es el empleo mensual promedio para el total de la duración definida. Sin embargo, este efecto no es lineal dado que la variación del empleo obedece a dos fenómenos contrapuestos que suceden en simultáneo. Por un lado, el efecto rendimiento: al aumentar la cantidad de unidades a producir por unidad de tiempo, se requiere mayor utilización de recursos, entre los que se encuentra el personal con afectación directa a la actividad productiva. Por otro lado, el personal complementario que no depende de la producción de trabajo, sino de la duración total del proyecto, y consecuentemente mantiene una dotación de personal más o menos constante. Es decir, si la duración del proyecto disminuye, la cantidad de meses del personal afectado de manera complementaria se reducirá. En la simulación presentada, una obra de duplicación de calzada que se realiza en 18 meses requiere en promedio 164 trabajadores por mes, mientras que, si la misma obra se realiza en 42 meses, requiere 123 trabajadores por mes.

En la misma línea, a mayor duración, mayor es la cantidad Persona-Mes, implicando una pérdida de eficiencia y consecuentemente un sobrecosto por permanencia. A partir de cierto umbral, existe un mínimo de recursos necesarios para producir una unidad productiva que, sumado a un personal complementario aproximadamente constante, torna ineficientes los trabajos.

**FIGURA 14 EMPLEO DIRECTO SEGÚN EL PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA**



Fuente: Elaboración propia

La segunda simulación implica analizar el efecto de un cambio tecnológico que reduce en 50% los requerimientos de mano de obra directa. Para ello, se asume que aumenta el componente de maquinarias y equipos, manteniendo constante la proporción entre máquinas y equipos nacionales e importados (en el caso argentino, aproximadamente 80% son importaciones). Para simplificar el ejercicio, se mantienen constantes la distribución y las características del empleo directo, y solamente se reduce el requerimiento de ese insumo. La mayor utilización de máquinas y equipos nacionales se refleja en un incremento de la participación de ese insumo en 14 puntos porcentuales en la estructura de costos de una obra de duplicación de calzada y en 12 puntos porcentuales en la estructura de costos de una obra de rehabilitación de calzada.

Los resultados muestran que los multiplicadores del empleo no cambian significativamente y, en consecuencia, el empleo indirecto e inducido no varían. Esto se explica porque la utilización de máquinas y equipos nacionales tiene una participación muy baja en la estructura de costos de estas obras, debido a que la mayor parte de estos insumos son importados, por lo que una mejora tecnológica que reduce el 50% de la mano de obra directa, repercute principalmente a través de un incremento en la demanda de máquinas y equipos importados.

## 4 Conclusiones, lineamientos para la política pública y siguientes pasos

Sin lugar a duda la inversión en infraestructura no es solo indispensable para mejorar la provisión y cobertura de los servicios en la región, sino que, además, al ser en sectores con significativa participación de mano de obra, tiene un potencial para contribuir a la empleabilidad y generar empleo.

Este trabajo propone una herramienta para cuantificar y caracterizar el empleo directo, indirecto e inducido, aplicando su uso a dos obras de infraestructura vial, habituales en la cartera de inversiones de los gobiernos y los bancos de desarrollo. La herramienta pretende unir dos miradas, la financiera y de costos, con la de las personas, combinando dos metodologías de manera simple y posibilitando la comparabilidad entre distintos proyectos de infraestructura.

Esta herramienta permite no solo identificar el empleo potencial y/o generado en el sector de la construcción y otros sectores, sino también anticipar qué características tienen los trabajadores y qué cualificaciones se necesitan para los tipos de obras analizados. Esta información es crucial a la hora de diseñar los proyectos de inversión ya que permite planificar, anticipar y optimizar las necesidades de perfiles ocupacionales, calificaciones y habilidades específicas asociadas e identificadas con la herramienta. Permite, consecuentemente, diseñar e implementar las capacitaciones y certificaciones necesarias, organizar los despliegues territoriales y hacer un uso eficiente y efectivo de la función de producción, al tiempo que mejora el empleo en el margen intensivo y extensivo. En otras palabras, contribuye a mejorar la gestión de los proyectos, la creación de empleo, el desarrollo local y del capital humano.

La herramienta también permite dimensionar el empleo generado en la cadena de valor de las obras viales y caracterizarlo en términos generales. Si bien se trata de efectos secundarios, poder trazar los empleos generados indirectamente por estos proyectos en otros sectores es relevante para el diseño de los proyectos de inversión, pues posibilita reconocer los sectores involucrados, comprender mejor el proceso de producción en su conjunto, identificar necesidades y cuellos de botella, y adelantar soluciones. En América Latina, por ejemplo, las empresas proveedoras de tecnología y equipos suelen ser empresas internacionales, donde el contenido local de la mano de obra puede variar significativamente por componentes de la inversión (Pastor et al., 2020). Disponer de esta información para las diferentes obras permite anticipar y comprender el potencial de generación de empleo de las obras a lo largo de la cadena de valor, como así también, simular el impacto de los cambios tecnológicos en el empleo tanto directo como indirecto e inducido, y tomar acciones de antemano.

Desde el punto de vista de la política pública, este trabajo es relevante para enriquecer el diseño, la implementación, la supervisión y la evaluación de diferentes proyectos y programas al hacer coincidir las inversiones de infraestructura con las demandas laborales de un sector relevante en el producto y empleo de un país, y al desarrollo de habilidades para el trabajo. Puede contribuir al diseño de proyectos multisectoriales que aborden diferentes brechas de desarrollo, en la medida que se destinen recursos para la construcción de las obras, así como para el fortalecimiento de habilidades que demanda este mercado, permitiendo además fomentar la inserción laboral de grupos subrepresentados como las mujeres o personas con discapacidad.

En tal sentido, no solo ejemplifica el valor agregado del trabajo multisectorial y de la toma de decisiones basada en información oportuna y apropiada, sino también en el uso más eficiente y efectivo de recursos públicos. Asimismo, invita a pensar en cómo atenuar fallas de mercado y del estado con mecanismos de cofinanciamiento público-privado, esquemas de pagos por resultados, coordinación público-privada, articulación entre niveles territoriales, y sistemas de información.

En este sentido, es imprescindible avanzar en varias líneas en simultáneo:

- 1) Desarrollar estrategias y planes de desarrollo de habilidades para el trabajo a corto, mediano y largo plazo que permitan mejorar la productividad laboral, el desarrollo productivo y el crecimiento sostenible e inclusivo, que aprovechen las oportunidades de tendencias como las nuevas tecnologías, la transición energética, la mayor esperanza de vida, la diversidad e integración de los países.
- 2) Mejorar la recolección de datos, aprovechar nuevas fuentes de datos y consolidar una batería de herramientas orientadas a identificar y anticipar necesidades de capital humano del mercado laboral, que redunden en una respuesta oportuna para los empleadores y en mayores oportunidades para los y las trabajadores/as.
- 3) Incorporar la cuantificación de empleo y el desarrollo de habilidades en los planes de inversión de los gobiernos; y en la gestión y seguimiento de la inversión en infraestructura para apalancar políticas activas del mercado laboral —incluyendo intermediación laboral, mentoría, capacitación y reconversión laboral, certificación de saberes— y modernizar el ecosistema de desarrollo de habilidades para que responda a la demanda presente y futura.
- 4) Incorporar criterios territoriales en la identificación de habilidades para fortalecer y dinamizar las habilidades de la mano de obra según las necesidades del clúster productivo que domina en el territorio, y para plantear estrategias de movilidad para cubrir necesidades del mercado en otros polos territoriales.
- 5) Promover y desarrollar esquemas de cofinanciamiento público-privado, con gremios y otros actores del sector productivo, para cierre de brechas de habilidades transversales y específicas, y esquemas de pago resultados vinculados al mercado laboral en inversión pública en territorio.

Por todo lo anterior, aprovechar las sinergias de los proyectos de inversión que apoya el BID en América Latina y el Caribe, y sus vínculos con las instituciones locales, afinando y consolidando la herramienta desarrollada en esta nota para un uso más amplio, diverso y profundo, constituye una oportunidad única. En tal sentido, se plantea:

- 1) Pilotear, aplicar y ajustar la herramienta a diferentes tipos de obra, no solo viales, sino de agua y saneamiento, arquitectura, infraestructura pública, y construcción en general. Existe una oportunidad concreta para ello, a través de los planes de monitoreo y evaluación, y los informes semestrales de avance de proyectos de infraestructura que regularmente recoleta el Banco. Con esta información es posible pilotear la herramienta y calibrar su uso en diferentes tipos de obras. Así, el monitoreo de la información real desde el comienzo de las actividades de las obras hasta la finalización de la ejecución permitirá retroalimentar el modelo, incorporar nuevos datos y ampliar su utilización a otras tipologías de obras. De esta manera, la herramienta alienta a utilizar y sistematizar mejor la información disponible de los proyectos de infraestructura con el objeto de tener más y mejores instrumentos para la toma de decisión de dichos proyectos, asociados con la potencialidad en el empleo que generan.
- 2) Complementar la herramienta con entrevistas en profundidad y otras fuentes de información disponibles como pliegos de licitación, informes de supervisión y encuestas, aprovechando sinergias con otras iniciativas, cámaras empresariales y sindicatos.
- 3) Trabajar más con las cámaras empresariales y sindicatos para la formación, certificación, creación de nuevas certificaciones, profesionalización de oficios, diseñar acciones específicas y pertinentes para grupos específicos (desde trabajadores adultos-jóvenes, mujeres, personas con discapacidad) para formación y trabajo, como así también aprovechar sinergias y economías de escala en soluciones de capacitación para la construcción, operación y mantenimiento de las obras.

# Referencias

- Abbadi, S.; Arthur, F.; Lieuw-Kie-Song, M.; Abebe, H. (2019).** Assessing the employment effects of investment in housing in Ghana. International Labour Organization.
- Banco Mundial. (2021).** Jobs and Distributive Effects of Infrastructure Investment: The Case of Argentina.
- Banerjee, O., & Cicowiez, M. (2021).** Construcción de una matriz de contabilidad social para Argentina para el año 2018 (No. 287). Documento de Trabajo. CEDLAS.
- Breisinger, C.; Thomas, M.; Thurlow, J. (2009).** Social Accounting Matrices and Multiplier Analysis. An Introduction with Exercises. Food Security in Practice technical guide 5. (Washington, D.C, IFPRI).
- Coremberg, A. (2016).** Inversión necesaria y su impacto en la economía argentina: ¿cuánto necesitamos invertir para crecer? Ciudad Autónoma de Buenos Aires: FODECO.
- Garrett-Peltier, H. (2017).** Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model. *Economic Modelling*, 61, 439-447.
- International Labor Organization (ILO, 2019).** Assessing the effects of trade on employment: An assessment toolkit. Geneva, Switzerland.
- International Labor Organization (ILO, 2020).** Reference Guide for Employment Impact Assessment (EIA). Geneva. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---ifp\\_skills/documents/publication/wcms\\_750484.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---ifp_skills/documents/publication/wcms_750484.pdf).
- Lieuw-Kie-Song, M; Abebe, H. 2018.** "Analysis of the employment effects of infrastructure investment in Rwanda using multiplier analysis of construction subsectors". mimeo (Geneva, ILO).
- Lieuw-Kie-Song, M. (2020).** Guide for monitoring employment and conducting employment impact assessments (EmplA) of infrastructure investments. (Geneva, Switzerland, ILO).
- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009).** Input-output analysis: foundations and extensions. Cambridge university press.
- Pastor, C., Rivas, M. E., Brichetti, J. P., Dorr, J., & Serebrisky, T. (2020).** El Potencial de la inversión en infraestructura para impulsar el empleo en América Latina y el Caribe. BID, Washington.

**Serebrisky, T., Birchetti, J. P., Blackman, A., Mesquita Moreira, M. (2020).** Infraestructura sostenible y digital para impulsar la recuperación económica post COVID-19 de América Latina y el Caribe: un camino hacia más empleo, integración y crecimiento. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington. IDB-MG-832.

**Yépez-García, Ariel, Lenin Balza, Tomás Serebrisky (2022).** Reformas para impulsar una infraestructura sostenible e inclusiva en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. IDB-MG-1025.

# Anexo 1 Metodología para la estimación del Empleo Directo en dos tipologías de obras viales

La metodología utilizada para estimar el empleo directo se aplicará en la modelización de dos proyectos representativos de la infraestructura vial. El modelo analiza las actividades más representativas desde el punto de vista económico y de la utilización de mano de obra, vinculada a la duración del proyecto de inversión. Se entiende el empleo directo como la cantidad de puestos de trabajo necesarias y permanente en la ejecución de una obra. Como simplificación, no se consideran los funcionarios de casa matriz, dado que su participación es parcial a cada proyecto al que presta servicios y difiere sensiblemente entre contratistas.

## 1 Proyectos tipo

Para el presente estudio se han definido dos proyectos de infraestructura vial con características distintivas, que son representativos de los proyectos en estudio, licitados, ejecutados en Argentina durante los últimos 20.

Las tipologías seleccionadas son: duplicación de calzada y repavimentación de calzada. Estas obras representan el 11% y 40%, respectivamente, de la cantidad de proyectos de inversión del presupuesto nacional de Argentina 2023<sup>8</sup> para la red troncal de carreteras.

## 2 Características distintivas de cada proyecto tipo

Cada uno de estos proyectos tiene algunas actividades que podemos resaltar como las más significativas desde el punto de vista del empleo que generan durante la ejecución de las obras. A continuación, se enuncian las actividades definidas como las más representativas para cada uno de los proyectos.

---

8. Elaboración propia a partir de los datos extraídos de la página oficial de Dirección Nacional de Inversión Pública, Ejecución Presupuestaria por Proyecto de Inversión – 2023. <https://www.argentina.gob.ar/jefatura/evaluacion-presupuestaria/dnip/consulta-de-proyectos-y-seguimiento-de-ejecucion/ejecucion-2>.

## 2.1 Duplicación de calzada

- Terraplenes
- Capas especiales, subdivididas en: Estabilizado granulométrico con o sin cemento; Suelo Cemento; Suelo estabilizado con cal; Suelo mejorado con cal; Sub-Base de suelo seleccionado con CBR definido.
- Concreto Asfáltico
- Puentes
- Alcantarillas

## 2.2 Repavimentación de calzada

- Bacheo
- Fresado
- Concreto Asfáltico

## 3 El análisis de cada actividad

Cada una de las tareas representativas involucra la utilización de mano de obra que se va incorporando, permaneciendo y desafectando a lo largo de la duración de la actividad de acuerdo a una distribución estadística de probabilidad.

La mano de obra considerada para cada tarea corresponde al número de puestos ocupados a tiempo completo para ejecutar la misma. Es decir, la rotación de personal no es considerada en el análisis; ya que no se considera cada persona física empleada, sino cada puesto ocupado a tiempo completo.

Dado que cada tarea está directamente relacionada con la cantidad total de unidades producidas y el plazo de ejecución, para una cantidad a ejecutar definida, los recursos de personal necesarios para efectuarla serán mayores cuanto menor sea el plazo y disminuirán si éste se extiende. De igual manera, si se fija el plazo, la cantidad de personal aumentará, en la medida que aumenten las cantidades a ejecutar.

## 4 Vinculación de actividades que componen la ejecución de la obra

En el punto anterior se describió cómo se distribuye el empleo de una actividad principal de acuerdo a la cantidad y el plazo. Ahora bien, estas actividades principales no constituyen tareas aisladas que concatenadas componen el proyecto en su conjunto, sino que muchas de ellas se realizan en simultáneo con otras actividades principales u otras que requieren una o varias acti-

vidades precedentes finalizadas antes del inicio de una nueva. Por último, también existen otras actividades que no se ha considerado como principales para el modelo, pero que son necesarias para completar la obra y que también forman parte del estudio.

Por ejemplo, en una obra de duplicación de calzada, las tareas de ejecución de alcantarillas y puentes suelen tener su mayor desarrollo al inicio del proyecto y una duración que, dependiendo de la complejidad de la tarea, puede alcanzar una parte importante del plazo total. Las tareas de movimiento de suelos suelen acompañar gran parte de la duración del proyecto dejando finalizada esta tarea en una sección mientras se avanza linealmente en la ejecución. Las capas especiales se ejecutan una vez concluida la etapa de movimiento de suelos, por lo cual van avanzando concatenadas con la finalización de la etapa de movimiento de suelos. Finalmente, los pavimentos asfálticos se sitúan sobre el final de la ejecución, dado que para materializarlos es necesario que todas las capas especiales se encuentren concluidas. Dado que el rendimiento de cada una de las actividades descritas es diferente, el inicio y fin de cada una estará dado por el plazo total en que esté previsto ejecutar el proyecto y, consecuentemente, el rendimiento de cada actividad y la cantidad de frentes de trabajo necesarios para cumplir la encomienda.

En el caso de obras de rehabilitación, las tareas principales descritas en la sección 2.2 de este anexo se realizan de manera más o menos simultánea. Por ejemplo, un frente de trabajo ejecuta bacheo, con pocos días de retraso se ejecuta el fresado donde corresponda y simultáneamente se restituye con concreto asfáltico la superficie de rodamiento. La particularidad principal de estas tareas concatenadas se encuentra en que se ejecutan sobre la vía de circulación en operación, motivo por el cual las tareas deben iniciarse y finalizarse bajo restricciones de plazo con superficies expuestas sin completar.

## 5 Breve descripción del modelo

Dado que la ejecución de obras de proyectos en la industria de la construcción tiene características únicas —como lo son su implantación y recursos disponibles, su acotado tiempo de ejecución y la asignación de recursos limitados— la modelización centra su análisis en intentar reducir la incertidumbre que el proyecto trae aparejado, definiendo su tipología y desagregándolo en tareas principales más simples que tienen como características distintivas:

- Son tareas repetitivas a lo largo de la duración de una parte significativa del proyecto.
- Se puede asignar un rendimiento medio de la tarea que, dentro de ciertos límites lógicos, permite diferenciar los recursos empleados por unidad producida para una unidad de tiempo.
- Los recursos utilizados para el rendimiento medio de cada tarea, surge de datos estadísticos de obras ejecutadas de similares características.

- Los rendimientos medios con base en estadísticas consideran la productividad de las tareas bajo condiciones medias de ejecución y no incluyen los tiempos improductivos debidos a casos fortuitos o de fuerza mayor.
- Son tareas que insumen una importante utilización de personas para llevarlas a cabo. Ya sea por su permanencia en el tiempo, por la intensidad propia de la tarea o por una combinación de ambas.

El modelo se basa en la utilización de recursos por unidades producidas en un determinado tiempo; lo cual lo independiza de las variaciones de los valores económicos de los recursos a través del tiempo. En esta primera versión simplificada, busca identificar, simplificar y conceptualizar la metodología de estimación de empleo directo. Por ello, ha sido diseñado a través de la herramienta “planilla de cálculo”, aunque existen softwares específicos<sup>9</sup> para la programación de obras y asignación de recursos, que pudieran permitir el análisis de proyectos de mayor complejidad que los elegidos en esta primera instancia.

A continuación, se muestra cómo, a través de una selección lógica de parámetros, el modelo realiza el proceso metodológico para determinar la utilización de mano de obra a emplear para el proyecto definido.

## 6 La carga de datos específicos del proyecto y los resultados del modelo

### 6.1 Insumos

Se define el proyecto tipo.

**TIPO DE OBRA**

Duplicación de calzada

Repavimentación

9. Software: Oracle Primavera P6 PPM; Microsoft Project

Se define la duración total para el proyecto elegido o el período anual sobre el que se requiere conocer el personal empleado.

PLAZO (meses)	36
Ver año	Todos
	Todos 1 2 3

El modelo, para cada proyecto tipo y de manera predefinida, despliega un listado de tareas representativas, a las cuales se le deben asignar cantidades dentro de un rango razonable, de acuerdo a los parámetros definidos para cada una de ellas.

MOV SUELO	[M3]		850.000,00
CAPAS ESPECIALES	[M3]		
Estabilizado granulometrico con o sin cemento		<input checked="" type="checkbox"/> sí	40.000,00
Suelo cemento		<input type="checkbox"/> sí	
Suelo estabilizado con cal		<input type="checkbox"/> sí	
Suelo mejorado con cal		<input checked="" type="checkbox"/> sí	62.500,00
Sub-base de Suelo Seleccionado con CBR definido		<input checked="" type="checkbox"/> sí	100.000,00
ASFALTO	[TN]		57.600,00
PUENTE	[M2]		950,00
ALCANTARILLAS	[M3]		1.508,00

Base de datos: para cada una de las actividades principales se ha definido la distribución del empleo mensual por nivel de calificación a partir del rendimiento medio adoptado<sup>10</sup> en función a la cantidad de la tarea y de la duración del proyecto a indicar según los insumos “2” Y “3”. Para el resto de las tareas no definidas como principales, que requieren la utilización de mano de obra, su inclusión se ha considerado a lo largo de toda la duración del proyecto con una distribución estadística “tipo normal”, también desagregada de acuerdo al nivel de calificación.

En la Tabla 1A se sintetiza la desagregación de tareas definidas como “no principales” más usuales en cada tipología de obra:

10. El rendimiento de cada actividad principal fue definido en función a la información estadística de proyectos similares y las encuestas realizadas a referentes del sector.

TABLA 1A LISTADO DE TAREAS USUALES NO PRINCIPALES POR TIPO DE OBRA

OTRAS TAREAS QUE CONFORMAN PARTE DE LA EJECUCIÓN DE UNA OBRA			
DUPLICACIÓN DE CALZADA		REHABILITACIÓN DE CALZADA	
Descripción	Unidad	Descripción	Unidad
Desbosque, destronque y limpieza de terreno	Ha.	Sellado de fisuras Tipo Puente	ML
Retiro de arboles	UN	Terraplenes para conformación de banquetas y taludes	M3
Forestación	Gl	Retiro y recolocación de barandas metálicas	ML
Demolición de Pavimentos	M2	Tratamiento de Carcavas	Ha
Demolición Obras Varias	UN	Riego de imprimación con material bituminoso	M2
Recubrimiento de taludes y banquetas - con suelo de primer horizonte o suelo pasto	M3	Riego de liga con material bituminoso	M2
Barandas Metálicas cincadas para defensa	ML	Amojonamiento Kilométrico	UN
Pasarelas peatonales de hormigón con rampa y escalera	UN	Señalamiento vertical aéreo - A) Ménsulas simples	UN
Refugio peatonal	UN	Señalamiento vertical aéreo - B) Portico 15 m	UN
Dársena	UN	Desalentadores de tránsito en banquina	M
Vereda peatonal	M2	Iluminación - Columnas 12 M	UN
Retiro de alambrados	ML	Retiro de columnas de iluminación	UN
Construcción de alambrados según plano tipo H-2840-I - Tipo C	ML	Señalización Horizontal	m2
Construcción de tranquera J-5084, colocadas	UN	Demarcación Horizontal por pulverización con material termoplástico aplicado en caliente	M2
Riego de imprimación con material bituminoso	M2	Señalamiento Horizontal - Extrusión	M2
Riego de liga con material bituminoso	M2	Juntas de Puentes	M
Línea de Baja Tensión	Gl	Cordones Tipo Cantero	M3
Línea de Media Tensión	Gl	Retiro de columnas de iluminación	UN
Protección de gasoducto	Gl	Const. Civil y sensores magnéticos para puestos permanentes	UN
Iluminación - Columnas 12 M	UN		
Retiro de columnas de iluminación	UN		
Retiro de barandas	ML		
Señalamiento vertical	M2		
Señalamiento vertical aéreo - A) Ménsulas simples	UN		
Señalamiento vertical aéreo - B) Portico 15 m	UN		
Demarcación Horizontal por pulverización con material termoplástico aplicado en caliente	M2		
Señalamiento Horizontal - Extrusión	M2		

Fuente: elaboración propia

## 6.2 Productos

Ingresados los datos del proyecto específico descritos en los puntos “1 a 3”, el modelo determina la mano de obra empleada, cuyo resultado se puede visualizar en las tablas. Por ejemplo, la tabla 2A muestra la cantidad de personas con afectación directa a las tareas, de acuerdo con la calificación de la persona. Asimismo, en los diferentes gráficos se visualiza la evolución del empleo directo a través de la duración de la ejecución del proyecto: por calificación con afectación directa a tareas (Fig.1A), para aquellos con afectación directa o complementaria (Fig. 2A), empleo directo total (Fig. 3A), o por actividad específica (Fig. 4A y 5A). Las visualizaciones anteriores también pueden diferenciarse por período anual de ejecución.

**TABLA 2A CANTIDAD DE MANO DE OBRA DIRECTA PARA UN PROYECTO DETERMINADO**

DESCRIPCION	MAX	PROM	HOMBRE-MES
Oficial especializado	21,00	11,00	363,00
Oficial	36,00	19,00	695,00
Medio Oficial	13,00	7,00	226,00
Ayudante	41,00	23,00	835,00
Fuera de convenio	48,00	38,00	1.368,00
UECARA	4,00	3,00	112,00
Personal con afectación directa	106,00	59,00	2.119,00
Personal complementario	52,00	41,00	1.480,00
<b>TOTAL</b>	<b>150,00</b>	<b>100,00</b>	<b>3.599,00</b>

FIGURA 1A DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL CON AFECTACIÓN DIRECTA

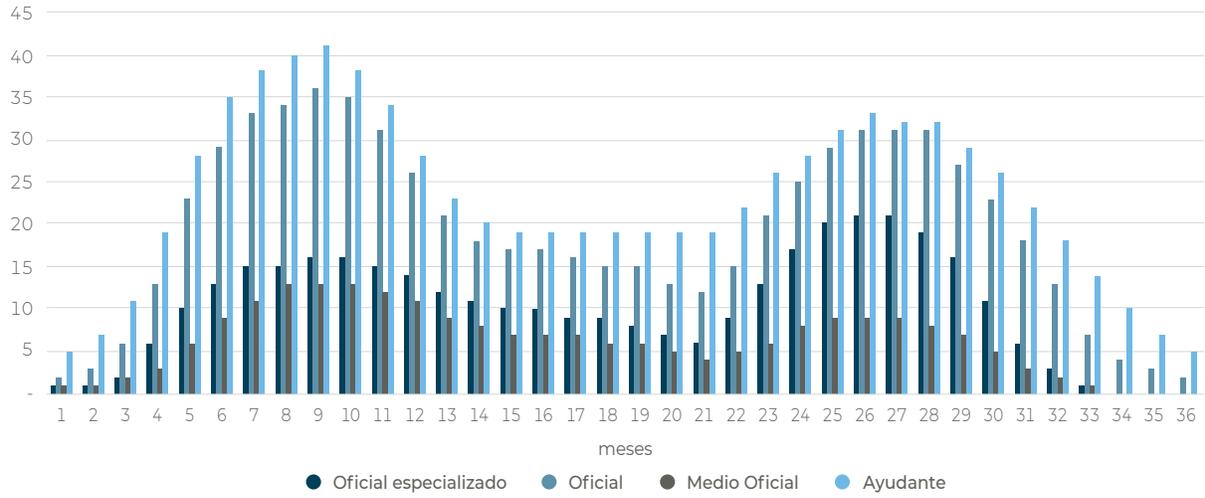
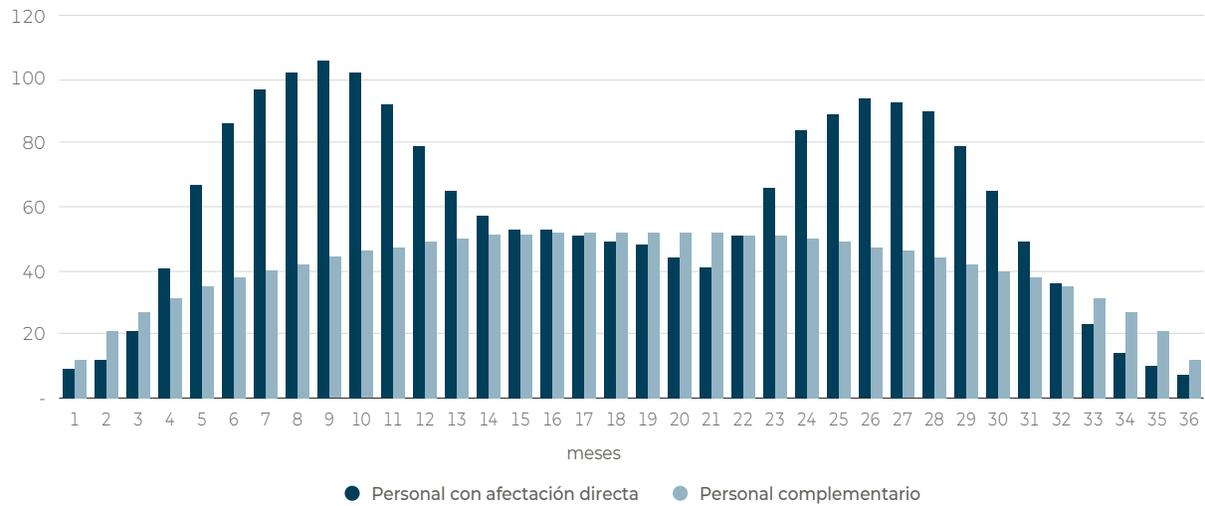
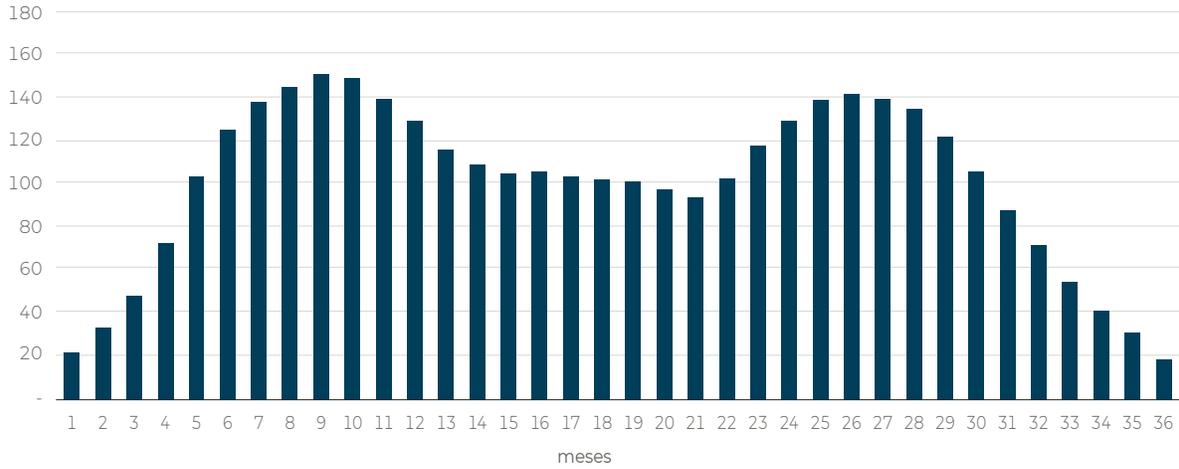


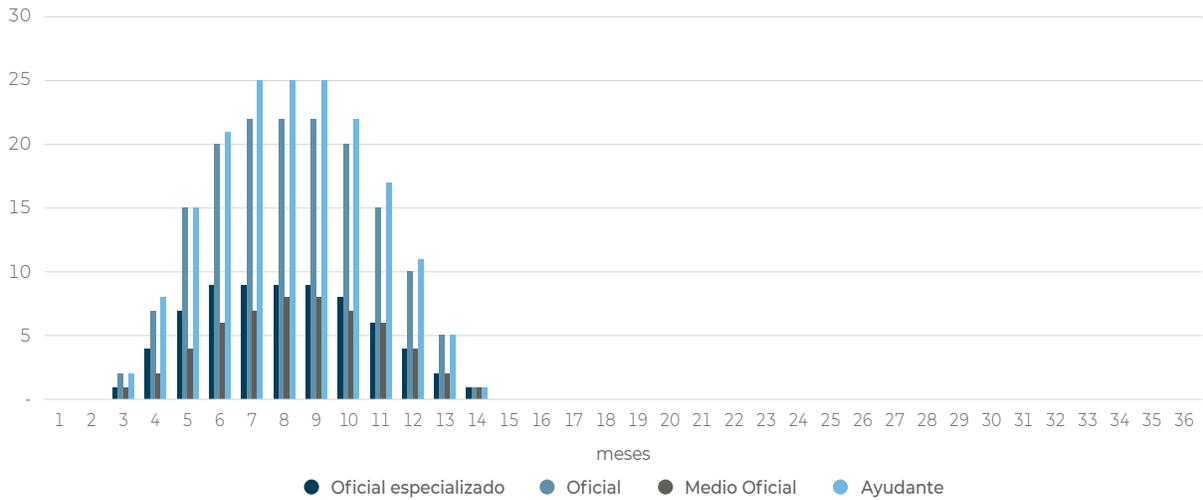
FIGURA 2A DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL SEGÚN SU AFECTACIÓN AL PROYECTO



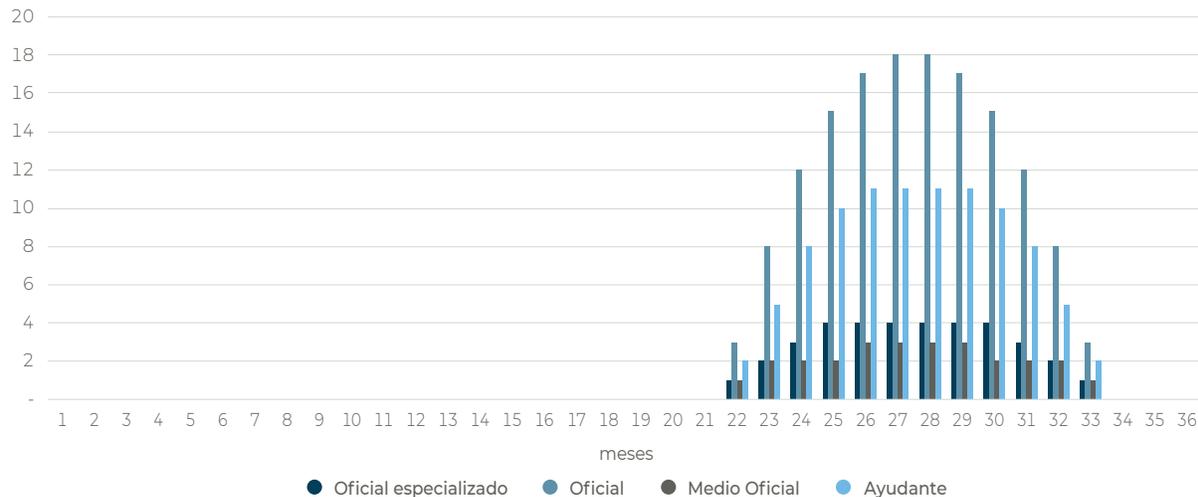
**FIGURA 3A DISTRIBUCIÓN DEL EMPLEO DIRECTO A TRAVÉS DE LA DURACIÓN DEL PROYECTO**



**FIGURA 4A HISTOGRAMA DE PERSONAL CON AFECTACIÓN DIRECTA A EJECUCIÓN DE OBRAS DE ARTE**



**FIGURA 5A HISTOGRAMA DE PERSONAL CON AFECTACIÓN DIRECTA A CONCRETOS ASFÁLTICOS**



## 7 Consideraciones al modelo

El modelo permite de forma simple visualizar información desagregada de empleo directo y su variabilidad mensual a lo largo de su ejecución. Una característica para destacar es que independiza el cálculo del empleo de la estructura de costos de los recursos que compone cada actividad y el proyecto en su conjunto.

La modelización posee dos criterios bien diferenciados para estimar el empleo. Por un lado, el empleo de mano de obra de campo asociado a la actividad física productiva, definida a través de cada etapa de ejecución principal y la duración de su ejecución; y por otro, el empleo de mano de obra de apoyo al proyecto, que responde a la prestación de servicios en su conjunto. Esta última no tiene una vinculación directa con cada una de las tareas principales de ejecución y su distribución se mantiene a lo largo del plazo total establecido para el proyecto.

### 7.1 Simplificaciones del modelo

- Si bien el personal con afectación directa a las tareas predefinidas como principales, constituye un porcentaje alto del empleo de campo, existen otras actividades que forman parte de la ejecución del proyecto integral que, como simplificación, se han considerado distribuidas a lo largo de la duración de todo el proyecto a través de una distribución normal.
- Dentro de tareas principales se han agrupado actividades, que por sus características, poseen un grado de variabilidad de recursos muy poco significativo para la sensibilidad del modelo.

Ejemplo: Los concretos asfálticos agrupan a las bases asfálticas en diferentes espesores, carpeta de concreto asfáltico en diferentes espesores; movimiento de suelos incluyen terraplenes con y sin compactación especial, etc.

- El modelo se basa en información estadística de ejecución de obras similares, motivo por el cual la estimación puede apartarse de casos particulares. En este sentido, se han definido tareas simultáneas, predecesoras y sucesoras que, dentro de rangos acotados, tienen un comportamiento aceptable entre los casos analizados y la media estadística del universo estudiado.
- Las tipologías definidas para el modelo tienen como característica media los siguientes parámetros: i) duplicación de calzada de 30 km de longitud ejecutada en un plazo de 36 meses; y ii) rehabilitación de calzada de 120 km de longitud ejecutada en un plazo de 24 meses. Si las cantidades a definir para cada actividad de cada tipología difieren significativamente de valores medios para obras de estas características, el modelo pudiera dejar de ser representativo del caso en análisis. Ej: la estructura de personal de apoyo empleada difiere según la escala del proyecto en estudio, más allá del rango de variabilidad adoptado para el modelo.

# Anexo 2 Metodología de estimación del empleo indirecto e inducido

En este trabajo se utiliza el método de los multiplicadores, el cual emplea una matriz insumo producto (MIP) y la matriz de contabilidad social (MCS) para estimar el empleo indirecto e inducido asociado a dos obras de infraestructura viales: la duplicación de calzada y la rehabilitación de calzada.

La MIP resume todos los intercambios inter-industriales dentro de una economía y con el resto del mundo. Describe las relaciones de compra y venta entre productores y consumidores dentro de una economía y refleja los flujos de bienes y servicios intermedios y finales definidos según la producción de cada industria (o sector) en un año en particular. La MCS es una ampliación de la matriz insumo producto, que añade otros agentes de la economía: gobierno, ahorro e inversión, hogares y resto del mundo (importaciones y exportaciones). Es decir, la MCS tiene en cuenta el patrón de gastos y la generación de ingresos de esos actores de la economía.

Debido a que la MIP y la MCS contienen información a nivel sectorial, son útiles para analizar cómo las intervenciones específicas en un sector repercuten en otros sectores de la economía. Como dichas matrices contienen sólo información financiera, es decir transacciones monetarias entre sectores de la economía, suelen utilizarse junto con datos de empleo a nivel sectorial para estimar el efecto sobre el empleo.

El resultado del modelo es una estimación del empleo indirecto e inducido. Esta metodología se ha utilizado para evaluar no sólo la cantidad de empleo generado, sino también el tipo de empleo (“empleo informal” o “empleos verdes”, por ejemplo). Tres ejemplos clave aplicados al sector de la construcción son el análisis realizado por Lieuw-Kie-Song y Abebe (2018) para Ruanda, el estudio de Abbadí et al. (2019) para Ghana y el trabajo de Pastor et al. (2020) para América Latina.

## 1 Descripción de la metodología

La metodología se basa en calcular multiplicadores que permiten estimar los efectos indirectos en el empleo como consecuencia de determinados cambios (o shocks) en un sector específico de la economía. Utilizando los multiplicadores que se derivan de la MCS, conocidos como *multiplicadores de Leontief tipo I*, se calculan estos efectos en la producción en otros sectores.

A su vez, el aumento en la producción y en el empleo en el sector que recibió el shock y en los sectores proveedores, generan un aumento en el ingreso de los trabajadores que repercute en un mayor consumo, y en consecuencia en un aumento en el empleo de estos últimos sectores. El empleo que surge de este mecanismo se conoce como empleo inducido y se calcula con los *multiplicadores de tipo II*, también derivados a partir de la información en la MIP *ampliada* o la MCS.

Más formalmente, el cálculo de los multiplicadores puede realizarse utilizando la fórmula inversa estándar de Leontief (ILO, 2019):

$$y = A \times y + x = (I - A)^{-1}x = M_a x \quad (1)$$

donde  $y$  es el vector de cuentas endógenas,  $A$  es la matriz de propensión de gasto medio (también llamada matriz tecnológica) para las cuentas endógenas,  $x$  es el vector de shocks exógenos o demanda final, e  $I$  es la matriz de identidad.

En la ecuación (1),  $M_a$  representa la matriz de multiplicadores de la MCS, conocida como la matriz inversa de Leontief.  $M_a$  muestra la medida en que un shock exógeno ( $x$ ) se multiplica a través de las interacciones endógenas en el sistema económico. En el ejercicio realizado en esta nota, el shock exógeno es una inversión de un millón de dólares en una obra de duplicación de calzada de 30km y en una obra de rehabilitación de calzadas bidireccionales de 120km. En otras palabras,  $M_a$  captura los efectos directos más todos los impactos de segundo, tercer y hasta n orden. Por lo tanto, cada elemento de la matriz representa la cantidad de producción total requerida para satisfacer una unidad adicional de demanda final como consecuencia de la inversión en infraestructura.

En base a esto, es posible relacionar los cambios en demanda con los valores brutos de producción sectoriales necesarios para hacer frente a dichas demandas:

$$\Delta y = M_a \times \Delta x \quad (2)$$

Por lo tanto, si el vector de demanda final incluye un cambio en un subsector específico de infraestructura incluido en la MCS, el resultado que se obtiene muestra el efecto de esta inversión en la producción. Esta especificación implica asumir que la producción se realiza con rendimientos constantes a escala, ya que la demanda de insumos y de mano de obra siempre sufrirá cambios proporcionales al nivel de producción de cada actividad.

Dependiendo de la disponibilidad de datos, los sectores de la MSC pueden estar muy agregados para el shock que se desea analizar. En nuestro caso (como se describe con mayor detalle en la siguiente subsección), la MCS contiene información sobre el sector de la construcción en general. Sin embargo, el shock que se desea analizar son obras de infraestructura vial, las cuales tienen características específicas diferentes a la construcción en general. Para tener en cuenta las características particulares de las obras de infraestructura vial, fue necesario tratar a cada tipo de obra en particular como un shock en la demanda final. Para ello se generó un nuevo vector de

demanda para el conjunto de bienes y servicios utilizados en la obra de duplicación de calzada y de repavimentación. Este nuevo vector de demanda se estimó identificando los insumos requeridos en cada obra (Por ejemplo, la estructura de costos), los cuales se encuentran especificados en la MCS.<sup>11</sup>

Como se mencionó anteriormente, la MCS brinda información sobre transacciones monetarias. Es decir, no contiene información sobre el mercado laboral como tal, por lo que los efectos estimados sobre el empleo se basan en la medida en que la producción aumenta la demanda de mano de obra. Por lo tanto, para estimar los efectos sobre el empleo, es necesario convertir los pagos y la producción, que están en moneda local, en empleo (horas trabajadas o número de personas empleadas). En este trabajo, la producción adicional se convierte en empleo adicional utilizando los ratios de empleo-producción (empleo total del sector en relación a la producción total de ese sector). Para ello es necesario armar una “cuenta satélite de empleo” con información sobre el empleo por unidad de producción de cada sector en la matriz y con ello calcular el multiplicador del empleo. La cuenta satélite de empleo debe tener la misma desagregación de actividades que la MCS ya que los datos de producción de la MCS y las estadísticas de empleo se combinan para calcular una relación empleo-producción para cada sector o actividad. Esta relación indica el número de trabajadores necesarios para producir una unidad de producto para un sector específico, i.e. cuánta mano de obra se utiliza por unidad de producción.

Formalmente, el primer paso consiste en construir un vector de coeficientes de empleo ( $e$ ). Estos coeficientes son iguales al empleo de un sector dividido por la producción del mismo sector. A continuación, este vector se transforma en una matriz diagonal con los elementos del vector a lo largo de la diagonal principal. En términos de notación, lo simbolizamos como “sombbrero” sobre el vector ( $\hat{e}$ ). Una vez obtenida esta matriz, se multiplica por la matriz de multiplicadores de producción. La matriz resultante ( $E$ ) muestra la cantidad de empleos creados (sin distinguir si son a tiempo completo o parcial) por cada sector como resultado de un aumento de la demanda final de otro sector, considerando los efectos tanto directos como indirectos (por ejemplo, por provisión de insumos y por consumo). Es decir:

$$\varepsilon = \hat{e} \times \text{Multiplicador producto} \times \Delta x \quad (3)$$

donde  $\hat{e} \times \text{Multiplicador producto}$  es la matriz  $E$ .

De acuerdo con (3), es posible estimar el empleo asociado a un aumento de la demanda final de determinada industria a través de los componentes del vector .

11. Esta metodología sintética se presenta en Miller y Blair (2009), como uno de los dos métodos para evaluar los impactos de una nueva industria, y también en Garrett-Peliter (2017), para calcular el empleo en sectores energéticos verdes, los cuales no aparecen con ese nivel de desagregación en la MCS.

De esta manera se obtiene el empleo asociado a los efectos indirectos (por ejemplo, por provisión de insumos) e inducidos (i.e., por consumo) de un incremento en la demanda de bienes y servicios. Es importante aclarar que el empleo directo se deriva con la metodología descrita en el Anexo 1, el cual se añade a empleo indirecto e inducido para arribar al empleo total.

Finalmente, es importante ser consciente de los supuestos claves inherentes al modelo utilizado. Primero, no hay restricciones en la oferta de mano de obra, capital, materiales o cualquier tipo de insumos, es decir, si aumenta la demanda, la economía podrá aumentar su oferta sin limitaciones. Esto significa también que no hay un aumento de los precios como consecuencia del aumento de la demanda. Segundo, no hay cambios en la tecnología o en el proceso de producción, y los coeficientes técnicos continúan siendo los mismos, incluso si aumenta la producción.

También es importante señalar las ventajas y desventajas de esta metodología. Entre las ventajas se encuentra que el uso de este enfoque es muy extendido en la literatura. Se trata de un método muy conocido y avalado para estimar el empleo, especialmente indirecto, a nivel sectorial (Lieuw-Kie-Song, 2020; ILO, 2020).

Entre las desventajas se encuentra que los supuestos pueden alejarse de la realidad e implicar ciertas limitaciones en la interpretación de los resultados. En primer lugar, se asumen estructuras de producción fijas, es decir que permanecen congeladas en el tiempo. Esto implica que no hay cambios en los rendimientos de escala y no hay sustitución de insumos. Sin embargo, es probable que la estructura de producción sí cambie en el tiempo, más aún cuando hay cambios frecuentes en los precios relativos (Miller y Blair, 2009).

En segundo lugar, se asume que la función de producción tiene rendimientos constantes a escala, lo que implica que un aumento de la escala de producción no se produce con una mejora del proceso de producción o una disminución de los insumos necesarios. En tercer lugar, se asume que no hay restricciones en la oferta de los factores productivos (mano de obra, capital o cualquier otro insumo), lo cual implica que el aumento de la producción de un sector siempre se puede satisfacer con un aumento proporcional de los insumos de los distintos sectores, independientemente de la variación del precio relativo de los insumos. Estos dos últimos supuestos implican que los resultados hallados tienden a sobreestimar el efecto en el empleo. En particular, cuanto menor sea la tasa de desempleo, o cuanto menos móviles sean los trabajadores entre sectores o ubicaciones geográficas, mayor será el grado de sobreestimación (Miller y Blair, 2009).

En cuarto lugar, se trata de un análisis estático que asume que los salarios y los precios son fijos, cuando en realidad pueden cambiar con los desplazamientos de la demanda, que a su vez pueden cambiar los coeficientes de la MCS. Esto implica que el modelo es más preciso para proyectar el impacto de cambios relativamente pequeños y a corto plazo en la demanda (Lieuw-Kie-Song, 2020).

Y, en quinto lugar, la modelización en base a la MCS supone que todas las empresas de un determinado sector tienen la misma estructura de producción, cuando en realidad, cada empresa tiene una forma única de adquirir sus bienes y servicios (Lieuw-Kie-Song, 2020).

## 2 Aplicación del modelo de multiplicadores al caso argentino

Como se mencionó en la sección anterior, un insumo esencial para obtener los multiplicadores es la MCS. En este trabajo se utiliza la MCS de Argentina elaborada por Banerjee y Cicowicz (2021) para el año 2018.

Dicha matriz divide la producción y el consumo en tantas actividades y productos como permite la información de Cuentas Nacionales. Específicamente desagrega la producción en 107 actividades y en 224 bienes y servicios. Considerando que la MCS debe combinarse con la cuenta satélite de empleo, la cual como se detalla más adelante se conforma con datos de Cuenta de Generación e Ingresos, datos de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH), y con la información sobre los insumos requeridos en las obras de infraestructura, se agregaron las actividades y los bienes y servicio en 34 categorías. Posteriormente, siguiendo la metodología descrita en Miller y Blairs (2009), se obtiene la matriz  $A$ .

En segundo lugar, se realiza la diferencia entre la matriz identidad  $I$  y la matriz  $A$ , y se calcula su inversa. Así se obtiene la matriz de multiplicadores  $M_a$ . De este análisis surge el multiplicador tipo I de la producción, el cual se refiere al aumento final de la producción bruta como resultado de un aumento exógeno de una unidad en la demanda final de un determinado producto. El multiplicador de la producción capta los efectos directos e indirectos (por el aumento en los requerimientos de insumos). Este multiplicador refleja valores monetarios.

Para estimar los efectos en el empleo se debe combinar el multiplicador tipo I de la producción con la matriz de empleo ( $\hat{e}$ ). Para ello se construye la cuenta satélite de empleo a partir de datos de la Cuenta de Generación e Ingresos y de la EPH para el año 2018. La cuenta satélite de empleo también contiene información sobre el nivel de educación de los trabajadores (primario, secundario y terciario o más), la proporción de mujeres y la proporción de informalidad. Los datos sobre educación surgen de la MCS en base a la EPH, y la información sobre género e informalidad se obtienen de la EPH. Por último, los datos de producción y las estadísticas de empleo de la cuenta satélite de empleo se combinan para calcular una relación empleo-producción para cada sector o actividad.

El mismo procedimiento se aplica en la matriz ampliada. Es decir, se combina el multiplicador tipo II con la información con la matriz de empleo ( $\hat{e}$ ). Para construir la matriz ampliada se utiliza información del gasto de los hogares en bienes de consumo, que se refleja en la MCS. Dicho gasto tiene en cuenta la porción de ingresos que se destina a consumo, la que se destina a pagar impuestos y la que se destina al ahorro.

