



**UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO**
FACULTAD DE ECONOMÍA
Y FINANZAS

ECONOMÍA

EL IMPACTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL SOBRE LA EDUCACIÓN RURAL

**Trabajo de Suficiencia Profesional presentado para optar al Título Profesional de
Licenciado en Economía**

Diana Isabel Méndez del Aguila

Lima, enero de 2020

RESUMEN

Alrededor del 40% de la población del mundo es rural. La condición de ruralidad supone una serie de desventajas y limitaciones geográficas, económicas y sociales, entre las que destaca la falta de acceso a un sistema educativo de calidad. Si bien es ampliamente reconocida la necesidad de acercar la escuela al estudiante, esta problemática se suele gestionar a partir del despliegue de más infraestructura educativa, solución de alto impacto positivo, pero no necesariamente la más costo – eficiente. El presente trabajo de investigación busca generar evidencia empírica acerca del efecto de la infraestructura vial en la educación, a partir de revisión de literatura y experiencia internacional. Se espera presentar elementos para el diseño de políticas educativas rurales de alto impacto.

ABSTRACT

Around 40% of the world's population is rural. The condition of rurality implies different disadvantages and geographical, economic and social limitations, such as the access to a quality educational system. Among the solutions implemented by governments, the deployment of educational infrastructure and new schools is one of the most popular and widely recognised by its positive impact. However, this solution is not necessarily the most cost- effective. This research seeks to demonstrate empirical evidence about the effect of road infrastructural on rural education, by reviewing international literature. It is expected to present high-value elements for the educational policy design.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
ÍNDICE DE ANEXOS	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPTULO I. MARCO TEÓRICO	7
1. La educación rural en el país	9
CAPÍTULO II. EVIDENCIA EMPÍRICA.....	11
1. Estrategia de búsqueda	11
2. Resumen de los trabajos de investigación analizados	12
3. Descripción detallada de los trabajos de investigación analizados.....	14
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXOS.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores del sistema educativo de nivel secundaria.....	9
Tabla 2: Criterios para la revisión de literatura.....	11
Tabla 3: Resumen de trabajos de investigación analizados	12

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Proceso de selección de literatura	24
ANEXO 2: Modelos de estimación.....	25

INTRODUCCIÓN

Los efectos positivos de la infraestructura vial en el desarrollo de los países, y específicamente en el de las poblaciones rurales, se evidencia en diversos estudios. Contar con vías o caminos adecuados permite el acceso de la población rural a mercados más grandes, facilita el desarrollo de actividades económicas y productivas, posibilita nuevas oportunidades de trabajo y acerca a los individuos servicios sociales como la salud y educación.

En el mundo, la población rural alcanza alrededor del 40% del total, mientras que en el Perú esta cifra bordea el 20%¹. Si bien se identifica una tendencia decreciente en el incremento de la población rural, es necesario diseñar políticas efectivas que permitan a este grupo superar las barreras y desventajas a las que se enfrentan. La condición de ruralidad por sí sola supone características geográficas – altos niveles de dispersión y baja conectividad - y sociales – ausencia de servicios sociales y básicos, vulnerabilidad - que impactan negativamente en el crecimiento y desarrollo de las poblaciones. En este contexto, soluciones como el despliegue de infraestructura vial, vienen contribuyendo a paliar las barreras que se enfrentan.

Uno de los servicios social indispensables para lograr el desarrollo de la población rural es la educación. En los últimos años se ha registrado en el Perú una clara mejora en indicadores de resultado y logros de aprendizaje. Pese a esta evolución positiva, se identifica aún una brecha importante entre el área urbana y rural, siendo esta última la que se encuentra en clara desventaja. En 2018, la población rural² solo alcanzó 8.1 años promedio de escolaridad³ y la tasa de culminación⁴ de primaria alcanzó el 85.1%, versus un 94.4% en el área urbana. En secundaria⁵ este indicador registra un 60.2% en el área rural y un 83.9% en la urbana. Esto demuestra mejores resultados en primaria que en secundaria por lo que, enfocarse en este último grupo a fin de asegurar la culminación de la educación, debe ser un objetivo para la política educativa nacional. De acuerdo con GRADE (2014), en la etapa de transición de primaria a secundaria, entre los principales cambios que enfrentan los estudiantes en las zonas rurales se encuentra la disminución de la oferta educativa. El existir menor cantidad de IIEE⁶ de nivel secundaria – un tercio de los de nivel primaria - origina que un grupo grande de adolescentes deba desplazarse a una capital de distrito o poblado mayor. Si sumado a ello consideramos los débiles sistemas de la infraestructura de transporte rural que tenemos en el país, esta situación se convierte en una barrera para acceder a la educación.

¹ De acuerdo con el Censo 2017 del INEI

² Información extraída del ESCALE - Sistema de Estadística de Calidad Educativa. Este sistema usa como fuente la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

³ Promedio de años de escolaridad, grupo de edades 25-34 (número de años).

⁴ Se toma en cuenta una conclusión de primaria entre los 12 y 14 años.

⁵ Se toma en cuenta una conclusión entre los 17 y 19 años.

⁶ De acuerdo con la relación de las Redes Educativas Rurales, existen 1,341 IIEE de los tres niveles: inicial, primaria y secundaria. De estas, solo 196 corresponde a IIEE de nivel secundario, un tercio de lo que registraría el nivel primario.

Si revisamos las políticas o programas que se implementan para manejar la problemática de acceso a la educación en el nivel secundaria, una respuesta común es el desarrollo de más infraestructura escolar. De hecho, uno de los indicadores del sistema educativo es déficit de servicios de educación secundaria en el área rural, identificándose para el 2019 una brecha de 30 IIEE, en comparación con la brecha de 67 que se registraba en 2016. Esto demuestra que uno de los ejes de la política educativa claramente está enfocada a reducir esta barrera de acceso a través de la construcción de escuelas.

Es aquí donde es pertinente cuestionarse si esta solución ha demostrado un impacto positivo en los indicadores de matrícula y asistencia, y más aún, si es la solución más costo efectiva. Los IIEE de nivel secundaria son más costosos por la infraestructura que se requiere (laboratorios, etc.) y la cantidad de docentes necesarios con mayores niveles de calidad e instrucción. Por lo tanto, si bien esta solución sí logra efectos positivos en los indicadores del sistema educativo, todo hacedor de política debe analizar la mejor forma de alcanzar los mismos o mejores resultados.

En este contexto es que el presente trabajo de investigación propone analizar los efectos del despliegue de infraestructura vial en la educación rural a nivel internacional, haciendo énfasis en el grupo etario de nivel secundaria y específicamente en indicadores como matrícula, asistencia y deserción escolar. Esto con el objetivo de contar con evidencia que permita incorporar una mirada más integral a las soluciones propuestas en la política pública nacional. La hipótesis del trabajo es que el despliegue de infraestructura vial adecuada permite una mayor tasa de matrícula y asistencia en secundaria, así como una disminución de la deserción escolar en el mismo grupo. Para el análisis se plantea la revisión de literatura que presenta evidencia empírica de este impacto en poblaciones rurales. La selección de literatura se definió en base a criterios establecidos previamente (Ver Capítulo 2. Evidencia empírica). El documento se estructura en cuatro capítulos. En el Capítulo 1 se presenta el marco teórico que sustenta la relación existente entre infraestructura vial y educación en el ámbito rural. Además, se repasa de forma general estadística del contexto educativo y vial peruano a fin de evidenciar la relevancia del tema del presente trabajo para la política educativa nacional. En el Capítulo 2, se analizan investigaciones referidas al tema tratado. Una de las investigaciones analizadas contempla una variable proxy al de infraestructura vial, la dotación de bicicletas. Se decidió enfocar la investigación de esta manera debido a la escasa literatura encontrada en el que se evalúa el impacto de los caminos rurales en la educación y al supuesto de que el mayor valor del despliegue de infraestructura vial se asocia al de proximidad del hogar con la escuela, situación que también se ve resuelta por el uso de bicicletas. Finalmente, en el Capítulo 4 se presentan las principales conclusiones del trabajo.

CAPTULO I. MARCO TEÓRICO

Asegurar la provisión de un efectivo sistema de infraestructura de transporte rural es un factor esencial, aunque no suficiente, para el desarrollo rural (Schelling y Lebo, 2001). Contar con vías o caminos adecuados permite el acceso de la población rural a mercados más grandes, facilita el desarrollo de actividades económicas y productivas, posibilidad nuevas oportunidades de trabajo y acerca a los individuos servicios sociales como salud y educación.

Respecto del sistema educativo, la UNESCO (2017) clasifica diversas barreras de acceso al sistema: (i) financieras, capacidad de pago de los gastos de educación por parte de las poblaciones vulnerables; (ii) barreras de capacidad, baja demanda de educación por motivos como el no uso de la lengua materna en el sistema de enseñanza, percepción de mala calidad; (iii) barreras de acceso, distancia entre la escuela y la casa, y los riesgos asociados a los caminos y eventos naturales; y, (iv) barreras sociales y culturales.

Las políticas para reducir las barreras y mejorar los indicadores de matrícula, asistencia y deserción se enfocan en diversos mecanismos: transferencias condicionadas, apelando a la barrera financiera, construcción de más escuelas, como respuesta a la barrera de acceso, entre otros. Si bien estas dos políticas sí demuestran un impacto positivo en los resultados, como mencionan Muralidharan y Prakash (2017), uno de los objetivos del hacedor de política es contar con soluciones costo-efectivas que sean escalables.

En este contexto es pertinente evaluar el efecto de la infraestructura vial rural, solución que además tiene múltiples impactos en el crecimiento y desarrollo de estas poblaciones. Diversos estudios evalúan la relación existente entre infraestructura vial y educación rural como un determinante para la matrícula escolar, asistencia o deserción. Vasconcellos (1997) sustenta que más allá de los típicos factores socioeconómicos que influyen en la asistencia y permanencia en la escuela, existen barreras de distancia y acceso y así revela la importancia de contar con vías adecuadas como solución al problema. Schelling y Lebo (2001) presentan el caso de Bután, donde el despliegue de infraestructura vial en el ámbito rural generó efectos positivos en la educación. Así, se reconoce que la matrícula escolar de niñas en escuelas primarias es tres veces mayor en villas conectadas que en aquellas que no lo están. Otro caso relevante que mencionan es el de Andhra Pradesh en India, donde las mujeres que saben leer es 60% mayor en villas que cuentan con caminos de acceso disponibles durante todo el año en comparación con aquellos caminos que no lo están.

Webb (2013) destaca que el obstáculo geográfico en el mundo rural debe entenderse tanto por su acción directa, a través de los costos de comercialización y de acceso a información, como por su acción indirecta, cuando favorece a las deficiencias de educación, salud, tecnología, fuerza política, infraestructura, capital social y otros elementos que limitan la capacidad productiva de

las poblaciones. Asimismo, señala que el déficit rural de escolaridad es en parte un resultado de la dispersión poblacional y que el alejamiento limita la posibilidad de proporcionar educación de calidad en los lugares más inaccesibles.

Cuando abordamos la problemática de la educación rural es importante conocer los factores de oferta y demanda que determina el éxito o no del sistema educativo. Así, la problemática educativa contempla factores intra-escolares y extra-escolares, ambos relevantes y necesarios de estudiar y resolver. Otro aspecto vital es diferenciar la problemática que enfrentan los distintos niveles educativos: inicial, primaria y secundaria.

Alcázar (2014) señala que, en Perú, a diferencia de la educación primaria, donde casi la totalidad de la población en edad de estudiar se encuentra inserta en el sistema, alrededor de 3 de cada 10 jóvenes en edad de acceder a la educación secundaria no lo hace; y en las zonas rurales, casi 5 de cada 10 jóvenes se encuentra en esta situación. Si bien la autora no encuentra una diferencia significativa en el nivel de deserción entre jóvenes que tienen una IE en su centro poblado versus el otro grupo sí lo tiene, sí identifica que los jóvenes desertores que no tienen una escuela en su centro poblado deben enfrentar mayores gastos para el traslado, por lo tanto barreras financieras. Más aún, la distancia promedio que debe recorrer este grupo es de alrededor de 50 minutos, con un valor máximo entre 5 y 10 horas. Estos resultados podrían sugerir una barrera de acceso para los jóvenes que deben desplazarse más.

El Banco Mundial (1996) en el marco del proyecto *Morocco Fourth Highway* evalúa los cambios generados por del desarrollo de infraestructura vial rural en distintos aspectos socioeconómicos, entre ellos la educación, evaluación conducida después de 5 a 10 años de terminar con el mejoramiento de la infraestructura⁷. Los resultados demuestran que la matrícula en educación primaria se incrementó en todas las zonas analizadas, pero en aquellas cercanas a los caminos mejorados, este incremento fue alrededor del doble en los diez años del estudio. Otro hallazgo importante es que el mejoramiento de los caminos permitió reclutar profesores y reducir tanto el ausentismo de los profesores como el de los alumnos. Por su parte, Attack et al. (2011) encuentra evidencia empírica que mejoras en el acceso al transporte, específicamente a la red ferroviaria en Estados Unidos, tiene un efecto causal en el incremento de la asistencia a la escuela.

Por lo tanto, cuando hablamos de educación rural, las soluciones no deben enfocarse sólo en los componentes sectoriales, si no que deben entender la relevancia de otros factores del contexto tales como las vías o caminos rurales – factores asociados a la demanda - cuya gestión puede significar un mejoramiento significativo del sistema a su vez que genera una de impactos adicionales.

⁷ El proyecto incluyó la pavimentación de caminos y otro tipo de mejoras en la infraestructura.

1. La educación rural en el país

En los últimos años se han registrado avances positivos en los indicadores de educación en el país, sobre los que corresponden al ámbito rural, área donde se presentaban las principales debilidades. Si embargo, la brecha entre la educación urbana y rural aún sigue siendo importante y por lo tanto necesaria de estudiar y resolver.

De acuerdo con los datos del Sistema de Estadística de Calidad Educativa (ESCALE)⁸, en 2018, la población rural solo alcanzó 8.1 años promedio de escolaridad⁹, la tasa de conclusión¹⁰ de primaria alcanzó el 85.1%, versus un 94.4% en el área urbana. En secundaria¹¹ este indicador registra un 60.2% en el área rural y un 83.9% en la zona urbana. Respecto al indicador de deserción, en secundaria alcanzó 5.7% en el área rural.

Tabla 1: Indicadores del sistema educativo de nivel secundaria

Indicadores del nivel secundario	2016		2017		2018	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural
<i>Producto, permanencia y progreso (%)</i>						
Años de escolaridad (25-34 años)	11.9	8	12	7.9	12.1	8.1
Tasa de conclusión (17-19 años)	82.4	53.3	83.6	56.4	83.9	60.2
Tasa de deserción acumulada	7.8	6.7	6.7	5.9	5.7	5.5
<i>Acceso (%)</i>						
Tasa neta de matrícula (12 - 16 años)	85.5	79.2	86.5	81.4	87.4	82.6
Tasa neta de asistencia (12 - 16 años)	84.9	78.4	85.4	80.4	86.9	82.1
Déficit de servicios de educación secundaria en el área rural		67		52		41

Fuente: Escale, basado en los datos del INEI y del Censo Educativo del Ministerio de Educación, 2018

De acuerdo con la ENAHO 2017, del total de estudiantes entre 13 y 19 años que han dejado de estudiar en sus IIEE rurales, solo el 3.3% lo ha hecho porque no hay un centro educativo en la zona. Por su parte, un 36.9% por problemas económicos, y 16.6% porque se dedica a las labores del hogar. Si analizamos el impacto directo e indirecto de la no existencia de IIEE en zonas cercanas, esta lejanía genera sobre costos económicos y sociales a la familia: mayores gastos de transporte asociado al factor de problemas económicos señalado como una razón de deserción, mayor tiempo de traslado lo que hace que los jóvenes tengan menos disponibilidad para las tareas del hogar – otro factor de deserción. Entonces, si bien el factor de distancia o lejanía de un centro

⁸ La información de ESCALE utiliza como fuente la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

⁹ Promedio de años de escolaridad, grupo de edades 25-34 (número de años).

¹⁰ Se toma en cuenta una conclusión de primaria entre los 12 y 14 años.

¹¹ Se toma en cuenta una conclusión entre los 17 y 19 años.

poblado no se identifica como importante por parte de la mayoría de los jóvenes desertores, está relacionada con otros factores que pesan alrededor del 50% de los factores de deserción.

Cuando analiza la problemática de los servicios educativos rurales en el Perú, GRADE (2014) señala como uno de los problemas las inadecuadas condiciones de acceso y bienestar para los estudiantes. Específicamente menciona la existencia de medios de transporte precarios, inseguros y costosos para acceder a las IIEE de zonas dispersas. De esta manera, se destaca que estudios respecto del transporte escolar vinculan este al acceso, asistencia y permanencia de los estudiantes del área rural, así como a situaciones de riesgo a las que se exponen principalmente los adolescentes al tener que trasladarse a IIEE distantes del hogar.

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Programas Presupuestos 2011-2017 del INEI, el 85.8% de la población rural en edad escolar se traslada exclusivamente a pie a su institución educativa con frecuencia diaria o interdiaria.

Finalmente es importante mencionar que, desde el lado de la oferta, una política que suele implementarse para mejorar la matrícula escolar, asistencia y deserción en secundaria, y a fin de paliar los efectos negativos de las distancias entre las localidades rurales y las IIEE es la construcción de nuevas escuelas. Esta alternativa sí ha tenido resultados positivos en los indicadores de educación mencionados, sin embargo, no necesariamente representan la solución más costo-eficiente. Esto porque la construcción de escuelas de secundaria plantea altos costos: infraestructura más sofisticada que la de primaria, mayor cantidad de docentes, docentes más calificados, entre otros recursos necesarios. Por lo tanto, pensar en soluciones alternativas como la mejora del acceso y conectividad de los hogares a las escuelas pueden resultar soluciones más costo-efectivas.

CAPÍTULO II. EVIDENCIA EMPÍRICA

1. Estrategia de búsqueda

A fin de evaluar el impacto de la infraestructura vial en la educación rural, se ha decidido revisar literatura internacional que implemente métodos experimentales o cuasi-experimentales. Para ello, se establecieron criterios de priorización de literatura, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2: Criterios para la revisión de literatura

Criterio	Descripción
1. Idioma	Estudios desarrollados en inglés o español
2. Área	Estudios que evalúan el impacto de infraestructura vial en áreas rurales
3. Países	Países cuya población rural supere el 30%
4. Intervenciones en la infraestructura	Estudios que consideren un cambio significativo y de largo plazo de la red de infraestructura vial, como por ejemplo pavimentación, construcción de puentes o de puertos que conecten vías con rutas fluviales. No se considera mantenimiento menor de infraestructura o ferrocarriles ya que no es una solución aplicable en el país en el corto plazo.
5. Metodología de identificación del impacto	Se prioriza las metodologías de evaluación de impacto experimentales y cuasi experimentales: Diferencia en Diferencia, Regresión discontinua, asignación aleatoria, variables instrumentales y matching, en la medida que son las metodologías más confiables para medir el impacto.
6. Resultado	El trabajo se enfoca en el impacto de la infraestructura vial en variables de educación como matrícula, asistencia, culminación oportuna y logros de aprendizaje
7. Selección	Selección inicial en motores de búsqueda online, revistas especializadas en economía, transporte o geografía, así como estudios conducidos por organismos de cooperación internacional

Como se menciona en la tabla anterior, el trabajo evalúa el efecto en indicadores del sistema educativo como matrícula escolar, asistencia y culminación oportuna. Inicialmente se pretendió analizar el efecto en otros indicadores como calidad de los docentes y logros de aprendizaje, sin embargo, si bien se identificó literatura que plantea una relación entre los asuntos mencionados, no evidencia empírica que sustente la causalidad.

Entre las principales limitaciones identificadas en este proceso de revisión de literatura destaca la falta de utilización de metodologías experimentales o cuasi-experimentales para la evaluación de impacto. En su reemplazo se utilizan métodos como evaluación antes y después sin grupos de control o *cross-sectional* análisis.

2. Resumen de los trabajos de investigación analizados

La siguiente tabla muestra la lista de los cinco estudios que finalmente fueron seleccionados para la revisión. Se presenta información sobre el país donde se realiza la evaluación, el autor o autores, la metodología de evaluación de impacto implementada, el objetivo, los años de evaluación y los resultados generales.

Tabla 3: Resumen de trabajos de investigación analizados

País	Autores	Metodología	Objetivo del estudio	Fuentes de información	Duración	Efectos
Filipinas	Francisco et al (2017)	Diferencia-en Diferencia	Generar evidencia empírica de los efectos de la política Ro- Ro en diversos resultados socioeconómicos a nivel municipal.	Censo de población y hogares (CPH por sus siglas en inglés); Estados de Pérdidas y Ganancias del Departamento de Finanzas de la Agencia Financiera de Gobiernos Locales, Inventario Nacional de Puertos.	2000- 2010	Aumento en la asistencia a la escuela para ambos sexos con algunas diferencias en el % de aumento entre hombres y mujeres.
India	Aggarwal (2018)	Diferencia-en Diferencia	Medir el impacto de caminos en una serie de indicadores económicos y sociales en el área rural a nivel nacional.	Sistema en línea de gestión y monitoreo (OMMS por sus siglas en inglés); Censo poblacionales 2001 y 2011; Data de la Encuesta Nacional (NSS por sus siglas en inglés); Encuesta de uso de insumos en agricultura	2001-2011 (10 años)	Incremento de 5pp en la matrícula escolar entre los 5 y 14 años en los distritos con mayores vías rurales. Disminución de 11pp en el grupo de 14 a 20 años por mayor acceso a trabajo.
	Muralidharan y Prakash (2017)	Triple diferencia	Estimar el impacto del programa de dotación de bicicletas a mujeres en el Estado de Bihar.	Encuesta Nacional de Salud a nivel Distrital	2006-2008	Aumento del 32% en la matrícula a la edad adecuada de mujeres.
	Mukherjee (2011)	Regresión discontinua	Estimar el impacto del despliegue de infraestructura vial en la matrícula escolar.	Reporte del Programa de carreteras de la India, Censos de directores a nivel de villa (2011), Boletines escolares de la Universidad Nacional de Planeamiento y Administración de educación.	2002 como línea de base 2009 – año de estimación	Aumento de 22% en la matrícula de estudiantes de localidad o villas con caminos mejorados. Esta mejora difiere entre estudiantes a causa de la edad y características sociales (castas).
Brasil	Limi et al. (2015)	Diferencia en Diferencia matching y regresión	Evaluar el impacto de las vías rurales en indicadores socioeconómicos en el Estado de Tocantis	Encuestas aplicadas	2005-2011	Para dos de las cuatro regiones de estudio, se observa una reducción en la inasistencia debido a las vías y un incremento de 3% y 5.9% en la asistencia de niñas a la escuela.

Fuente: Elaboración propia

3. Descripción detallada de los trabajos de investigación analizados

Para cada una de las investigaciones revisadas, se presenta el programa de despliegue de infraestructura y características, la metodología de evaluación de impacto utilizada, su justificación, las limitaciones observadas y los resultados del análisis.

- Impacto de la infraestructura vial en la educación rural – Filipinas (Autor: Francisco et al., 2017)

Análisis empírico sobre los efectos de la política Ro- Ro¹² (Roll-on /Roll-off) en diversos resultados socioeconómicos, entre ellos educación. Es preciso señalar que Filipinas, al ser un país insular con más de siete mil islas, tiene como desafío desarrollar una red de transporte robusta, adecuada y asequible, y una de sus principales características es la dispersión poblacional.

Para la evaluación de impacto de la política, el autor define estudiantes de entre 5 y 21 años en cada municipalidad del territorio¹³. El autor utiliza el método de diferencias en diferencias (Dif-en-Dif) a nivel municipal y define un modelo de 2 periodos que considera la edad y sexo en la asistencia escolar de cada municipio. Se utiliza data del año 2000 (3 años antes de implementarse el sistema) y data del 2010 como comparación. Para definir el grupo de tratamiento y control se calculó la distancia de cada municipio respecto de dos grupos de puertos – los que fueron o no parte del sistema Ro-Ro - utilizando la fórmula de distancia de línea recta. El grupo de tratamiento son los municipios cuya distancia respecto del puerto del sistema Ro-Ro es menor que respecto del otro grupo de puertos.

Como resultado del estudio se observa un incremento significativo en la asistencia a la escuela para ambos sexos en el grupo de tratamiento. Un hallazgo importante es que el cambio en mujeres a edades más tempranas (5 y 6 años) es mayor que en los hombres, así las mujeres registran un incremento de 2% y 5.5% a los 5 y 6 años respectivamente, mientras que los hombres lo hacen en 1.6% y 3.6%. Asimismo, se identificó que existe un incremento importante en la asistencia de la escuela por parte de mujeres en los niveles secundario y terciario. En el caso de los hombres, se obtienen también resultados positivos en la asistencia escolar entre los 6 y 20 años para aquellos que viven en localidades con mayor conectividad. Este resultado, según el autor, es relevante en la medida que existen estudios que refuerzan la idea de que son los hombres los que tienen a dejar la escuela debido a problemas económicos en el hogar, toda vez que la oferta laboral para hombres en edad escolar es mayor que para las mujeres. Finalmente, se evidencia los mayores incrementos en la asistencia escolar para mujeres y hombres en el nivel primaria;

¹² ANEXO 2: Modelos de estimación

¹³ La organización territorial de Filipinas está compuesta por cuatro niveles de unidades de gobierno local: provincias, ciudades, municipalidad y barangays (barrios).

además, que en los niveles primaria y secundaria el incremento de asistencia en los hombres es en promedio mayor que en las mujeres.

Asimismo, el autor evaluó los cambios en el ingreso familiar de aquellas familias cerca de los puertos parte del Ro-Ro. Esta decisión se sustenta en que diversa literatura evidencia la influencia del ingreso familiar en la decisión de mandar a los hijos a la escuela. Francisco (2017) demostró que las familias de localidades cercanas a puertos parte del Ro-Ro sufrieron incrementos en sus ingresos familiares y por lo tanto un incremento en la capacidad de enviar a los hijos a la escuela, transfiriendo el beneficio de las familias a los hijos.

- Impacto de la infraestructura vial rural en la India (Autor: Aggarwal. 2018)

Aggarwal (2018) evalúa el impacto del mejoramiento (pavimentación) de infraestructura de transporte rural como parte del Esquema de caminos rurales del Primer Ministro de la India en diversas variables económicas¹⁴. La autora analiza más de 500 distritos beneficiados a lo largo de diez años de implementación del programa. Se utiliza el método Diferencias en Diferencias (Dif-en-Dif)¹⁵ a nivel distrital. Inicialmente se pretendió utilizar el método de regresión discontinua definiendo como umbral el tamaño de la población tomando como base los factores de intervención del programa nacional – villas con al menos 500 habitantes. Sin embargo, no se pudo acceder a data confiable a nivel de villa por lo que se optó la evaluación a nivel distrital. Considerando que todos los distritos eran beneficiarios del programa con distintos niveles de intervención, se definió el grupo de tratamiento y control de acuerdo con la intensidad de despliegue de rutas en el distrito, esto es el porcentaje de caminos mejorados en cada distrito.

Como resultado del análisis, se evidencia un impacto positivo en la matrícula escolar entre los 5 y 14 años alcanzando un incremento de 5% en la matrícula en aquellos distritos con mayor intensidad de desarrollo de caminos. Un resultado contrario se evidencia en los adolescentes entre 14 y 20 años, grupo en el que la deserción escolar se incrementa en 11%. Una de las explicaciones que se brinda es que, junto con las facilidades de acceso a los centros educativos, el despliegue de infraestructura vial también genera mayores y mejores oportunidades laborales en la medida que acceden a mercados más grandes. Para evaluar este fenómeno, se compara los resultados de la deserción con el empleo de jóvenes entre 14 y 20 años. El resultado es que el empleo sube en 10% tanto para hombres como mujeres de ese grupo etario.

¹⁴ El Programa tienen como objetivo que todas las localidades (villas) con una población de al menos 500 personas cuenten con conexión al mercado más cercano a través de un camino posible de usar en todo tipo de estación. En 10 años – entre 2001 y 2010 – el programa brindó caminos pavimentados a más de 100 millones de personas lo que representa el 14,5% de la población rural de India o el 50% de la población rural no conectada (Aggarwal, S., 2018).

¹⁵ ANEXO 2: Modelos de estimación

Otro hallazgo importante es que, en términos de tasa de matrícula, contrario a las creencias culturales y sociales, no se identifica diferencias entre los hombres y mujeres.

- Facilitación del acceso a escuela a través de bicicletas en la India (Autor: Muralidharan y Prakash, 2017)

Uno de los sustentos relacionados a una mejora en la matrícula escolar rural como resultado del despliegue de infraestructura vial es el de la mejora en términos de proximidad a la escuela. Esta mejor proximidad puede darse no solo a través del despliegue de infraestructura sino también de una oferta de medios de transporte que reduzcan la distancia en términos de tiempo. En esa línea, se analizará el impacto de una política pública desplegada en India, en el estado de Bihar, sobre dotación de bicicletas a mujeres, buscando facilitar el acceso físico a la escuela, como una variable proxy al de despliegue de infraestructura vial.

Muralidharan y Prakash (2017), estudiaron la ejecución del programa de dotación de bicicletas lanzado en 2006 en Bihar, que tenía como objetivo reducir la brecha de género en la matrícula en secundaria a través de la provisión de bicicletas a chicas del noveno año (la edad promedio del noveno grado es 14-15 años) que se encontraban matriculadas.

El estudio aplica la metodología de triple diferencia¹⁶ utilizando dos grupos de comparación: hombres (como grupo de control) y la población de una localidad vecina (Jharkhand) donde se aplica la misma doble diferencia (mujeres vs hombres) que en Bihar y se compara con la doble diferencia de la localidad¹⁷. Como grupo de control se definió a alumnos de 16 y 17 años que no fueron expuestos al programa durante su transición de primaria a secundaria, es decir un año antes. El grupo de tratamiento fueron alumnos entre 14 y 15 años expuestos al programa.

Como resultado se encontró que el programa de bicicletas tuvo un incremento en la matrícula y conclusión oportuna (a la edad esperada) de niñas del noveno grado en Bihar de entre 11 y 12 pp. Por su parte, si en la ecuación se incorporan controles para el nivel de educación del hogar y los activos que este posee, este impacto se reduce a 5.2pp. Como resultado final se concluye que la matrícula y conclusión oportuna de las niñas expuestas al programa aumentó en 32% reduciendo la correspondiente brecha con los hombres en 40%. También se identificó evidencia robusta de que el mecanismo de impacto del programa en los indicadores de matrícula y culminación oportuna es la reducción del costo de distancia de ir a la escuela para niñas que viven 3km o más de la escuela. Si bien este análisis no estima el impacto del desarrollo vial en la educación rural sí presenta una aproximación a lo que sería su efecto en la medida que uno de los beneficios del

¹⁶ La utilización de este enfoque responde a la necesidad de aislar el impacto del Programa de bicicletas debido a que en la época que fue lanzado se realizó un importante aumento en el gasto público en educación por lo que la causa del cambio en la matrícula escolar podría deberse a otros factores.

¹⁷ Cuando se testeó la hipótesis nula de tendencias paralelas entre hombres y mujeres de Bihar en los años previos al programa, esta fue rechazada por lo que tuvo que diseñarse la metodología de Triple Diferencia incorporando a una localidad vecina con características similares y que sufrió los mismos cambios socioeconómicos y de gasto público.

despliegue de infraestructura es la reducción de tiempos de traslado. Sin embargo, los resultados no pueden extrapolarse en la medida que el despliegue de caminos, si bien representa ahorro en términos de tiempo, no necesariamente lo hace en términos del gasto, ya que muchas veces se debe invertir en transporte público.

- Impactos de la infraestructura vial en la matrícula escolar en la India (Autor: Mukherjee, 2011)

El presente estudio se realiza en el marco del Proyecto de mejoramiento de infraestructura de transporte rural en la India, revisado en el trabajo de investigación de Argwaal.

Mukherjee (2011) plantea como metodología de análisis la regresión discontinua, tomando como base que la definición del despliegue de caminos rurales por parte del Estado estuvo sustentada en la cantidad de población por localidad (umbral de selección: poblaciones con al menos 500 habitantes). Sin embargo, se identifica que esta decisión de provisión de infraestructura también respondía a variables políticas y sociales (presión de colectivos sociales). Es decir más allá del factor de decisión establecido por el estado, confluían otras variables que tenían igual o mayor peso en la toma de decisiones y definición de villas que serían beneficiarias del programa.

Considerando que esta situación le resta la condición de asignación aleatoria a la definición de las vías a mejorar, el autor propone usar la *fuzzy* regresión discontinua¹⁸. Como parte de la estimación se le otorga a la población que se sitúa sobre este umbral un 20% más de probabilidad de ser elegida para la provisión de infraestructura.

Los resultados del estudio demuestran un incremento del 22% en la matrícula escolar en aquellas localidades donde se despliegan los caminos rurales. Se identifica además diferencias en el resultado dependiendo de la edad de los estudiantes y de la casta o características sociales de la familia. Respecto de la edad, al igual que en el estudio de Aggarwal, mientras que para los estudiantes más jóvenes se da un incremento, la matrícula de estudiantes mayores sufre una caída. En relación con la casta, se evidencia que para estudiantes de castas más altas el aumento de matrícula es mayor en comparación de los que pertenecen a casta rezagadas en la jerarquía social de la India.

Entre las explicaciones posibles para la caída en la matrícula de los estudiantes mayores se encuentra el mayor acceso a oportunidades de empleo por lo que los incentivos para ir a la escuela decaen. Respecto a las características sociales, el autor propone que los estudiantes de castas rezagadas en la escala social, si bien se benefician más por el desarrollo de caminos en términos

¹⁸ La regresión discontinua (RD) con cumplimiento perfecto se da cuando el grupo de tratamiento es 1 y otro 0. En el caso de *fuzzy* RD existe un cumplimiento imperfecto en la medida que existen distintos niveles de probabilidad de asignación de un grupo de tratamiento y de control. El modelo de estimación se encuentra en el Anexo 2.

de accesibilidad, son también los que identifican un menor retorno económico de la inversión en ir a la escuela, debido a otras barreras estructurales que enfrentan.

- Impactos sociales del mejoramiento de caminos rurales en Brasil (Autor: Limi et al. 2015)

En el estudio se evalúa el Estado de Tocantins, estado más nuevo de Brasil y que se encuentra entre los menos desarrollados, pero de más rápido crecimiento. En este contexto se implementa en 2003 el Proyecto de Desarrollo Regional Sostenible que tenía entre sus componentes el mejoramiento de infraestructura vial para proveer de accesos permanentes a población rural seleccionada. El eje de mejoramiento vial tuvo como público objetivo a 67 municipios dentro de las cuatro zonas más pobres de Tocantins, cada una de ellas consideradas en el estudio. A diferencia de los casos revisados anteriormente, el mejoramiento de infraestructura de este proyecto incluyó la construcción de puentes de concreto, cruces de ríos y alcantarillas, infraestructura que permite que la conectividad sea continua, sobre todo paliando los efectos del periodo de lluvias.

El grupo de control se definió como aquellas comunidades dentro de cada municipio donde los planes de ejecución de obras de infraestructura se pospusieron o estuvieron incompletos; en contraste, el grupo de tratamiento se compone de aquellos donde las obras concluyeron. El autor definió como metodologías de análisis Diferencia en Diferencia junto con *Propensity Score matching*, para asegurar la comparabilidad entre los dos grupos analizados, y Diferencia en Diferencia *regression* con inclusión de covarianza, a fin de mitigar los riesgos de variaciones en el tiempo y otros impactos del grupo analizado, incluyendo una variable que recoja este efecto.

Los resultados del estudio no muestran diferencias significativas entre los dos modelos utilizados. En las regiones de Bico do Papagaio y las del sudeste, el impacto en la asistencia a la escuela es positivo en niñas, donde la asistencia incrementa en 3% y 5.9% respectivamente. Además, el número de casas en los que los niños no van a la escuela por características de los caminos bajó. De otro lado, en Jalapao y regiones del noreste, el impacto en la asistencia es negativo, como resultado de un importante incremento en el grupo de control, mientras que el de tratamiento de mantuvo estable.

Un hallazgo importante es que, al analizar otras variables, el autor identifica que es justamente en Bico do Papagaio y los municipios del sudeste donde se evidencia un incremento en las oportunidades laborales y el ingreso de los hogares, en oposición a las dos otras regiones analizadas. Si bien no se evalúa la relación entre ingresos, oportunidad laboral y asistencia en la escuela, se puede suponer que, de acuerdo a la literatura en el tema, un incremento en los ingresos beneficia la disposición de las familias a enviar a los hijos a la escuela.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se puede afirmar que el despliegue de infraestructura vial genera un impacto positivo en ciertos indicadores de educación rural. En los 5 estudios revisados, se identifica un efecto positivo en matrícula, asistencia y deserción escolar. Por otro lado, 3 de los estudios muestran un impacto negativo en ciertos grupos analizados, principalmente en estudiantes mayores – alrededor de los 14 y 15 años.
- Entre las posibles causas de este impacto negativo se tiene que la mayor conectividad no sólo permite ir a la escuela, si no que abre la posibilidad de mayores oportunidades de empleo, por lo que el costo de oportunidad sería mayor. En esa línea, la política que se diseñe para reducir las barreras de acceso debe contemplar un enfoque integral, incluyendo programas como el de transferencias condicionadas o acceso al mercado para los jefes de hogar, a fin de mitigar el riesgo de deserción en los jóvenes.
- Dependiendo del estudio, el impacto en hombres o mujeres puede ser mayor o menor por lo que no se identifica diferencias por sexo.
- Entre las limitaciones metodológicas que se identifican para la evaluación de impacto se tiene: (i) problemas para aleatorizar debido a que la selección de vías de intervención normalmente responde a características económicas, políticas o sociales. Por ello, establecer contrafactuales es complejo; (ii) Dependiendo del tipo de proyecto de infraestructura, su implementación puede tomar varios años o incluso posponerse, haciendo difícil estimar adecuadamente el nivel de impacto del proyecto ya que otros factores pueden coexistir; (iii) los beneficios de la infraestructura del transporte no se limitan a la pavimentación u otra solución de ingeniería, si no que incluyen la operación y el mantenimiento de esta, así como los servicios de transporte existentes y su aprovechamiento. Evaluar el impacto basando sólo en la infraestructura, limita la posibilidad de identificar el efecto real y tomar decisiones de política; (iv) se suele usar la fórmula de línea recta para medir distancias, si bien esta aproximación es sencilla en su aplicación, no recoge las características de las rutas, lo que sí se logra si la distancia se mide a través del tiempo.
- Si bien las investigaciones realizadas no evalúan los canales de transmisión del impacto positivo, se identifican canales directos como el ahorro del tiempo – asociado a la proximidad de la escuela al hogar, y otros indirectos como la mejora de los ingresos del hogar que sugiere una mayor disposición de enviar a los niños a la escuela, el mayor acceso al crédito, la percepción de un mayor retorno de la educación en la medida que la localidad está mejor conectada con mercados más grandes. Conocer los canales o activadores de la decisión de ir a la escuela permite desarrollar políticas públicas más efectivas por lo que se recomienda realizar investigaciones que permitan establecerlos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aggarwal, S. (2018) *Do rural roads create pathways out of poverty Evidence from India*. Journal of Development Economics Vol. 133, 375- 395. Recuperado de www.elsevier.com/locate/devec

Alcázar, L. (2008) *Asistencia y deserción en escuelas secundarias rurales del Perú* (pp 41-81). Lima, Perú: GRADE, 2008– 408 pp.

Attack, J. et al. (2012) *The Impact of Railroads on School Enrollment in Nineteenth Century America*. Unpublished working paper, Boston University.

Banco Interamericano de Desarrollo (2012). *Retos de Desarrollo Rural del Perú 2012-2016*. Recuperado de <https://publications.iadb.org/es/publicacion/14250/retos-de-desarrollo-del-peru-2012-2016>

Cavero, D. et al (2011) *Determinantes socioeconómicos de las transiciones entre niveles educativos: un enfoque sobre género y ruralidad en el Perú*. Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Documento de Trabajo N°309. Recuperado de <http://www.pucp.edu.pe/departamento/economia/images/documentos/DDD309pdf>

Cueto, S. (2004). *Factores Predictivos del Rendimiento Escolar, Deserción e Ingreso a Educación Secundaria en una Muestra de Estudiantes de Zonas Rurales del Perú*. Education Policy Analysis Archives,12(35). Recuperado de <http://epaa.asu.edu/epaa/v12n35/>

Francisco, K. y Helble, M. (2017) *The impact of improved transport connectivity on income, education, and health: The case of The Roll-On/Roll-Off System in the Philippines*. ADBI Working Paper 792. Tokyo: Asian Development Bank Institute. Recuperado de <https://www.adb.org/publications/impact-improved-transport-connectivity-income-educationhealth-philippines>

Guadalupe, C. et al. (2017) *Estado de la educación en el Perú. Análisis y perspectivas de la educación básica*. Lima, Perú: FORGE. Recuperado de <http://www.grade.org.pe/forge/descargas/Estado%20de%20la%20educaci%C3%B3n%20en%20el%20Per%C3%BA.pdf>

Hine, J. et al. (2019). *Evidence on impact of rural roads on poverty and economic development*. K4D Helpdesk Report. Brighton, UK: Institute of Development Studies. Recuperado de <https://www.ids.ac.uk/projects/k4d-helpdesk-service/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2017). *Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2011-2017*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1442/cap03.pdf

Instituto Peruano de Economía (2019) *Índice de Competitividad Regional - INCORE 2019*. Recuperado de <http://ipe.org.pe/publicaciones>

Limi, A. et al (2015) *Evaluating the Social and Economic Impacts of Rural Road Improvements in the State of Tocantins, Brazil*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Report NO. 95574-BR. Recuperado de <http://documents.worldbank.org/curated/en/109021467992478157/pdf/95574-WP-P121495-Box391433B-PUBLIC-Evaluating-the-Social-and-Economic-Impacts-of-Rural-Road-Improvements-in-the-State-of-Tocantins-Brazil.pdf>

Ministerio de Educación (sin fecha) *Política de Atención Educativa para la Población del Ámbito Rural*. Recuperado de <http://www.minedu.gob.pe/consulta-de-atencion-ambito-rural/>

Ministerio de la Mujer y poblaciones vulnerables (2015). *Perú: población y desarrollo*. Cuaderno sobre poblaciones vulnerables: Número 15, Año II – 2014. Recuperado de <http://www.mimp.gob.pe/>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017). *Anuario Estadístico 2017*. Recuperado de www.mtc.gob.pe

Mukherjee, M. (2011). *Do Better Roads Increase School Enrollment? Evidence from a Unique Road Policy in India*. SSRN Electronic Journal (2013). Recuperado de [10.2139/ssrn.2207761](https://ssrn.com/abstract=102139)

Muralidharan, K. y Prakash, N. (2017) *Cycling to School: Increasing Secondary School Enrollment for Girls in India*. American Economic Journal: Applied Economics 2017, 9(3) 321–350. Recuperado de <https://doi.org/10.1257/app.20160004>

Schelling, D., & Lebo, J. (2001). *Design and Appraisal of Rural Transport Infrastructure: Ensuring Basic Access for Rural Communities*. Technical Paper, World Bank, Washington, D.C. Recuperado de <http://documents.worldbank.org/>

Vasconcellos, E. (1997) *Rural transport and access to education in developing countries: policy issues*. Journal of Transport Geography, Vol 5, N°2, 127-136. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(96\)00075-0](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(96)00075-0)

UNESCO Bangkok (2017) *Situation Analysis of Out-of-School Children in Nine Southeast Asian Countries*. Recuperado de <https://bangkok.unesco.org/content/situation-analysis-out-school-children-nine-southeast-asian-countries>

Universidad del Pacífico (2013). *Inversión social: evaluación de proyectos y mediciones acotadas*. Lima, Perú: Enrique Vásquez

World Bank (1996). *Morocco - Socioeconomic Influence of Rural Roads: Fourth Highway Project*. World Development Sources, WDS 1996. Washington, DC: World Bank. Recuperado de <http://documents.worldbank.org/curated/en/957991468774538531/Morocco-Socioeconomic-Influence-of-Rural-Roads-Fourth-Highway-Project>

World Economic Forum (2019). *Global Competitiveness Report 2019*. Recuperado de www.weforum.org/gcr.

ANEXOS

ANEXO 1: Proceso de selección de literatura

Etapas de búsqueda	Estrategia	Criterios de análisis que cumplen	Número de trabajos de investigación
Primera etapa	Revisión rápida	1; 2; 3; 7	28
Segunda etapa	Revisión de la metodología de evaluación y descripción del proyecto de infraestructura	4; 5	5

ANEXO 2: Modelos de estimación

1. Impacto de infraestructura vial en educación en Filipinas

Modelo Dif-Dif:

$$y_{asmt} = \delta\alpha (D_m \cdot T_t \cdot S_s \cdot A_a) + \theta_a (D_m \cdot T_t \cdot A_a) + \beta_1 D_m + \beta_2 T_t + \beta_{3a} A_a + \beta_4 S_s + \phi_{asmt} + \mu_m + e_{asmt}$$

Donde:

$$\phi_{asmt} = \beta_{5a} (D_m \cdot A_a) + \beta_6 (D_m \cdot S_s) + \beta_{7a} (S_s \cdot A_a) + \beta_{8a} (D_m \cdot S_s \cdot A_a) + \beta_9 (T_t \cdot S_s) + \beta_{10a} (T_t \cdot A_a) + \beta_{11a} (T_t \cdot S_s \cdot A_a)$$

Donde:

y_{asmt} : se refiere al ratio de asistencia a la escuela en un municipio m , en un periodo t , para niños de edad a y sexo s . D_m denota la asignación de tratamiento (1 cuando está asignada, 0 de lo contrario). T_t se refiere a los periodos de tiempo (1 post- tratamiento, 0 de lo contrario). A_a y S_s , son edad y sexo respectivamente donde 1 es masculino.

Los parámetros β_1 , β_2 , β_{3a} , y β_4 son las diferencias promedio entre los grupos de tratamiento (D), periodos (T), edad (A), y sexo (S). Además, ϕ_{asmt} contiene las interacciones a lo largo de los grupos de tratamiento, periodos, edades, sexo, capturando la heterogeneidad en la asistencia a la escuela. μ_m captura el efecto fijo a nivel municipalidad y permite controlar la característica no observables (no cambiantes) que son comunes entre municipios. e_{asmt} es el residuo del modelo que el autor asume exhibe un proceso de ruido blanco después de condicionar las variables de control

2. Impacto de infraestructura vial en la India

La ecuación de estimación planteada es:

$$y_{idt} = \alpha + \gamma_t + \delta_d + \beta * (D_{dt} / N_{dt}) + \eta Z_{idt} + \varepsilon_{idt}$$

Donde:

El ítem i se refiere a los individuos u hogares, d es el distrito y t el año de la encuesta. δ es el conjunto de efectos fijos a nivel distrito, γ es un conjunto de efectos fijos anuales y Z es un vector de variables de control individuales/domésticas. β captura el efecto de tratamiento promedio de tener acceso a un camino. N_{dt} es la población de un distrito d a un tiempo t , y D_{dt} es el número de individuos en el distrito d que han recibido un camino como parte del programa para el tiempo t . Esto equivale a usar las variaciones en el % de la población que recibió caminos año a año.

Para algunas partes del análisis solo se contó con dos rondas de información por lo que se definió una nueva ecuación:

$$y_{idt} = \alpha + \delta_d + \theta * T + \beta * (D_{dt}N_{dt}) + \eta Z_{idt} + \varepsilon_{idt},$$

Donde:

T es un indicador del periodo de post tratamiento y θ su coeficiente correspondiente.

3. Facilitación del acceso a escuela a través de bicicletas en la India

$$y_{ihv} = \beta_0 + \beta_1 * F_{ihv} * T_{ihv} * BH_{ihv} + \beta_2 * F_{ihv} * BH_{ihv} + \beta_3 * T_{ihv} * BH_{ihv} + \beta_4 * F_{ihv} * T_{ihv} + \beta_5 * F_{ihv} + \beta_6 * T_{ihv} + \beta_7 * BH_{ihv} + \varepsilon_{ihv}$$

Donde:

y_{ihv} es la variable de interés y que corresponde al niño i en un hogar h y en una villa v.

F_{ihv} indica el sexo, T_{ihv} es el indicador que indica si el grupo corresponde al de tratamiento y BH_{ihv} es el indicador cuando la observación corresponde a Bihar. El principal parámetro de interés es β_1 (estimador de triple diferencia), mientras que β_2 a β_7 son estimadores de los términos de doble interacción y los lineales. Los errores estándares se agrupan a nivel de villa o localidad.

4. Impactos de la infraestructura vial en la matrícula escolar en la India

$$(y)_{i,2009} = \alpha + \pi (NR)_{i,2009} + \varepsilon_{i,2009}, i = \text{village}$$

Donde:

$(y)_{i,2009}$ es la matrícula escolar a nivel de localidad (villa) en 2009. El regresor de interés es $(NR)_{i,2009}$ es una dummy que toma el valor de 1 si se construye un camino pavimentado para el año 2009 y 0 si está en construcción o no se ha iniciado el proyecto. $\varepsilon_{i,2009}$ es el término de error. El coeficiente de interés π indica el efecto causal de la infraestructura en la matrícula a la escuela.

5. Impactos sociales del mejoramiento de caminos rurales en Brasil

Dif-in Dif Matching

$$\alpha_{DDAVG} = 1/n_1 \sum_i \{Y_{i1} | D=1 - \sum_j w(i,j) Y_{j1} | D=0\} - 1/n_0 \sum_i \{Y_{i0} | D=1 - \sum_j w(i,j) Y_{j0} | D=0\}$$

Donde:

Y es el resultado para cada hogar i en el periodo t. Tiempo t es 0 antes de la implementación del proyecto (línea de base) y 1 cuando el proyecto se completa. D es una variable dummy para el tratamiento, siendo 1 cuando el hogar i recibe la intervención. W es el peso dado por el *propensity matching score*. N es el número de familias en el grupo de tratamiento bajo el mismo criterio.

Regresión Dif-in Dif

$$\ln Y_{it} = \alpha_{DDREG} D_{it} + \beta_D D_{it} + \beta_t t + X_{it} \beta + \varepsilon_{it}$$

Donde:

X es una variable observable del cambio en el tiempo y que puede controlar potenciales diferencias en los caminos de desarrollo de los dos grupos.