

## **Informe Final**

### **Análisis de los Servicios de Infraestructura Rural y las Condiciones de Vida en las Zonas Rurales de Perú Febrero 2004**

**Javier Escobal y Máximo Torero<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Ambos son Investigadores Principales de GRADE. Asimismo se contó la asistencia de Magdalena Benza y Eduardo Nakasone.

## **Análisis de los Servicios de Infraestructura Rural y las Condiciones de Vida en las Zonas Rurales de Perú Resumen**

Este trabajo busca cuantificar el posible impacto sobre los hogares rurales de tener acceso a infraestructura pública. Este impacto se evalúa tanto en lo que respecta a mayores ingresos como modificaciones en la composición de dichos ingresos. En particular, el trabajo descompone el impacto sobre el ingreso de los hogares rurales en tres efectos: el efecto “recomposición”, al modificarse las fuentes de ingresos producto del acceso a nueva infraestructura; el efecto sobre el “empleo” (total de horas trabajadas) y el efecto “rentabilidad”, al hacerse más rentable cada una de las alternativas de ingreso. Asimismo el estudio analiza la importancia de las complementariedades existentes entre los distintos tipos de infraestructura, tanto entre ellas como entre ellas y las dotaciones de activos privados (especialmente educación).

El trabajo opta por dos estrategias empíricas. Por un lado, se utiliza el método de emparejamiento desarrollado por Rosenbaum y Rubin (1983) y extendido por Heckman, et al. (1998). Así se comparan hogares que han accedido a determinadas combinaciones de infraestructura respecto a otros que no se han beneficiado de dicha infraestructura, pero que poseen las mismas características que los primeros. La técnica de emparejamiento controla por la posesión de activos de capital físico, capital humano y entorno geográfico. Por otro lado, y buscando complementar los resultados del método de emparejamiento, se realiza la estimación de un modelo econométrico donde se modela tanto la dotación total de horas de trabajo del hogar como la asignación de las mismas entre las distintas actividades generadoras de ingreso.

Los principales resultados en ambos métodos se pueden resumir en que la combinación del incremento de horas trabajadas en el hogar, cambios en los niveles de participación entre las distintas actividades generadoras de ingreso, y cambios en las horas trabajadas en cada tipo de actividad, generan en conjunto un incremento en el ingreso del hogar al acceder a los distintos tipos de infraestructura rural. Así, al analizar las diferencias del ingreso mensual per cápita de los hogares con acceso a infraestructura respecto a hogares sin ningún tipo de activo, el tener uno o más activos públicos tiene un impacto positivo y significativo sobre el ingreso per cápita. Más aún, este impacto se incrementa a medida que el número de activos públicos crece, llegando hasta un promedio de 180 soles por mes más de ingreso en el caso de 3 o más activos.

Por ejemplo, el acceso a energía eléctrica permite a un hogar incrementar el tiempo de trabajo en determinada actividad no salarial no agrícola, como la artesanía o la pequeña manufactura. En tal sentido, el estudio muestra como a medida que los hogares rurales cuentan con mayor acceso a infraestructura pública su dedicación a actividades no agrícolas se incrementa sustancialmente. Así por ejemplo, un hogar con tres o más tipos de infraestructura (por ejemplo, electricidad, teléfono y desagüe) va a trabajar alrededor de diez horas más a la semana y además va a dedicarle aproximadamente treinta por ciento más de su tiempo a actividades no agrícolas (20% más a actividades salarial no agrícola y 10% más a actividades no salariales agrícolas.) Esta recomposición a favor de estos sectores ocurre en desmedro de la actividad agrícola independiente cuya rentabilidad relativa es menor a la de los otros sectores, una vez que esta infraestructura está disponible.

En el ingreso total las complementariedades entre los distintos tipos de infraestructura también son importantes. Así, por ejemplo, el impacto de tener electricidad y agua -que equivale a un incremento de 16% de los ingresos respecto a quienes no tienen esta infraestructura - es mayor que la suma de los impactos individuales, que no superan el 9%. Algo similar ocurre cuando se combinan agua y teléfono, así como electricidad y teléfono o, por último agua electricidad y teléfono, donde el incremento de ingresos es de 20% frente a menos de 5% que resultaría de agregar los impactos individuales. Esto significa que los efectos sobre los ingresos rurales son mayores cuando la intervención pública para dotar al sector rural de infraestructura básica es coordinada.

Finalmente, como era de esperar, en la medida que la población rural accede secuencialmente a mayores servicios de infraestructura, el porcentaje de población pobre se va reduciendo paulatinamente. Asimismo se generan mejoras en la distribución del ingreso, en la medida que las diferencias de los ingresos ya sólo estarían asociadas a factores individuales (por ejemplo diferencias en las dotaciones de educación o activos privados). En resumen, las ganancias individuales y por complementariedades de acceder a la infraestructura pública hacen de la inversión en infraestructura una actividad socialmente rentable.

# **Análisis de los Servicios de Infraestructura Rural y las Condiciones de Vida en las Zonas Rurales de Perú**

## **Índice**

1. Introducción.....	4
2. Revisión de la Literatura.....	5
2.1. Impactos a nivel Macroeconómico .....	7
2.2. Impactos Microeconómicos (a nivel de mercados y hogares).....	10
2.3. Infraestructura de Caminos Rurales .....	13
2.4. Servicios de Telecomunicaciones Rurales .....	17
2.5. Electrificación Rural.....	18
2.6. Resumen y Conclusiones a partir de la Revisión de la Literatura.....	20
3. Modelo Conceptual y Estrategia de Medición .....	20
4. Estructura de Ingresos Rurales y Acceso a Bienes y servicios Públicos.....	24
5. Complementariedades en la Inversión Pública en Infraestructura: impactos sobre los ingresos rurales .....	29
5.1. Determinantes del Total de Horas Trabajadas por las Familias Rurales.....	32
5.2. Acceso a Nuevas Oportunidades Generadores de Empleo.....	35
5.3. Distribución del tiempo de trabajo del Hogar .....	37
5.4. Impactos agregados: Efecto de la Inversión en Infraestructura sobre el Ingreso de los Hogares Rurales.....	41
6. Reflexiones Finales.....	57
Bibliografía.....	59
Anexo 1.....	64
Anexo 2.....	73
Anexo 3.....	77

## **Análisis de los Servicios de Infraestructura Rural y las Condiciones de Vida en las Zonas Rurales de Perú<sup>2</sup>**

### **1. Introducción**

Los activos privados, públicos y de organización son los principales determinantes del flujo de gastos e ingresos de las familias y son, por lo tanto, cruciales para determinar si una familia logra o no salir de la pobreza. En ese sentido, las políticas públicas deben estar cuidadosamente dirigidas a resolver las inequidades en el acceso a determinados activos que son susceptibles de intervención estatal y que facilitan el acceso, la acumulación, así como el incremento de la rentabilidad de los activos privados con los que cuentan los hogares.

En este contexto, el objetivo central del estudio es cuantificar los posibles impactos que la complementariedad de intervenciones en varios servicios de infraestructura rural puede generar en los niveles de ingresos y la composición de los mismos en las zonas rurales del Perú. Sin embargo, el impacto sobre el ingreso de los hogares rurales de acceder a uno o más de los servicios de infraestructura esta compuesto fundamentalmente por tres efectos: el efecto recomposición, el efecto empleo y el efecto rentabilidad. El efecto recomposición se refiere al impacto directo ocasionado por la recomposición de las fuentes de ingreso. El efecto empleo se refiere al incremento del total de horas trabajadas por el hogar, gracias a la intervención. Por último el efecto rentabilidad recoge la mayor rentabilidad que se obtiene en cada actividad gracias a la existencia de la nueva infraestructura pública.

En el Perú rural cerca del 38% de los jornales se dedican a actividades económicas distintas a la producción agropecuaria en la finca. Según encuestas recientes, 56% de los ingresos netos de los hogares rurales provienen de estas otras actividades, lo que sugiere que estas actividades “complementarias” difícilmente puedan ser consideradas como tales. Las actividades distintas de la explotación agropecuaria en la propia parcela incluyen labores tan diversas como producción artesanal y otras actividades independientes dentro del hogar así como ingresos provenientes de actividades dependientes en los sectores comercio, construcción y servicios e, incluso, asalariamiento agrícola fuera de la finca. En la medida que seamos capaces de entender los determinantes del acceso a fuentes de ingreso no agrícolas en el medio rural, y se identifique el rol que cumple la inversión en infraestructura rural en potenciar estas actividades se podrán sentar las bases para establecer estrategias de intervención pública que reduzcan de manera más efectiva y sostenible la pobreza rural. Así, mejorar la inserción en el mercado de trabajo rural puede ser una alternativa para escapar de la pobreza para quienes tienen acceso limitado a la tierra. Al mismo tiempo, el efecto rentabilidad, resultado de mejorar la rentabilidad de estas otras fuentes de ingreso rural a partir de la provisión de bienes y servicios públicos puede constituirse en un mecanismo complementario para reducir la vulnerabilidad de los hogares rurales más pobres frente a shocks externos.

---

<sup>2</sup> Informe preparado por Javier Escobal y Máximo Torero, Investigadores Principales de GRADE con la asistencia de Magdalena Benza y Eduardo Nakasone.

Finalmente, tal como se ha indicado, el “efecto empleo” recoge el impacto directo ocasionado por el aumento en el número total de horas trabajadas por el hogar manteniendo constante la distribución del tiempo entre actividades así como la rentabilidad de cada actividad. Este último efecto se da por ejemplo, al tener un mayor número de horas de electricidad los hogares pueden extender el número de horas que trabajan.

Adicionalmente, un mecanismo que este estudio busca analizar es cómo la infraestructura de manera aislada y de manera complementaria, modifican la estructura de fuentes de ingreso que están a disposición de los hogares rurales. Así mismo, condicionado en este cambio de oportunidades, se explorará cómo dicha inversión eleva la productividad y los niveles de ingreso en el marco de la estrategia elegida.

El Estudio está compuesto de 4 secciones además de ésta introducción. En la sección 2 se presenta un resumen de la literatura reciente sobre los impactos sobre los ingresos y sobre la reducción de la pobreza de la provisión de servicios de infraestructura rural, incluyendo aquellos estudios realizados para el Perú. La sección 3 presenta una descripción basada en la Encuesta Nacional de Hogares ENAHO de la vinculación entre acceso a bienes y servicios públicos y estructura de ingresos rurales. La sección 4 modela formalmente estas relaciones mostrando el impacto que tiene el acceso complementario a distintos tipos de infraestructura pública. La sección 5 presenta las principales conclusiones. Finalmente, en el anexo 1 se describe la metodología utilizada para construir indicadores de accesibilidad a los servicios de infraestructura y demás bienes o servicios públicos. Dicha metodología permite identificar el grado de accesibilidad a servicios de infraestructura rural, a distintos niveles geográficos de desagregación, permitiendo conectar la información de infraestructura con las Encuestas de Hogares, así como evaluar el impacto de dicha infraestructura sobre los niveles de vida de la población rural.

## **2. Revisión de la Literatura**

El Informe sobre el Desarrollo Mundial elaborado por el Banco Mundial en 1994 define infraestructura de una manera acotada, haciendo referencia a estructuras de ingeniería de larga vida, equipamiento y facilidades, así como los servicios que de ellos se derivan y que son utilizados en la producción y en el consumo final de los hogares. (Banco Mundial 1994: p.13). Otros autores como Ahmed y Donovan (1992), sin embargo, discuten éste tipo definición de infraestructura, indicando que el concepto ha evolucionado desde los trabajos de Artur Lewis y Albert Hirschman hacia una definición más comprensiva que incluya una gama mayor de servicios públicos que facilitan la producción y el intercambio. En el caso de la infraestructura agrícola, Ahmed y Donovan (1992) reconocen que con la importancia creciente del papel de agricultura en el desarrollo económico, la literatura empezó a incluir la investigación agrícola, la extensión, las instituciones financieras o los sistemas de irrigación como parte de un concepto más amplio de infraestructura.

Otros autores como Fosu et.al. (1995: p.7) a partir de la definición de los trabajos de Wharton (1967) distinguen hasta 11 componentes de infraestructura agrícola: irrigación y acceso público al agua; medios de transporte; servicios de almacenamiento; infraestructura de comercialización; infraestructura de procesamiento; servicios públicos; investigación agrícola y servicios de extensión; comunicación y servicios de información; servicios para la conservación del recurso suelo; crédito e instituciones

financieras; y, finalmente, educación y servicios de salud. Este tipo de listado, hacen referencia más a "infraestructura rural" antes que a "infraestructura agrícola", pues como Fosu et.al. (1995) reconocen, este conjunto de servicios de infraestructura incluye ítems que no sólo facilitan el desarrollo de actividades agrícolas pero también actividades rurales y a veces, incluso, actividades urbanas.

En este estudio buscaremos concentrarnos en los siguientes tipos de infraestructura: a) infraestructura de transporte (e.g., caminos rurales o caminos de herradura), b) agua potable, c) saneamiento, d) electricidad (interconectada o aislada), y d) telecomunicaciones (teléfono y cabinas rurales). Sin embargo es importante mantener en perspectiva una definición más amplia y, donde sea posible, evaluar las posibles complementariedades existentes entre esta infraestructura básica y los demás elementos que constituyen una definición más amplia de servicios de infraestructura rural.

#### *Los Vínculos a Nivel Agregado entre la Pobreza y las Carencias de Infraestructura*

Los vínculos a nivel agregado entre la pobreza y la infraestructura rural han sido estudiados por distintos autores entre los que destacan Banco Mundial (1994), Lipton y Ravallion (1995), Jimenez (1995) y Van de Walle (1996), entre muchos otros. Para el caso del impacto de algún tipo específico de infraestructura (como el papel de caminos rurales, la telefonía o el acceso a electricidad en la reducción de pobreza) la literatura es muy amplia pudiéndose identificar trabajos como los de Howe (1984), Binswanger, Khandker y Rosenzweig (1993), Goldstein (1993), Jacoby(1998), Lebo y Schelling (2001) entre otros.

La mayoría de estos trabajos reconoce que la inversión en infraestructura tiene un impacto muy fuerte sobre los ingresos rurales. Sin embargo, normalmente esta literatura no ha estudiado los vínculos o cadenas causales que generan un mayor ingreso rural a partir de una mayor dotación de servicios de infraestructura. El problema con esta falta de comprensión de la relación causal entre la inversión en servicios de infraestructura y el incremento de oportunidades generadoras de ingreso y la mejora de bienestar de la población rural es que la posibilidad de desarrollar recomendaciones de política más específicas es muy limitada, quedándose normalmente en recomendaciones dirigidas a un aumento global en la inversión en infraestructura pública y sin poder opinar sobre la estrategia de intervención más apropiada para cada contexto específico.

Frente a ello, y en un mundo con escasez de recursos financieros, como el que prevalece en la mayoría de los países en vías de desarrollo, conocer la rentabilidad relativa de cada tipo de infraestructura pública es crítica. También lo es, entender los principales mecanismos que provocan cambios en los medios de vida (livelihoods) de los habitantes rurales producto de un determinado incremento de los servicios infraestructura rural.

Algunos de los desafíos en ésta área son:

- Identificar las oportunidades de inversión que generan el mayor efecto multiplicador, y que permitan atraer hacia las economías rurales inversiones públicas y privadas adicionales y eleven la rentabilidad privada y social de la inversión ya realizada.

- Estimar la complementariedad existente entre los distintos tipos de infraestructura pública y entre la infraestructura pública y las dotaciones de activos privados (capital humano, capital físico financiero o capital social) que ya están en manos de los pobres rurales, para maximizar el impacto de la inversión en infraestructura pública.
- Identificar qué cuellos de botella (físicos o institucional) debilitan el máximo potencial de la inversión en servicios de infraestructura rural.

Para alcanzar estos desafíos se requiere entender plenamente los mecanismos causales que existen entre las inversiones en infraestructura rural y los cambios en los comportamientos de los hogares rurales. Un mecanismo que aquí será explorado es cómo la infraestructura de manera aislada y de manera complementaria, modifican la estructura de fuentes de ingreso que están a disposición de los hogares rurales. Así mismo, condicionado en este cambio de oportunidades, se explorará cómo dicha inversión eleva la productividad y los niveles de ingreso en el marco de la estrategia elegida. Es importante resaltar que los mecanismos que aquí se exploran pretenden contribuir a entender sólo algunos de los mecanismos causales que operan cuando aumentan la dotación de infraestructura, concentrándonos en el impacto que tienen estas inversiones sobre la aparición de nuevas oportunidades de generación de ingresos que complementen los ingresos como agricultor independiente.

## **2.1. Impactos a nivel Macroeconómico**

La literatura sobre los vínculos entre infraestructura y desarrollo económico y crecimiento es relativamente escasa en países en vías de desarrollo. La mayoría de los trabajos se concentran en la experiencia de los países desarrollados y tal como Creightney (1993) reconoce, el trabajo normalmente se ha restringido a evaluar el impacto de inversión pública sobre la demanda agregada y el crecimiento del producto.

El problema de causalidad ha recibido alguna atención en esta área de la literatura. ¿La inversión en infraestructura genera crecimiento o por el contrario es un subproducto o una demanda derivada relacionada con un ritmo de crecimiento mayor? La mayoría de los estudios no han podido resolver este tema. En un artículo seminal alrededor de este tema Binswanger et.al. (1993) identifican varios vínculos entre la inversión en infraestructura y el crecimiento que podrían ocurrir simultáneamente. Por ejemplo, mencionan cómo regiones con una mejor dotación de infraestructura podrían presionar por una asignación presupuestal mayor que les garantice infraestructura pública adicional, generando un patrón de inversión endógeno. Al mismo tiempo, se podría observar trampas de pobreza, como aquéllas mencionadas por Jalan y Ravallion (1997), donde las áreas menos dotadas quedan relegadas de las asignaciones de nueva infraestructura pública.

Otro problema importante a nivel macro en el estudio entre la infraestructura y el desarrollo económico es la existencia o no de efecto desplazamiento (*crowding-out*) de la inversión pública sobre la inversión privada. En este caso, varios estudios como Blejer y Kan (1984), Creightney (1993) o Jalan y Ravallion (1997) muestran que dicho efecto es muy improbable en áreas rurales, donde la complementariedad entre

inversiones pública y privada tiende a ser muy fuerte. De otro lado, los efectos de complementariedad entre inversión pública en infraestructura e inversión privada pueden ocurrir a través de una variedad de canales como la creación de nueva demanda para los productos intermedios producidos por el sector privado o la reducción de costos de la transacción para la producción y comercialización de bienes y servicios no directamente relacionados con dicha inversión.

#### *Evidencia basada en análisis de Corte Transversal*

Uno podría plantear que la causalidad entre indicadores de crecimiento e inversiones en infraestructura rural puede darse en ambas direcciones. Sin embargo, trabajando con el caso de la inversión en infraestructura de caminos, Queiroz y Gautam (1992) muestran que hay varios indicios que indican que la inversión en caminos precedería al crecimiento económico. En la misma línea Binswanger et. al (1983) identifican que la falta de caminos es una restricción significativa a la capacidad de respuesta de la oferta agrícola. Además, Queiroz y Gautam (1992) resaltan la evidencia de un estudio en India desarrollado por el Instituto de Investigación de Caminos, que muestra que los esfuerzos de alfabetización, los rendimientos agrícolas e indicadores de salud se incrementaron junto con los indicadores de densidad de la red vial. Adicionalmente, Aschauer (1997) ha mostrado que los cambios en la productividad (i.e., el rendimiento por unidad de capital privado y mano de obra) están relacionados positivamente con el gasto del gobierno en infraestructura,

#### *Evidencia Basadas en Series de Tiempo*

Datt y Ravallion (1996) también han contribuido a entender mejor la relación causal entre infraestructura y crecimiento, mostrando que las condiciones iniciales en términos del desarrollo de infraestructura son muy importantes para Estados de la India durante el periodo que los autores han estudiado. Aquéllos Estados que empezaron el periodo de análisis con una mejor dotación de infraestructura y de recursos humanos - con mayores niveles de irrigación, mayores niveles de alfabetización, y tasas de mortalidad infantil más baja - tuvieron tasas de crecimiento del consumo más altas y mayores reducciones en las tasas de pobreza, que aquellos Estados de la India que recibieron inversiones similares pero empezaron con una dotación de capital menor.

Por su parte, Lächler y Aschauer (1998) muestran la existencia de un co-movimiento sistemático de los gastos en infraestructura y el crecimiento económico en México pero no encuentran ninguna evidencia contundente para establecer cualquier relación causal entre la inversión de la infraestructura pública y el crecimiento. Una razón de esto habría sido la manera como inversión pública se habría estado financiando, generando una retracción de otras inversiones críticas.

#### *Midiendo los Retornos a las Inversiones Públicas Complementarias en Infraestructura Rural*

Uno de los estudios que explícitamente tienen en cuenta la naturaleza de complementariedad de infraestructura pública es el de Canning y Bennathan(2000) quienes estudiaron la inversión pública simultánea en generación de electricidad y en caminos asfaltados. Dichos autores muestran que ambas inversiones resultan ser complementarias con otras inversiones realizadas en capital físico y capital humano,

pero que a pesar de ello, muestran retornos decrecientes si dichas inversiones son manejadas de manera aislada!. La complementariedad de la inversión en infraestructura por un lado y los retornos decrecientes de cada inversión aislada por el otro lado, sugieren la existencia de una "mezcla óptima" de infraestructura y genera que un país termine con muy poco o demasiado de determinada infraestructura.

La idea que existen restricciones en la provisión de ciertos activos (públicos o privados) que reducen la rentabilidad de otras inversiones es señalada también por Van de Walle (2000). Él muestra que las ganancias marginales de la inversión en capital físico dependen positivamente de los niveles de conocimiento adquirido, de tal manera que si un hogar no puede contratar mano de obra calificada para compensar por las menores habilidades de la mano de obra familiar, entonces aun cuando tenga acceso a crédito el hogar logrará ingresos más bajos que un hogar con mayores niveles de educación.

Predecir los niveles de producción y patrones de comercio de un país requiere conocimiento de la localización del mismo, su dotación de factores, y las intensidades de uso de insumos e intensidades de uso de transporte. Venables y Limão (1999) definen intensidad de transporte y muestran cómo deben combinarse localización y intensidad de transporte con abundancia e intensidad de uso de factores para determinar la dirección e intensidad de los flujos de comercio. A partir de ello, plantean que una teoría basada sólo en un grupo de estas variables, como abundancia de factores, generará sistemáticamente predicciones incorrectas. Ellos muestran que las restricciones y potencialidades de la geografía interactúan con las dotaciones de factores de tal manera de hacer viables ciertos patrones de comercio y no otros.

Carnemark et. al (1976) mirando la conexión entre la inversión en caminos rurales y sus efectos económicos plantean que la mayoría de los estudios que analizan los beneficios de este tipo de infraestructura se han enfocado en la cuantificación de los ahorros que dicha infraestructura le provee a los sin prestar mucha atención a la evaluación de proyectos allí donde esta inversión generó nuevo tráfico. Los estudios descuidaron a menudo la existencia de otras restricciones presentes en el área de de influencia del camino y que habrían limitado su impacto. Adicionalmente, poca atención se ha prestado a la distribución de los beneficios generados por la inversión en infraestructura (quien se beneficia por los ahorros de costos que se generan) y la respuesta productiva: cómo responden los productores a la reducción de costos de transporte reflejados en precios a nivel de finca mas altos, costos de insumos más bajos, y mejoras en la calidad de los servicios?

Los trabajos de Fan and Hazell (1999), Zhang and Fan (2000), Fan et al. (2000a), Fan et al. (2000b), y Fan et. al (2002) en India y China son unos de los pocos trabajos que buscan vincular la inversión en infraestructura, crecimiento rural y combate a la pobreza, realzando el rol de la complementariedad de las inversiones. Este esfuerzo de investigación muestra que la inversión en infraestructura, especialmente en irrigación, caminos, electricidad y telecomunicaciones no sólo contribuye al crecimiento de la producción agrícola pero también a la reducción de la pobreza rural y la desigualdad regional en esos países. Muestran que los retornos marginales a la inversión pública, en términos de producción y alivio de la pobreza son distintos de acuerdo a las especificidades regionales, siendo más altos en las zonas menos favorecidas. Así la inversión en infraestructura no sólo combatiría la pobreza rural sino reduciría la desigualdad del ingreso

## **2.2. Impactos Microeconómicos (a nivel de mercados y hogares)**

Wharton (1967) ha sido uno de los primeros que enfatizó la importancia de la infraestructura en la generación de externalidades positivas a nivel microeconómico. Dicho autor reconoció que el desarrollo agrícola no estaba exclusivamente determinado por el "comportamiento económico de los productores" pero que también dependía de su entorno que, según él, incluía componentes físico-climáticos, socioculturales e institucionales que forman lo que él llamó "la infraestructura agrícola". Wharton clasificó la Infraestructura Agrícola en tres tipos: una que era capital intensiva (como los caminos, puentes o diques); otra que era cápita-extensiva (principalmente los servicios como la extensión o servicios de sanidad vegetal y animal); y la infraestructura institucional (la que comprende instituciones formales e informales). El punto importante que Wharton enfatiza en su trabajo es que el desarrollo de infraestructura acompaña el desarrollo de mercados, los movimientos hacia la especialización y la división del trabajo. (Wharton, 1967: p. 113)

Por su parte Fosu et.al. (1995: p. 8), mencionan que para analizar los efectos de infraestructura pública en el desarrollo rural y la pobreza rural se necesita distinguir entre efectos directos e indirectos. El primero ocurre cuando el incremento de la infraestructura pública incrementa el producto desplazando la frontera de producción y la curva del costo marginal, y aumenta la tasa de retorno de la inversión privada en actividades rurales. Otras inversiones públicas cambian la estructura de precios relativos de insumos y productos, y reducen los costos de transacción y generan un set señales de mercado completamente diferente, reconfigurando la conexión de los productores con los mercados.

Aunque muchos autores reconozcan que las externalidades producto de la inversión en infraestructura juegan un rol central en el desarrollo rural, existe muy poco trabajo empírico que sustente a nivel microeconómico esta argumentación. En la medida que en países en vías de desarrollo las ganancias que se obtendrían por estas externalidades son transmitidas fundamentalmente a través de la economía de los hogares (que representan el grueso de la actividad económica rural) trabajo empírico que analice a hogares rurales con distintos grados de acceso a bienes y servicios públicos debería permitir evaluar la presencia e importancia de estas externalidades.

Escobal y Torero(2000) encuentran para el caso peruano, que una adecuada dotación de activos públicos y privados permite superar los efectos potencialmente negativos de una geografía adversa. Así, las aparentes diferencias geográficas en los niveles de vida en el Perú pueden explicarse casi en su totalidad cuando se toma en cuenta la concentración espacial de hogares con características no geográficas fácilmente observables, particularmente el acceso diferenciado a servicios de infraestructura pública y a activos privados.

En esta misma línea, recientemente, Ravallion (2003) usando información de China muestra la existencia de "externalidades geográficas" que provendrían de la interacción entre el nivel y composición la actividad económica local y los retornos privados de la tenencia de infraestructura física y capital humano. Para dicho autor esta interacción

hace evidente que la falta de desarrollo en el medio rural proviene de una inversión inadecuada en infraestructura y en capital humano que promueva estas externalidades.

### *Impactos Específicos a nivel de Hogar*

A nivel microeconómico, el acceso a infraestructura pública debería permitir una reducción de los costos de transacción que enfrentan los pequeños productores cuando se articulan a los mercados de productos y factores. Estos menores costos de transacción cambian la estructura de precios relativos relevantes para el productor llevándolo a cambios en la cartera de cultivos y crianzas, así como cambios en las asignaciones de mano de obra en entre actividades agropecuarias y no-agropecuarias.

Recientemente Renkow et al. (2003) estiman los costos de transacción fijos (es decir aquellos que no dependen del volumen comercializado) y que impiden su acceso al mercado de productos. Usando información de agricultores de subsistencia en Kenia, dichos autores estiman que dichos costos de transacción representan un impuesto ad-valorem equivalente al 15%. Es un tanto extraño sin embargo que los costos de transacción fijos no sean sustancialmente más altos en aquellas zonas que acceden al mercado usando camiones respecto a aquellas zonas que lo hacen usando transporte no motorizado (bicicleta o animales de carga) los costos de transacción asociados a estos dos grupos son equivalentes a 15% y 11%, respectivamente; aunque su diferencia no parece es estadísticamente significativa. Esto se debería, en nuestra opinión a que el diseño de la muestra no puso cuidado en segmentar a los productores de acuerdo al tipo de acceso vial.

Por otro lado, un adecuado acceso a infraestructura pública también tendría un efecto positivo sobre la posibilidad o no de realizar cambios tecnológicos que eleven la productividad, tanto de la actividad agropecuaria como de las actividades rurales no-agropecuarias. Existen diversos trabajos a nivel microeconómico que han estudiado como la mayor inversión en infraestructura eleva la productividad agrícola. Trabajos recientes como el de Mamatzakis (2003), para Grecia, muestran que la infraestructura pública opera como complemento de los activos privados y los insumos pero que tiene a substituir al empleo agrícola. Este hallazgo es interesante pues mostraría que el acceso a infraestructura pública favorecería procesos de intensificación que son intensivos en capital e insumos desplazando uso de mano de obra, la que sería recolocada en el mercado laboral producto de la expansión de las actividades rurales no-agropecuarias y la dinamización de los mercados rurales.

En la medida que la mayor parte de los hogares rurales se dedican a más de una actividad ya sea asalariada o no-asalariada; agrícola o no-agrícola, no es de extrañar que el acceso a infraestructura pública también afecte la asignación laboral en el hogar (diversifying livelihoods). Esta diversificación puede ser producto de la necesidad de cubrirse frente a riesgos no anticipados en un contexto donde los mercados de crédito y seguros funcional mal o son, incluso inexistentes (Zimmerman and Carter, 2003 o Ellis et al. 2003) o, alternativamente a la existencia de barreras a la entrada a mercados laborales más rentables producto de la insuficiencia de activos públicos o privados ((Reardon et al. 2001). En cualquiera de los dos casos, el acceso a infraestructura pública puede tener un rol directo o indirecto en ampliar las oportunidades de generación de ingresos de los pobladores rurales más pobres

### *Análisis de Escenarios Contrafactuales*

Tal como lo sostiene Esfahani y Ramirez (2003) los estimados del impacto del acceso a infraestructura han estado sujetos a numerosas críticas, fundamentalmente asociadas a problemas de endogeneidad y de dirección de causalidad. Si bien el acceso a infraestructura afecta la productividad y los ingresos, el crecimiento económico y el incremento de los ingresos también afectan la demanda y la oferta de infraestructura. El no tomar en cuenta esta simultaneidad puede sesgar los impactos que se estimen.

Hasta hace muy poco, la posibilidad de identificar relaciones causales entre acceso a infraestructura, e impactos sobre productividad o ingresos rurales, estaba limitada a los estudios de macroeconómicos basados en series de tiempo donde se identificaba si la inversión en infraestructura antecedía o no los efectos que supuestamente se atribuían a dicha inversión. En los últimos años, sin embargo, a partir del desarrollo de las metodologías de evaluación (Rosenbaum y Rubin, 1983 o Heckman et al. 1998) se ha avanzado en establecer vínculos causales desde la evidencia microeconómica, comparando la trayectoria de individuos sujetos a alguna intervención, con respecto a la trayectoria de otros individuos comparables que no han sido sujetos a intervención.

### *Efectos Distributivos*

Los pobres rurales casi siempre sufren más por la falta de infraestructura apropiada y servicios públicos. Sin embargo, aunque el alivio de la pobreza es consistentemente un objetivo central de inversiones en infraestructura rurales, la pregunta de cómo asegurar que los miembros más ricos de la población rural no capturen la mayor parte de los beneficios no ha sido suficientemente tratada por la literatura. El naturaleza de no exclusión de la mayor parte de los servicios de infraestructura rurales genera que aunque los programas se diseñen focalizando en los más pobres, los menos pobres en el sector rural pueden beneficiarse más. Esto sería así porque, obviamente, las condiciones iniciales importan.

En esta línea, el Capital Social también es un ingrediente importante que puede reforzar o diluir los impactos distributivos de las inversiones en infraestructura pública. La capital social es un mediador para la acción colectiva y puede ayudar a las personas a construir recursos de uso común o mantener infraestructura pública (Ostrom, 1990). Ruttan (citado por Lebo y Schelling, 2001) mencionan que "La crítica también ha sido hecha con respecto a que el fracaso de reformar la estructura de poder de una comunidad puede llevar a que la elite local capture una porción desproporcionadamente alta de las ganancias económicas y políticas derivadas de los programas" (cit del op. P.43).

Los impactos de un mayor acceso a infraestructura pueden darse a través de múltiples mecanismos algunos directos y otros indirectos, al afectar la tasa de rentabilidad de los activos con los que ya cuentan los pobres. Al respecto, por ejemplo, van de Walle (2000) se pregunta si los retornos en inversión en infraestructura son menores o no para los más pobres. Escobal et. al (2000) estima la rentabilidad de algunos activos claves para hogares ubicados en distintos quintiles de la distribución del ingreso y encuentra, por ejemplo, que la rentabilidad adicional de la educación por tener acceso a bienes públicos como electricidad o desagüe es algo más alta entre los más ricos que entre los

más pobres. En este caso, se tendría que los beneficios de la inversión en infraestructura serían capturados diferencialmente por pobres y ricos de acuerdo a su dotación de capital humano.

### **2.3 Infraestructura de Caminos Rurales**

Aunque el foco de atención de las inversiones en infraestructura en países en vías de desarrollo se ha ido alejando de grandes proyectos (carreteras, ferrocarriles, grandes irrigaciones) hacia proyectos de menor envergadura y mayor importancia local como caminos rurales o pequeñas minicentrales hidroeléctricas, aun son escasas las evaluaciones de los impactos que dichas inversiones tienen sobre la pobreza o los niveles de vida de las poblaciones involucradas.

Tal como señalan Gannon y Liu (1997), los mecanismos microeconómicos por los que la inversión en infraestructura vial genera impactos positivos sobre el crecimiento económico y la reducción de la pobreza han sido reconocidos por la literatura especializada. Según estos autores, por un lado la inversión en infraestructura rural permite la reducción de costos de producción y costos de transacción, promoviendo el comercio y facilitando la división del trabajo y la especialización, elementos claves para un crecimiento económico sostenido. Este tipo de argumento es profundizado en el trabajo de Blocka y Webb (2001), quienes encuentran que la mayor densidad vial genera incentivos para la especialización, permitiendo una agricultura más intensiva en insumos modernos. El otro mecanismo que señalan Gannon y Liu (1997) está asociado a cómo las mejoras en la infraestructura rural permiten mejorar la productividad de los activos públicos y privados en manos de los hogares que acceden a dicha infraestructura.

Aunque muchas de las áreas donde se prevé un impacto positivo de dichas inversiones han sido correctamente identificadas por la literatura (i.e., producción agrícola, empleo, ingresos, salud o educación), son pocos los estudios en los que se ha avanzado en establecer un claro vínculo causal entre la provisión de infraestructura y algún indicador de bienestar. La mayor parte de los estudios se han limitado a documentar en mayor o menor detalle el rol que tiene el acceso a la infraestructura por parte de los pobres rurales, en términos de reducir el tiempo y los costos asociados al acceso a los mercados de productos o insumos o el acceso a servicios sociales como educación o salud.

En los últimos años las áreas de interés que han sido privilegiadas en aquellos estudios que han tratado de documentar empíricamente el impacto positivo de la provisión mayor y mejor de infraestructura vial en el medio rural han estado mayormente ligadas a dos áreas. En el plano económico, se han privilegiado los estudios que cuantifican los ahorros de tiempo y las reducciones en los costos de transporte y costos de transacción asociados a la vinculación de los hogares rurales a los mercados de bienes e insumos, así como el impacto que la mayor provisión de este tipo de infraestructura genera sobre las oportunidades de empleo rural. En el plano social se han privilegiado los estudios que han documentado el mayor acceso a servicios básicos como salud y educación que se generan luego de la construcción o la reparación y mantenimiento de caminos rurales.

Entre los estudios que cuantifican los ahorros de tiempo y las reducciones en los costos de transporte se ubican contribuciones como la de Lucas, Davis y Rikard (1996), quienes evalúan un programa de reconstrucción y rehabilitación de caminos rurales en Tanzania, luego de siete años de haber sido implementado, limitándose a documentar incrementos en tráfico, reducción de pasajes y fletes, y reducción de tiempos de acceso a los mercados. También se puede mencionar aquí el trabajo de Guimaraes y Uhl (1997), quienes evalúan cómo el modo de transporte, la calidad del camino y la distancia al mercado afectan los costos de producción agrícola en el Estado de Pará en Brasil; o el trabajo de Liu (2000), quien desarrolla un estudio de los costos de producción y de transporte comparando a centros poblados con acceso permanente a caminos con aquellos poblados con vías que estacionalmente pueden quedar no operativas en el Estado de Andhra Pradesh, en India. Entre los estudios que documentan reducciones en los costos de transacción, Escobal (2000) compara para el caso del Perú dos zonas con distinto grado de accesibilidad, una articulada al mercado vía caminos carrozables y la otra articulada a los mismos mercados vía caminos de herradura, y estima los costos de transacción asociados a la venta del principal producto de la zona: papa, encontrando que dichos costos son sustancialmente más altos en zonas conectadas al mercado vía caminos de herradura respecto que en zonas articuladas vía caminos carrozables.

Diversos estudios han documentado la importancia de la infraestructura vial en ampliar los mercados laborales rurales. Smith, Gordon, Meadows y Zwick (2001) muestra para el caso de Uganda que la rehabilitación de la infraestructura vial permitió la ampliación de las oportunidades de empleo en el sector servicios. Lanjouw, Quizon y Sparrow (2001) también encuentran una mejora de las oportunidades de empleo no-agrícola en Tanzania gracias a la mejora de infraestructura vial. Barret (2001) reconoce sin embargo, que estos tipos de estudio no han logrado estimar con precisión la rentabilidad asociada al acceso a los mercados de trabajo que dicha mejora en la infraestructura provee, tanto en términos de las nuevas oportunidades de empleo como de la profundización de las que ya estaban disponibles pero cuya rentabilidad relativa se ha incrementado gracias a la mejor infraestructura de caminos.

Varios estudios como los de Corral y Reardon (2001) para Nicaragua, de Janvry y Sadoulet (2001) para México, y Escobal (2001) para el Perú encuentran relaciones significativas entre distintos indicadores de vialidad y las oportunidades de empleo rural no-agropecuario tanto en actividades salariales como no salariales. Estos estudios inclusive muestran que el acceso vial puede compensar la falta de otros activos públicos y privados.

Tanto los impactos de una mejor infraestructura vial sobre el mayor y mejor acceso a mercados de bienes como el impacto positivo sobre las nuevas oportunidades de empleo debieran generar ganancias de bienestar o riqueza. En esta área de investigación, sin embargo, no existe mayor trabajo. Sólo podemos citar el trabajo de Jacoby (2000), quien usando datos de Nepal muestra que hay una relación negativa entre el valor de la tierra y la distancia de ésta al mercado. Tal como indica este autor, si la tierra agrícola se comporta como un activo, su valor equivaldría al valor presente de los beneficios que se generan de su explotación, por lo que esta relación es un indicador que la ganancia patrimonial generada por la mejora de la infraestructura vial. Adicionalmente, Jacoby (2000) identifica una relación significativa pero débil entre el salario agrícola y la distancia al mercado por lo que los eventuales beneficios de una mayor inserción laboral

serían producto de un cambio en la dedicación de tiempo entre actividades salariales y no salariales antes que a un incremento en los salarios producto de la mejora en la infraestructura vial.

Entre los estudios recientes que han privilegiado los impactos sociales de la provisión de infraestructura de transporte rural destacan los trabajos de Windle y Cramb (1996) y Porter (2002). Windle y Cramb (1996) comparan tres zonas con distinto grado de accesibilidad y verifican los impactos positivos de una mejor infraestructura vial en indicadores de salud materna, nutrición y acceso a la escuela. Por su lado, Porter (2002) se concentra en los impactos sobre el acceso vial de los pobres rurales en el Africa Sub-Sahariana mostrando cómo el deterioro en las condiciones de los caminos tiene impactos negativos significativos en el acceso a servicios de salud.

Una crítica común a la mayor parte de estos estudios ha sido que el diseño de los mismos ha impedido que se establezcan relaciones causales claras entre la inversión en construcción, rehabilitación o mantenimiento de caminos y los distintos indicadores de impacto. En unos casos los estudios se limitan a presentar asociaciones entre mayor dotación de infraestructura de transporte y menores costos de transporte, mayor acceso a mercados y a servicios públicos, o incluso mayor crecimiento económico y menores tasas de pobreza, sin controlar adecuadamente por otras covariables que pudieran estar afectando el vínculo que se analiza. En otros casos, se realizan algunos controles, pero no como parte de un trabajo sistemático que apunte a la construcción de un escenario contrafactual que permita al estudio alguna pretensión de causalidad.

Pocos son los estudios en los que se ha avanzado en esta dirección. El primer trabajo que busca controlar sistemáticamente por las covariables más importantes para aislar el impacto de una mejora en la infraestructura rural es el trabajo de Ahmed y Hossain (1990). A partir de una muestra de 129 poblados de Bangladesh este estudio encuentra que aquellos poblados con mejor acceso vial tenían mayores niveles de producción agrícola, mayores ingresos totales así como mejores indicadores de acceso a servicios de salud, en particular para las mujeres. Asimismo, este estudio encuentra que el camino habría incrementado las oportunidades de ingresos salariales de aquellos que no tenían tierra agrícola.

El trabajo de Binswanger, Khandker y Rosenzweig (1993) es también pionero en esta área. Usando información de series de tiempo en una muestra aleatoria de 85 distritos ubicados en 13 Estados de India, muestra que la inversión en infraestructura vial permitió el crecimiento de la producción agrícola, el uso de fertilizantes y la expansión de la oferta de crédito. Este estudio presenta un marco conceptual que permite superar varios problemas de simultaneidad que se generan al evaluar las relaciones causales entre la inversión en infraestructura y las otras variables de interés. En términos metodológicos, Binswanger, Khandker y Rosenzweig (1993) construyen implícitamente un escenario contrafactual basado en la selección aleatoria de los distritos, para evitar que las variables no-observables estén correlacionadas con la dotación de infraestructura de cada distrito y sesguen el impacto estimado.

Otro estudio en esta línea es el desarrollado por Levy (1996), quien estudia los impactos socioeconómicos de la rehabilitación de caminos sobre una muestra de cuatro caminos rurales en Marruecos comparando las condiciones luego de realizada la rehabilitación respecto de la situación que prevalecía antes de la rehabilitación. Para controlar por

aquellas variables del entorno distintas a la rehabilitación que pudiesen haber afectado los resultados Levy (1996) compara estos datos con la performance de dos caminos que no fueron rehabilitados. Así, a partir de la comparación “antes-después” y “con-sin”, el estudio fue capaz de mostrar que los impactos de la rehabilitación de los caminos rurales fueron bastante más importantes que la esperable reducción de costos de transporte, mostrando incrementos significativos en la producción agrícola, así como cambios importantes en la cartera de cultivos y en el uso de insumos y tecnologías. Además, el estudio identifica relaciones causales nítidas entre la mejora de la infraestructura vial y el acceso a educación, particularmente de las niñas, así como el incremento sustancial del uso de la infraestructura pública de salud. Desde el punto de vista metodológico, aunque se trata de un estudio de caso que no pretende ser representativo de un ámbito mayor, Levy (1996) logra armar escenarios contrafactuales lo suficientemente sólidos como para avanzar en establecer relaciones causales entre la inversión en caminos rurales y variables críticas asociadas al bienestar de los hogares rurales.

En la misma línea, el estudio de Bakht (2000) para Bangladesh encuentra importantes aumentos en el tráfico de carga y pasajeros, y reducciones en los costos de transporte comparando caminos rehabilitados respecto de “controles”. Sin embargo, el trabajo de Bakht se queda corto en establecer impactos sobre el bienestar de los hogares beneficiados, al no construir un escenario contrafactual en el cual los hogares ubicados en caminos no rehabilitados tuviesen características comparables con aquellos hogares ubicados en tramos rehabilitados.

Finalmente, Cuánto (2000), usando la base de datos del Programa de Caminos Rurales, presenta para el caso del Perú un conjunto de indicadores sobre los beneficios que habría tenido el programa de rehabilitación y mantenimiento de caminos rurales en el Perú implementado entre 1996 y 1999. Para ello compara a los beneficiarios ubicados en caminos rehabilitados por este programa público respecto a beneficiarios ubicados en otros tramos comparables y que no habían sido intervenidos por dicho programa, y encuentra importantes reducciones en los costos de transporte de personas y carga así como incrementos en el acceso a servicios sociales claves. Sin embargo, tanto debido a no realizar controles adecuados como a problemas de la base de datos (mezcla entre controles y aquellos que están ubicados en zonas rehabilitadas por otros programas, Cuánto (2000) no logra aprovechar plenamente la existencia de potenciales controles para evaluar de manera más rigurosa el impacto de la rehabilitación de caminos sobre el bienestar de los hogares sujetos a la intervención. En esta línea, Escobal y Ponce (2003), compara (utilizando técnicas de propensity score matching) a hogares conectados a caminos rurales rehabilitados respecto de hogares control, escogidos cuidadosamente para evitar los sesgos anteriormente mencionados. Los resultados muestran que mejoras en el infraestructura rural de transporte pueden tener impactos positivos sobre los ingresos rurales y su composición, en tanto un camino en mejores condiciones amplía las oportunidades de generación de ingresos de los hogares, especialmente en actividades de empleo asalariado no-agropecuario. El estudio identifica, sin embargo, que esta expansión de ingresos producto de la mejora de las condiciones del camino no viene aparejada con un incremento del gasto de consumo de los hogares; aparentemente debido a que el ingreso adicional es destinado al ahorro y no al consumo, vía incrementos en el stock de ganado. Ello podría estar ocurriendo debido a que la mayor accesibilidad a los mercados estaría siendo percibida como transitoria por los hogares beneficiados por esta mejor infraestructura de caminos.

## 2.4 *Servicios de Telecomunicaciones Rurales*

Desde 1960 se han promovido una serie de estudios sobre el papel de los servicios de telecomunicaciones en la actividad económica y social. Así, el Banco Mundial (1994) encuentra un nexo estadístico significativo entre crecimiento económico y el acceso servicios de telecomunicación. Igualmente, en esta misma línea de investigación, un estudio de CEPAL(1992) encuentra una relación simultanea entre crecimiento económico y penetración telefónica.

La evidencia sugiere que el uso de los servicios de telecomunicación constituye una vía eficiente en la reducción de costos de transacción. De otro lado, proporciona un medio eficiente para hacer llegar servicios sociales, tales como la salud y la educación a zonas alejadas. También podemos mencionar que las telecomunicaciones son un instrumento de integración y cohesión social. Así, en el caso rural peruano, donde la geografía es sumamente adversa y las redes familiares dinamizan la actividad económica, la difusión de los servicios de telecomunicación resulta ser necesaria con miras a un posible proceso de integración y desarrollo regional.

El reconocimiento de los beneficios derivados de los servicios de telecomunicación, y la necesidad de distribuir estos beneficios en la población, es un objetivo de política de muchos países. Así, se comienza a hablar de un acceso universal a los servicios básicos de telecomunicación como un paso previo al ideal de servicio universal<sup>3</sup>. Es bajo este concepto donde se involucra en la agenda de desarrollo a amplios grupos poblacionales no considerados en años precedentes y más aún en las áreas rurales de los países en desarrollo donde inclusive los sistemas tradicionales de información no están disponibles o son deficientes [Saunders et. al.,1994; Farrell et. al.,1998; Kayani, 1997; MacDonald et. al., 1998; UIT, 1998, Geertz, 1978; World Bank, 1998].

La perspectiva de análisis de los estudios que se han venido desarrollando para estudiar el impacto de los servicios de telecomunicaciones es tanto a nivel macroeconómico como microeconómico. Ambos enfoques tienen ventajas y limitaciones. El análisis macroeconómico, basado en datos agregados brinda una visión global, pero no logra explicar relaciones causales<sup>4</sup>. De otro lado, el análisis microeconómico permite una fundamentación más sólida del efecto positivo de las telecomunicaciones, pero los resultados están influenciados por el tipo de muestra seleccionada. Una detallada revisión de los diversos estudios que se han venido desarrollando puede encontrarse en Saunders et. al. (1994).

En el caso concreto de la telefonía rural el acceso a la información es un ingrediente central en el proceso de toma de decisiones. En este sentido el acceso a las telecomunicaciones crean oportunidades importantes a los hogares rurales habiéndose identificado como los principales beneficios (Song and Bertolini, 2002):

- Beneficios economicos:
  - o en costos y en tiempo;
  - o mayor cantidad de calidad de información para tomar mejores decisiones;
  - o ganancias en eficiencia, productividad y en diversificación;

---

<sup>3</sup> Penetración total de los servicios de telecomunicación.

<sup>4</sup> Explicar el PBI percapita por densidad telefónica tiene un fuerte problema de endogeneidad.

- menores precios de insumos, mayores precios de venta de productos finales y expansión del mercado;
- Beneficios sociales:
  - Mayor y provisión más eficiente de los servicios sociales;
  - Fortalece las redes informales de protección social (*safety nets*);
  - Descentralización e integración de gobiernos subnacionales; y
  - Empoderamiento de las comunidades rurales

Ahora bien, siguiendo a la Unión Internacional de Telecomunicaciones, se puede tipificar estos beneficios derivados del acceso y uso de los servicios de telefonía pública en dos tipos: beneficios directos y beneficios Indirectos. La cuantificación de los beneficios directos se ha abordado en la literatura a través de la comparación de la estimación empírica de la disponibilidad a pagar y el precio vigente de mercado. También se ha abordado el tema a través del ahorro que obtienen los usuarios por hacer uso de los medios de telecomunicación en lugar de medios alternativos. En cuanto a los beneficios indirectos se puede mencionar que estos están asociados a las llamadas externalidades de red, el incremento de la cohesión social, mejoras en el funcionamiento de los mercados, etc.

Específicamente, la literatura considera tres posibles aproximaciones para medir estos beneficios a través del excedente del consumidor. La primera aproximación se sustenta en los efectos sobre el consumo de cambios en precios. La segunda aproximación está basada en la comparación del costo de consumo de los servicios de comunicación y el costo de los medios alternativos de comunicación (*Estimating Consumer surplus by the Best-Alternative Method*). La tercera aproximación se basa en una estimación de los costos en que incurre el consumidor de los servicios de comunicación [Deaton y Mullbauer (1980); Hausman, J.(1981); Shonkwiler, J. (1991); Saunders et. al. (1994)].

Debemos señalar la existencia de algunos estudios previos en la materia para el caso Peruano. Cannok (2001) muestra los beneficios que obtienen los pobladores de zonas de frontera en términos de la distancia que implica poder acceder a un teléfono público rural. Manrique (1999) da cuenta de la problemática del acceso a las telecomunicaciones en áreas rurales y acuña el término “*los excluidos de la sociedad de información*”. Asimismo, hace un recuento de los posibles impactos de las tecnologías de información en la actividad económica. OSIPTEL-FITEL (1999) escribe sobre el rol del Estado en la provisión de infraestructura en áreas rurales. En este estudio hace un minucioso informe sobre la misión, los objetivos, el modo de trabajo los beneficios potenciales y las metas cumplidas por el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones en materia de telefonía rural. Torero, Galdo y Chowdhury (2002) realizan un primer estudio empírico sobre la disponibilidad a pagar por los servicios de telefonía rural utilizando una metodología paramétrica y no paramétrica y también realizan un estudio donde se identifican los beneficios en el bienestar de los hogares rurales de tener acceso a teléfonos rurales.

## **2.5 Electrificación Rural**

La evidencia empírica muestra que existe una correlación positiva entre el consumo de energía y el ingreso por habitante y inconsecuencia podría asumirse que el consumo

energético por habitante es una medida del grado de satisfacción de las necesidades humanas. Sin embargo, es necesario profundizar en ciertos detalles del consumo final por habitante, ya que si bien este indicador puede presentar una tendencia creciente, esto no significa que se estén satisfaciendo más y de mejor forma los requerimientos energéticos. Más aún algunos estudios como el de CEPAL (1994) demuestran que existe una alta elasticidad entre el consumo de energía y el índice de calidad de vida, para bajos niveles de consumo de energía. Este resultado se debe en gran medida a la incidencia que la energía o las opciones energéticas incorporadas en las actividades humanas tienen sobre la satisfacción de necesidades básicas y dan cuenta de su estrecha relación con la equidad.

Según el Departamento de Evaluación de operaciones del Banco Mundial existe muy poca evidencia de vínculos estrechos entre electrificación rural y crecimiento económico, excepto en aquellos casos en los que las condiciones iniciales ya permitían un crecimiento continuo y existían otros servicios complementarios (Banco Mundial, 1995).

Por otro lado, existen algunos estudios que encuentran que los programas de electrificación rural benefician a las poblaciones de mayores ingresos en mayor proporción que a la de menores ingresos (Jechoutek, 1992; Foley, 1992; Munasinghe, 1987; Barnes, 1988; Cecelski, 1990). Este resultado negativo, no sólo se debe a sistemas como los paneles solares, por sus altos costos, sino que también se extiende a los programas de expansión de la red debido a los altos costos de instalación y a las tarifas que no son accesibles a los hogares pobres. Como resultado, estudios como los de Jechoutek mencionan que las tecnologías de electrificación pueden acabar incrementando las desigualdades en áreas rurales.

Un estudio auspiciado por AID para Bangladesh identificó que aquellos que se beneficiaron de la electrificación rural tenían ingresos 22% más altos que aquellos que siendo comparables no habían recibido electrificación. Sin embargo, se identificó una tasa de pobreza más baja y la brecha entre ricos y pobres no se había incrementado, como se hubiese podido esperar debido al acceso de activos complementarios por parte de los menos pobres.

La mayor parte de los beneficios identificados por este estudio estaban asociados al uso de la electrificación para mejorar los sistemas de irrigación, lo que a su vez impactó positivamente en la productividad y en el mejor uso de la tierra agrícola. Adicionalmente se identificó mayores ingresos no-agrícolas que el grupo de control y una mayor nivel de actividad de los negocios rurales, los que incrementaron el empleo local generando un efecto multiplicador (Songco, 2002). Asimismo, Gulati y Narayanan (2003) destacan la importancia de los subsidios a electricidad asignados en India para la provisión de agua para la irrigación. El agua en la irrigación agrícola comprende dos dimensiones: canales de irrigación y agua del subsuelo, específicamente, la energía eléctrica necesaria para extraerla. Los subsidios a la energía eléctrica (o simplemente subsidios a la energía) constituyen quizá el mayor insumo subsidiado en la agricultura hindú. Estimados en 288 billones de rupias, el monto ha ascendido considerablemente en los últimos años. Los autores buscan dar solución a dos preguntas fundamentales: (1) ¿quiénes son los verdaderos beneficiados con los subsidios a la energía?, (2) ¿la reforma actual en el sector eléctrico de la India permite dar una solución efectiva a los subsidios a la energía en la agricultura?

Sin embargo, Khennas and Barnett (2000) plantean alternativas tecnológicas que podrían reducir los costos, pero existen en la actualidad muy pocos estudios empíricos que muestran impactos claros en el acceso a electricidad con la excepción de un estudio reciente patrocinado por DFID. Este estudio concluye que la opción alternativa de micro-hidroeléctricas son métodos eficientes en termino del costo por persona y que además genera efectos paralelos por ser también una fuente de empleo (Moseley and Fulford, 1999).

## 2.6 Resumen y Conclusiones a partir de la Revisión de la Literatura

La revisión de la literatura muestra nítidamente que aunque abundante evidencia sobre el impacto positivo que la infraestructura rural tiene sobre distintas dimensiones del bienestar de los hogares rurales hay muy poco trabajo sobre los mecanismos causales que operan y que permiten que una determinada inversión en infraestructura se traduzca en mayores ingresos para los productores rurales.

Cabe anotar además que la literatura ha estado principalmente concentrada en las experiencias de los países desarrollados y se ha concentrado principalmente al estudio de datos agregado sobre el impacto de la infraestructura rural sobre el crecimiento.

En el otro extremo, la literatura se ha enfocado en algún tipo de infraestructura específica (i.e. caminos, telefonía) prestando poca atención al impacto distributivo de dichas inversiones. La complementariedad de la inversión en infraestructura por un lado y los retornos decrecientes de cada inversión aislada por el otro lado, sugerirían la existencia de una "mezcla óptima" de infraestructura y el desconocimiento de estas interacciones genera que un país termine con muy poco o demasiado de determinada infraestructura. En esta línea, se desconoce, a partir de qué punto aparecen retornos a escala decrecientes, en la medida que hay otros factores restrictivos que impiden que se desarrolle el potencial máximo de la inversión realizada.

## 3. Modelo Conceptual y Estrategia de Medición

La relación entre acceso a infraestructura, estrategias de generación de ingresos e incremento de los ingresos rurales será tratada en este documento a partir de un modelo que vincula las decisiones microeconómicas de los hogares rurales con la estructura de incentivos que enfrenta.

Los ingresos por trabajo de un hogar rural pueden ser expresados de la siguiente manera

$$Y = \sum_i S l_i \cdot L \cdot \frac{y_i}{l_i} \quad i = 1 \dots n \quad (1)$$

donde  $L$  representa el total de horas a la semana que los miembros del hogar dedican a trabajar;  $S l_i$  representa la distribución de este tiempo entre las distintas actividades y  $y_i/l_i$  representa la remuneración promedio a cada tipo de actividad.

Si definimos  $\Delta Y$  como el ingreso adicional obtenido por un hogar gracias a que accedió a un determinado tipo de infraestructura, tenemos que es posible descomponer el impacto que el acceso a infraestructura tiene sobre el tiempo de trabajo del hogar ( $L$ ) y la asignación de tiempo entre actividades, dada una determinada estructura de remuneraciones promedio entre actividades, de la siguiente manera:

$$\Delta Y = \left( \sum_i \Delta S_i \cdot \frac{y_i}{l_i} \right) \cdot L + \left( \sum_i S_i \cdot \frac{y_i}{l_i} \right) \cdot \Delta L + \left( \sum_i \Delta S_i \cdot \frac{y_i}{l_i} \right) \cdot \Delta L \quad i = 1 \dots n \quad (2)$$

Donde el primer término del lado derecho de la ecuación representa el impacto, en términos de ingreso, que se genera debido a modificaciones en la asignación del tiempo entre actividades (efecto composición), mientras que el segundo término mide el impacto, en términos de ingreso, que se genera debido a incrementos en el esfuerzo laboral del hogar (efecto empleo). El último término es el efecto interacción de los dos efectos anteriores.

Así, los canales a través de los cuales la infraestructura afecta los ingresos rurales y que buscaremos explorar son dos: cambios en la asignación del tiempo total de la familia y cambios en el patrón de asignación de mano de obra entre actividades. Además, en la medida que entornos con distinta dotación de infraestructura mostraran una estructura de precios relativos distintos, la remuneración promedio a cada tipo de actividad también podría verse afectada por la inversión en infraestructura en cuya caso la ecuación (2) debería mostrar además los términos asociados a los cambios en ingreso debidos a cambios en las rentabilidades entre sectores.

### ***Impacto del acceso a Infraestructura sobre el tiempo de trabajo asignado por el Hogar***

Siguiendo a Sadoulet y de Janvry (1995), podemos caracterizar el comportamiento de los hogares rurales de acuerdo a los activos que posean. Estos activos pueden ser caracterizados como activos privados (productivos, de capital humano, financiero y de capital de organización) y activos públicos.

Entre los activos que se analizan hemos incluido activos físicos como tierra agrícola, ganado, maquinarias y herramientas; activos financieros como acceso a crédito; activos de capital humano como tamaño y composición de la familia, educación del jefe del hogar y demás miembros de la familia, experiencia migratoria; y acceso a bienes y servicios públicos (infraestructura vial, agua, desagüe, electricidad, teléfono).

Para efectos de analizar en detalle las distintas estrategias de generación de ingresos conviene dividir los ingresos laborales en cuatro categorías:

1. Ingresos agropecuarios no-salariales (o independientes)
2. Ingresos agropecuarios salariales
3. Ingresos no agropecuarios no salariales
4. Ingresos no agropecuarios salariales

Para poder estimar las relaciones entre posesión de activos y las estrategias de generación de ingresos, es necesario formalizar el marco conceptual. A continuación se

describe brevemente las características del modelo que permitirá formalizar estas relaciones y presentar la forma reducida del mismo que se utilizará en el posterior análisis empírico.

La estructura básica del modelo se basa en la literatura de hogares rurales. Siguiendo a de Janvry y Sadoulet (1996) el objetivo del hogar es maximizar la utilidad sujeto a varias restricciones entre las que se encuentran: 1) una restricción de liquidez; 2) tecnologías de producción en cada una de las actividades; 3) precios exógenos para los bienes no transables; 4) una condición de equilibrio para los productores de auto-subsistencia; y, 5) una condición de equilibrio para la mano de obra familiar. De esta manera, las variables endógenas del modelo son: la cantidad de bienes de consumo adquiridos por el hogar, la cantidad de insumos comprados, el cambio en *stocks* y la cantidad de mano de obra familiar asignada a cada una de las actividades. Las variables exógenas son: las características demográficas del hogar, los precios de la economía para los bienes transables, el stock inicial de riqueza, las transferencias recibidas por el hogar, la disponibilidad de mano de obra familiar y la estructura de tenencia de activos.

Las condiciones de primer orden de este tipo de modelo generan un sistema de funciones de oferta y de funciones de demanda, los cuales permiten la asignación de la mano de obra familiar en las distintas actividades. A continuación se muestran las formas reducidas que corresponden a las variables asociadas al proceso productivo.

***Ecuación de insumos adquiridos:***

$$i_{ij} = f_{ij}(Z, w, p, R, T, L, A) \quad (3)$$

***Ecuación de mano de obra familiar empleada en cada actividad:***

$$l_j = g_j(Z, w, p, R, T, L, A) \quad (4)$$

***Ecuación de cantidad producida en cada actividad:***

$$q_j = h_j(Z, w, p, R, T, L, A) \quad (5)$$

***Ecuación de ingresos netos en cada actividad:***

$$\Pi_j = h_j(Z, w, p, R, T, L, A) \quad (6)$$

Donde  $Z$  está dada por las características demográficas del hogar,  $w$  es un vector de precios de los insumos utilizados en cada una de las actividades,  $p$  es un vector de precios de los bienes de consumo,  $R$  es el stock de riqueza inicial,  $T$  es el monto de transferencias recibido por el hogar,  $L$  es el tiempo de mano de obra familiar del que se dispone y  $A$  es un vector de activos productivos de las distintas actividades en las que puede incurrir el hogar.

Lopez (1986) mostró que si la asignación del tiempo dentro o fuera de la finca tiene diferentes valoraciones en términos de utilidad o si existen costos de búsqueda asociados al trabajo fuera de la finca, entonces el precio sombra del trabajo en la finca se determina endógenamente dentro del hogar. Si esto es así, las decisiones de producción y consumo son no separables y por lo tanto se esperaría que las

características del hogar afecten las decisiones de asignación de la mano de obra en las distintas actividades. Es por eso que las características demográficas del hogar se incluyen en las formas reducidas presentadas líneas arriba.

Según este tipo de modelo, el hogar asigna los recursos de los que dispone a las distintas actividades, según la rentabilidad que obtenga en cada una de ellas. En ese sentido, un incremento en los activos específicos una actividad incrementa la cantidad de recursos asignados a dicha actividad y disminuye la cantidad de recursos asignados a las otras actividades. La estimación de las ecuaciones de la forma reducida del modelo presentado nos permitirá conocer los determinantes de la estrategia de ingresos escogida por el hogar.

### ***Hipótesis Central***

Nuestra hipótesis principal en este estudio es que existe un conjunto de inversiones en infraestructura que inducen que los hogares rurales opten por estrategias de generación de ingresos de fuente no-agrícola que son sostenibles y que pueden constituirse en una manera efectiva para que la población rural mejore sustancialmente sus niveles de vida. Así la diversificación de actividades de generación de ingresos en los hogares rurales no sólo debe ser vista como una estrategia de diversificación de riesgo sino además como una alternativa a la limitada capacidad del sector agrícola para generar ingresos en el sector rural.

### ***Estrategia Empírica***

Para evaluar el impacto del acceso a infraestructura sobre las asignaciones laborales del hogar y sobre los ingresos generados, hemos optado por desarrollar dos estimaciones complementarias.

Por un lado, utilizaremos el método de emparejamiento desarrollado por Rosenbaum y Rubin (1983) y extendido por Heckman, et al. (1998). Dicho método consiste en comparar a hogares que han accedido a determinadas combinaciones de infraestructura respecto a otros que no se han beneficiado de dicha infraestructura pero que poseen las mismas características que los primeros, en términos de activos de capital físico, capital humano y entorno geográfico. En la medida que ambos grupos sean estrictamente comparables es posible establecer un vínculo causal directo entre acceso a infraestructura y estrategias de generación de ingresos por parte de los hogares rurales.

En esencia, la idea central es encontrar hogares muy similares a los que de alguna forma a través de diferentes intervenciones tienen acceso a infraestructura pública para de este modo reducir cualquier sesgo de selección que pudiese presentarse y capturar el impacto neto de la infraestructura<sup>5</sup>. Para ello se trabajó con un vasto conjunto de características

---

<sup>5</sup> Hay que tener en cuenta que estos sesgos pueden deberse a tres fuentes. En primer lugar, a la ausencia de un “soporte común” o al hecho de que las características observables de los “tratados” y “no tratados” no están comprendidas en rangos similares (el “matched comparison” logra evitar este problema). De esta forma, cuando no se encuentre un control suficientemente parecido a un hogar del grupo de “tratamiento”, resulta mejor eliminar a este individuo “tratado” de la muestra y del proceso de evaluación. En segundo lugar, debido a la existencia de variables no observables que no se pueden cuantificar (para corregir esto se pueden combinar técnicas econométricas de corrección de sesgo con el proceso de emparejamiento). En tercer lugar, puede que la distribución de las características observables (X) para el grupo de

observables y bajos niveles de tolerancia en las diferencias en dichas características entre los hogares intervenidos y aquellos de los grupos de comparación, para así reducir las diferencias en las características no observables. Específicamente se utiliza un modelo de regresión Probit para estimar la propensión a pertenecer al grupo de “tratamiento” utilizando la muestra disponible de hogares “tratados” y de controles. La variable dependiente es una dicotómica que toma el valor de 1 si se trata de un individuo “tratado” y 0 si se trata de un control, y las variables explicativas son todas aquellas en las que se desea similitud entre ambos grupos y aquellas que pueden afectar la participación en el grupo de “tratamiento”. Luego de estimada la regresión, se computa para cada hogar la “propensión” predicha por el modelo o “propensity score”. Finalmente se asigna a cada individuo del grupo de “tratamiento” aquel control que posea el “propensity score” más cercano. El anexo 2 detalla los distintos métodos de emparejamiento utilizados.

En la medida que esta metodología, a cambio de ofrecer resultados causales, exige un número relativamente grande de observaciones para asegurar que el grupo “control” sea estrictamente comparable a quienes accedieron a algún tipo o combinación de infraestructura, es relativamente limitada su aplicación, debiendo concentrarse en aquellos grupos que tienen suficientes observaciones. Debido a ello, los resultados que se derivan de la metodología de emparejamiento serán complementados por la estimación de un modelo econométrico que se deriva de las ecuaciones planteadas en esta sección, y donde se modele tanto la dotación total de horas de trabajo del hogar como la asignación de las mismas entre las distintas actividades generadoras de ingreso. Finalmente, en ambos casos, si bien se controlan por aspectos regionales, no es posible realizar un análisis de los impactos de la infraestructura a nivel regional ya que ello restringiría sustancialmente los grados de libertad con los que se cuenta.

#### **4. Estructura de Ingresos Rurales y Acceso a Bienes y servicios Públicos<sup>6</sup>**

Aunque las políticas rurales continúan teniendo un sesgo casi exclusivamente agropecuario, la participación de los hogares rurales en tareas distintas de la no-salariales agropecuarias es sumamente importante. La ENAHO 2001-4 confirma que los ingresos por otras fuentes son sustanciales: casi 70% de los ingresos rurales provienen del asalariamiento en actividades agrícolas y no-agrícolas; de actividades no-salariales no-agropecuarias; así como de ingresos por rentas y transferencias. Si se excluyen los ingresos provenientes de rentas y transferencias el ingreso agropecuario independiente representa 42% de los ingresos, dejando el 58% para ser cubierto por una amplia gama de actividades. Aunque obviamente la agricultura es un importante dinamizador de estas

---

“tratamiento” sea distinta de la distribución para el grupo de comparación (en estos casos se sugiere construir controles ficticios como el promedio de los 5 o 10 controles más cercanos).

<sup>6</sup> La base de información que será utilizada en este trabajo es la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) correspondiente al cuarto trimestre del 2001. Como parte del proceso de investigación hemos recabado información del INEI para determinar cómo se debería incorporar el marco muestral utilizado por el INEI en esta investigación. Como se sabe, la ENAHO pretende ser representativa del ámbito nacional, del área urbana y rural y de los 24 departamentos y la Provincia Constitucional del Callao, a partir de una muestra probabilística, estratificada, multietápica y de áreas.

otras fuentes de ingreso, cada vez es más común encontrar fuentes de ingreso rural que no dependen directamente de la actividad agrícola.

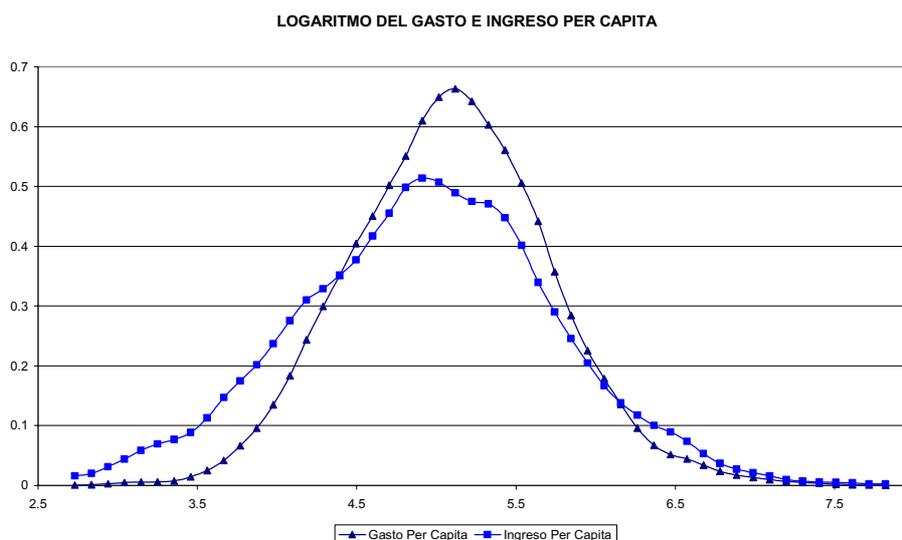
El cuadro 1 muestra tanto la distribución de empleos entre las distintas actividades (principales y secundarias) como la distribución de los hogares en estas mismas actividades. Esta distinción entre “empleos” y “hogares” es importante pues los hogares manejan simultáneamente varias fuentes de empleo. Los resultados hacen notoria la amplísima variedad de actividades presentes en medio rural, destacando entre aquellas ligadas a la actividad salarial no-agropecuaria la enseñanza la administración pública la construcción y la industria; y la actividad de comercio, industria y artesanía, restaurantes y hoteles y transporte entre las actividades no-salariales.

La distribución de los ingresos rurales per cápita muestra un patrón razonablemente similar a la distribución de los gastos per cápita. Tal como se observa en el gráfico 1 la media y mediana de los ingresos y gastos corresponden entre sí, aunque, cómo era de esperar la distribución de ingresos está ligeramente “corrida” hacia la izquierda reflejando que los hogares tienden a gastar un poco más de sus ingresos, o alternativamente, que existe cierta sub-valoración de ingresos. Esto último sería perfectamente consistente con la evidencia reportada en el ámbito internacional en este tipo de encuestas.

**Cuadro 1**  
**IMPORTANCIA DE LAS DISTINTAS FUENTES DE INGRESO RURAL**

Tipo de Actividad	# de empleos	# de empleos	# de hogares	# de hogares
	principales	secundarios	E. principales	E. secundarios
<b>Salarial Agropecuaria</b>	<b>17.5%</b>	<b>18.5%</b>	<b>14.7%</b>	<b>18.5%</b>
<b>No Salarial Agropecuaria</b>	<b>52.9%</b>	<b>46.4%</b>	<b>54.8%</b>	<b>46.3%</b>
<b>Salarial No Agropecuaria</b>	<b>12.3%</b>	<b>7.4%</b>	<b>12.6%</b>	<b>7.4%</b>
Explotación de Minas y Canteras	0.3%	0.0%	0.4%	0.0%
Industrias Manufactureras	1.4%	0.8%	1.4%	0.8%
Suministro de electricidad, gas y agua	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%
Construcción	2.0%	2.4%	2.0%	2.4%
Comercio al por mayor y menor / Reparación de vehículos	0.7%	0.7%	0.8%	0.7%
Hoteles y Restaurantes	0.6%	0.7%	0.6%	0.7%
Transporte y Comunicaciones	0.8%	0.4%	0.8%	0.4%
Intermediación Financiera	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	0.3%	0.4%	0.3%	0.5%
Administración Pública y Defensa, seguridad social	1.3%	0.7%	1.4%	0.7%
Enseñanza primaria, secundaria y superior	3.0%	0.3%	2.9%	0.3%
Servicios de salud / Veterinaria	0.2%	0.3%	0.2%	0.3%
Otras actividades comunitarias, sociales y personales	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
Servicio doméstico				
<b>No Salarial No Agropecuaria</b>	<b>17.4%</b>	<b>27.7%</b>	<b>17.9%</b>	<b>27.8%</b>
Explotación de Minas y Canteras	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Industrias Manufactureras	4.2%	6.5%	4.2%	6.6%
Construcción	0.5%	1.0%	0.6%	1.0%
Comercio al por mayor y menor / Reparación de vehículos	8.6%	14.4%	8.7%	14.4%
Hoteles y Restaurantes	1.8%	1.0%	1.9%	1.0%
Transporte y Comunicaciones	1.2%	2.0%	1.3%	2.0%
Intermediación Financiera	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	0.0%	0.4%	0.1%	0.4%
Administración Pública y Defensa, seguridad social	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%
Enseñanza primaria, secundaria y superior	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%
Servicios de salud / Veterinaria	0.2%	0.4%	0.2%	0.4%
Otras actividades comunitarias, sociales y personales	0.8%	1.8%	0.9%	1.8%
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

**Gráfico 1**



Una mirada a cómo se distribuyen las distintas fuentes de ingreso a lo largo de la distribución del ingreso muestra nítidamente que una parte sustancial (algo más del 50%) de la desigualdad en la distribución de los ingresos proviene de las diferencias en los ingresos no-agropecuarios mientras que sólo 20% de la variabilidad se explica por diferencias en los ingresos provenientes de la actividad independiente agrícola. Es decir es el acceso a las actividades no-agrícolas y los ingresos que provienen de estas actividades, antes que las diferencias en los ingresos provenientes de la actividad agrícola independiente, la fuente de explicación más importante de porqué unos habitantes rurales ganan más que otros. Complementariamente, la evidencia que aquí se muestra confirma que son justamente aquellos hogares más ricos los que incrementan sus oportunidades de diversificación hacia otras fuentes de ingreso distintas a la agricultura.

El cuadro 3 muestra la distribución de los ingresos rurales por fuente. En primer lugar se hace evidente la importancia de las actividades agropecuarias, fundamentalmente aquellas que son de característica no-salarial (agricultor independiente o por cuenta propia). Le sigue en importancia los ingresos por transferencias, rubro de una importancia insospechada y que ameritaría un estudio a profundidad. Los ingresos salariales y no-salariales no agropecuarios muestran aquí que no son nada desdeñables y que en conjunto alcanzan casi 30% de los ingresos totales.

Cuando se mira los ingresos y su distribución a lo largo de la distribución de ingresos se puede observar que en términos absolutos los ingresos de todas las fuentes son más altos entre los quintiles más ricos. Sin embargo, al nivel de la distribución de ingresos por actividades, los ingresos no-salariales agrícolas son más importantes entre los más habitantes rurales pobres mientras que entre los más acomodados sobresalen los ingresos salariales no-agropecuarios los que casi alcanzan en importancia a la actividad agrícola independiente.

**Cuadro 3**  
Participación del Ingreso Rural Per Capita Por Fuentes  
(Promedio y Desviación Estandar Incluyendo Marco Muestral)  
(%)

	<b>Quintiles de Ingreso per capita Rural</b>					Total
	1	2	3	4	5	
Ingreso Salarial Agropecuario	5.7 (0.8)	11.1 (1.2)	15.7 (1.5)	17.5 (1.7)	11.2 (1.6)	13.1 (1.0)
Ingreso No-Salarial Agropecuario	50.8 (1.5)	38.5 (1.4)	32.6 (1.5)	28.4 (1.5)	25.7 (2.7)	30.6 (1.3)
Ingreso Salarial No-Agropecuario	2.7 (0.9)	7.0 (1.2)	8.9 (0.9)	15.9 (1.6)	22.8 (2.2)	15.7 (1.0)
Ingreso No-Salarial No-Agropecuario	4.9 (0.7)	9.4 (0.9)	11.6 (1.2)	13.2 (1.1)	16.3 (1.4)	13.3 (0.8)
Ingreso por Rentas	0.5 (0.1)	0.8 (0.2)	0.7 (0.1)	1.4 (0.3)	4.6 (0.9)	2.5 (0.4)
Ingreso por Transferencias y Otros	35.4 (1.5)	33.2 (1.1)	30.5 (1.1)	23.6 (1.0)	19.4 (1.3)	24.9 (0.9)
<b>Ingreso Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Por su parte el cuadro 4 muestra qué porcentaje de hogares se dedican a cada una de las fuentes de ingresos que se estudian aquí. Se puede notar que la actividad agrícola independiente es fuente de ingresos para casi todos los que se ubican en el quintil más pobre mientras que más de un tercio de aquellos que se ubican en el quintil más rico no obtienen ingresos de la actividad agrícolas independiente. Dichos segmentos de mayores recursos muestran una distribución de ingresos mucho más diversificada que aquellos ubicados en el quintil más pobre.

**Cuadro 4**  
Porcentaje de Hogares Con Ingreso Rural de Cada Tipo  
(Promedio y Desviación Estandar Incluyendo Marco Muestral)  
(%)

	<b>Quintiles de Ingreso per capita Rural</b>					Total
	1	2	3	4	5	
Ingreso Salarial Agropecuario	11.6 (1.3)	20.9 (1.7)	28.1 (1.8)	30.0 (2.3)	27.3 (2.7)	23.6 (1.3)
Ingreso No-Salarial Agropecuario	97.3 (0.6)	92.9 (1.3)	86.9 (1.9)	80.7 (2.2)	65.7 (2.4)	84.7 (1.3)
Ingreso Salarial No-Agropecuario	4.4 (0.9)	11.4 (1.4)	13.8 (1.2)	22.1 (1.8)	31.6 (2.3)	16.7 (0.9)
Ingreso No-Salarial No-Agropecuario	13.0 (1.3)	26.3 (2.0)	29.4 (2.0)	33.1 (1.9)	35.2 (2.1)	27.4 (1.1)
Ingreso por Rentas	4.5 (0.6)	6.1 (0.9)	7.4 (0.9)	9.1 (1.0)	16.5 (1.8)	8.7 (0.6)
Ingreso por Transferencias y Otros	96.9 (0.9)	97.4 (0.6)	97.4 (1.0)	97.5 (0.6)	94.5 (1.1)	96.7 (0.5)
<b>Ingreso Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Estos resultados muestran que el quintil más pobre en el sector rural apenas logra diversificar sus fuentes de ingreso, concentrándose en actividades agrícolas independientes (ingreso no-salarial agropecuario) y recepción de transferencias y donde apenas el 10% de los ingresos provienen de actividades no-agropecuarias; mientras que el quintil más rico tiene una estructura de ingresos sustancialmente más diversificada, donde la actividad no-salarial agrícola cubre sólo el 30% de los ingresos.

*Ingresos rurales y posibilidades de diversificación: el rol de los servicios de infraestructura*

La relación entre las posibilidades de diversificación de fuentes de ingreso y el acceso a los servicios que proveen la infraestructura pública es uno de los temas centrales de este trabajo. Tal como se muestra en el cuadro 5 son justamente aquellos que se encuentran en los quintiles más ricos del sector rural los que tienen un acceso privilegiado a los principales bienes y servicios públicos.

**Cuadro 5**  
Características del Peru RURAL  
(Promedio y Desviación Estandar Incluyendo Marco Muestral)  
(por mes en soles de Lima Metropolitana)

	Quintiles de Ingreso per capita Rural				
	1	2	3	4	5
Años de Educación del Jefe del Hogar	3.8	4.3	4.4	5.2	6.4
	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.2)	(0.2)
Tiene Luz Eléctrica en la Vivienda (%)	17.6	22.4	27.4	33.2	40.2
	(2.9)	(2.2)	(2.5)	(2.7)	(3.2)
Participa Activamente en Alguna Asociación(%)	33.6	35.4	29.3	32.9	24.7
	(2.3)	(2.1)	(1.9)	(2.3)	(1.9)
Pertenece a Alguna Asociación (%)	37.8	40.1	32.5	36.3	28.5
	(2.4)	(2.3)	(2.1)	(2.4)	(2.1)
Vive en CCPP con Escuela Secundaria (%)	22.2	25.1	28.0	28.9	33.7
	(2.8)	(2.7)	(3.1)	(3.1)	(3.9)
Vive en CCPP con Acceso a Vía Pavimentada (%)	3.8	9.1	8.2	11.9	10.3
	(0.9)	(2.0)	(1.5)	(2.4)	(2.7)
Vive en CCPP con Acceso a Vía Afirmada (%)	25.7	22.7	27.5	26.5	28.9
	(3.2)	(2.5)	(2.9)	(2.8)	(3.5)
Vive en CCPP con Acceso a Través de Trocha (%)	48.3	45.0	45.2	45.6	43.5
	(3.7)	(2.9)	(2.9)	(3.1)	(3.4)
Vive en CCPP con Acceso a Vía de Herradura (%)	51.0	45.5	41.8	38.2	34.2
	(3.5)	(2.8)	(2.9)	(3.0)	(3.3)
Vive en CCPP con Acceso a Través de Rio (%)	6.3	8.3	7.5	9.0	15.1
	(1.2)	(1.3)	(1.2)	(1.6)	(2.8)
Vive en CCPP con Acceso a Través de Avión (%)	0.1	0.4	0.1	0.3	0.7
	(0.1)	(0.4)	(0.1)	(0.3)	(0.7)

¿Qué tanto este mayor acceso a bienes públicos condiciona su participación en determinadas actividades? ¿Y qué tanto estos mismo bienes públicos afectan los ingresos de esos hogares una vez que han seleccionado determinadas actividades? La modelación de la relación entre el acceso a los distintos servicios de infraestructura y los niveles y composición de los ingresos rurales permitirán contestar estas interrogantes.

## 5. Complementariedades en la Inversión Pública en Infraestructura: impactos sobre los ingresos rurales

Al analizar la distribución de las distintas combinaciones de activos y el ingreso per cápita promedio para cada una de las combinaciones de acceso a infraestructura se encuentra en una primera instancia que existen impactos positivos sobre el ingreso per cápita de los hogares. En el Cuadro 6, por ejemplo, se puede apreciar que a medida que los hogares cuentan con más activos el ingreso per capita promedio se incrementa de 211 soles a precios de Lima a 438 soles cuando los hogares cuentan con acceso a agua (es decir si el hogar esta conectado a la red pública), electricidad (si su hogar tiene acceso a electricidad), teléfono (si el centro poblado tiene acceso a un teléfono público), y desagüe (si el hogar esta conectado a la red pública). Similar relación se encuentra cuando se agrupan a los activos en hogares sin activos, con un activo o con más de un activo.

Cuadro 6  
Distribución de la muestra por combinaciones de activos

	Obs.	%	Ing. per cap.
Sin activos	3167	49,3%	210,71
Sólo agua	975	15,2%	199,94
Sólo electricidad	514	8,0%	215,76
Sólo teléfono	237	3,7%	202,98
Agua+Electricidad	583	9,1%	293,72
Agua+Teléfono	135	2,1%	225,45
Electricidad+Teléfono	181	2,8%	311,32
Agua+Electricidad+Desague	82	1,3%	332,19
Agua+Electricidad+Teléfono	284	4,4%	283,91
Todos	174	2,7%	437,73
Otras combinaciones	95	1,5%	335,43
<b>Total</b>	<b>6427</b>	<b>100,0%</b>	<b>230,50</b>

	Obs.	%	Ing. per cap.
Sin activos	3.167	49,3%	210,71
Un activo	1.744	27,1%	205,96
Dos activos	938	14,6%	288,50
Tres o más activos	578	9,0%	338,41
	6.427	100,0%	230,50

Asimismo, cuando se subdivide la muestra de la ENAHO 2001 de acuerdo al número de activos con los que cuentan los hogares, y si el centro poblado donde se ubica el hogar tiene un camino<sup>7</sup> no carrozable o carrozable (afirmado y pavimentado) se encuentra resultados similares a los encontrados en el cuadro 6. Así, por ejemplo, si el hogar cuenta con todos los activos y camino no carrozable el ingreso per capita promedio es

<sup>7</sup> La información de si la vía es carrozable o no se refiere a la vía más usada hacia la capital del distrito (o vía de salida en caso de capital de distrito).

de 364 soles mensuales mientras que si cuenta con todos los activos y camino carrozable su ingreso per cápita se incrementa a 380 soles mensuales en promedio.

Sin embargo y como se puede apreciar en los cuadros a continuación (cuadros 8,9 y 10) existen diferencias significativas entre los hogares que cuentan con las diferentes agrupaciones de activos. Así por ejemplo, los hogares que cuentan con una mayor cantidad de activos son hogares más educados, tienen una mayor cantidad de bienes durables, son menos pobres, están más cerca de la capital de la provincia, y tienen mayor cantidad de tierras bajo riego. Más aún, al subdividir la muestra por tipo de camino se mantiene la misma tendencia favorable a los hogares con una mayor cantidad de activos.

Conscientes de que estas diferencias en la distribución de las características de los hogares dentro de las diferentes agrupaciones por activos no permite afirmar con robustez que la mayor posesión de activos lleva a un mayor ingreso per cápita, en esta sección seguimos el marco conceptual y la estrategia empírica detallada en la sección 3. El objetivo central es cuantificar el cambio en el ingreso adicional obtenido gracias al acceso por el hogar a un determinado tipo de infraestructura de acuerdo a la descomposición planteada en la ecuación 2, La estimación de la ecuación 2 controla por las características de los hogares de tal forma de poder hacer comparaciones de hogares similares y aislar de esta forma el impacto de la tenencia de los activos. Como se detallo en la estrategia empírica, para lograr esto, por un lado, se utiliza el método de emparejamiento y por el otro utilizaremos la estimación de un modelo econométrico donde se modele tanto la dotación total de horas de trabajo del hogar como la asignación de las mismas entre las distintas actividades generadoras de ingreso.

Cuadro 7  
Distribución de la muestra por número de  
activos y tipo de vía

	Observaciones	Ingreso pc hogar
<b>Muestra total</b>	<b>6.427</b>	<b>237,39</b>
Sin activos	3.167	204,96
1 activo	1.744	225,30
2 activos	938	284,45
3 ó más activos	578	375,18
<b>Camino no carrozable</b>	<b>4.153</b>	<b>213,18</b>
Sin activos	2.364	191,58
1 activo	1.155	215,58
2 activos	473	263,92
3 ó más activos	161	364,04
<b>Camino carrozable</b>	<b>2.274</b>	<b>281,60</b>
Sin activos	803	244,34
1 activo	589	244,37
2 activos	465	305,34
3 ó más activos	417	379,48

En las siguientes secciones se analiza el impacto, en términos de ingreso, que se genera debido a incrementos en el esfuerzo laboral del hogar y posteriormente debido a las

modificaciones en la asignación del tiempo entre las cuatro actividades o estrategias de generación de ingresos previamente mencionadas. Finalmente, se analizan los impactos agregados, es decir el efecto de la inversión en infraestructura sobre el ingreso de los hogares rurales.

**Cuadro 8**  
**Características de los hogares por número de activos, según tipo de vía**  
*(Significancia de la diferencia respecto de la categoría sin activos)*

**Muestra completa**

Variable	Sin activos	Un activo		Dos activos		Tres activos	
Edad del jefe de hogar	46,53	47,82	***	48,21	***	48,41	***
Años de educación del jefe de hogar	4,46	4,99	***	5,77	***	7,35	***
Lengua materna del jefe de hogar (español)	0,52	0,54	*	0,49		0,59	***
Sexo del jefe de hogar (hombre)	0,85	0,83		0,82	*	0,82	
Menores de 14 en el hogar	1,88	1,72	***	1,56	***	1,44	***
Mayores de 65 en el hogar	0,24	0,28	**	0,26		0,26	
Valor bienes durables / 1000	0,27	0,42	***	0,82	***	1,35	***
Costa	0,09	0,10		0,11		0,09	
Selva	0,29	0,16	***	0,19	***	0,18	***
Población / 1000 (distrito)	19,99	15,45	***	11,59	***	9,44	***
Altura / 1000 (distrito)	1,98	2,34	***	2,27	***	2,28	***
Precipitaciones / 1000 (distrito)	1,29	1,05	***	1,01	***	1,04	***
Superficie agropecuaria (distrito)	291,11	213,80	***	216,03	***	200,48	***
% de la superficie dedicada al mercado (distrito)	0,19	0,16	***	0,17	***	0,13	***
Parcelas por hectárea (distrito)	0,64	0,71	***	0,73	***	0,74	***
% de tierras bajo riego (distrito)	0,33	0,39	***	0,43	***	0,44	***
Tasa de pobreza (distrito)	0,88	0,87	***	0,84	***	0,81	***
Puntaje de recursos naturales (distrito)	195,48	185,87	***	189,49	***	186,11	***
Feria en el Centro Poblado	0,08	0,09		0,12	***	0,14	***
Horas a la capital provincial (centro poblado)	4,16	3,74	**	3,94		2,98	***

**Nota:**

Los asteriscos indican la significancia de la diferencia en medias, respecto del grupo "sin activos": diferencias significativas al 1% \*\*\*, al 5% \*\*, y al 10% \*.

**Cuadro 9**

**Muestra: vía no carrozable**

Variable	Sin activos	Un activo		Dos activos		Tres activos	
Edad del jefe de hogar	46,51	47,32		48,80	***	47,04	***
Años de educación del jefe de hogar	4,38	4,70	**	5,51	***	7,42	***
Lengua materna del jefe de hogar (español)	0,50	0,56	***	0,48		0,64	***
Sexo del jefe de hogar (hombre)	0,85	0,85		0,83		0,80	***
Menores de 14 en el hogar	1,90	1,79	*	1,65	***	1,55	***
Mayores de 65 en el hogar	0,24	0,26		0,29		0,25	***
Valor bienes durables / 1000	0,24	0,33	***	0,72	***	1,43	***
Costa	0,10	0,08	**	0,12		0,14	***
Selva	0,26	0,15	***	0,12	***	0,17	***
Población / 1000 (distrito)	19,35	14,05	***	11,63	***	12,14	***
Altura / 1000 (distrito)	2,00	2,35	***	2,28	***	1,99	***
Precipitaciones / 1000 (distrito)	1,25	1,08	***	0,95	***	1,16	***
Superficie agropecuaria (distrito)	299,99	200,60	***	196,48	***	158,62	***
% de la superficie dedicada al mercado (distrito)	0,18	0,15	***	0,18		0,17	***
Parcelas por hectárea (distrito)	0,65	0,73	***	0,76	***	0,69	***
% de tierras bajo riego (distrito)	0,35	0,39	***	0,48	***	0,50	***
Tasa de pobreza (distrito)	0,88	0,89	***	0,85	***	0,76	***
Puntaje de recursos naturales (distrito)	193,39	186,05	***	185,41	***	182,56	***
Feria en el Centro Poblado	0,09	0,10		0,14	***	0,21	***
Horas a la capital provincial (centro poblado)	4,26	4,12		4,96	*	3,33	***

**Nota:**

Los asteriscos indican la significancia de la diferencia en medias, respecto del grupo "sin activos": diferencias significativas al 1% \*\*\*, al 5% \*\*, y al 10% \*.

Cuadro 10

Muestra: caminos carrozables

Variable	Sin activos	Un activo		Dos activos		Tres activos	
Edad del jefe de hogar	46,61	48,80	**	47,61		48,94	**
Años de educación del jefe de hogar	4,73	5,55	***	6,03	***	7,32	***
Lengua materna del jefe de hogar (español)	0,56	0,51	*	0,51	*	0,58	
Sexo del jefe de hogar (hombre)	0,83	0,80	*	0,82		0,83	
Menores de 14 en el hogar	1,82	1,56	***	1,47	***	1,39	***
Mayores de 65 en el hogar	0,24	0,31	**	0,23		0,27	
Valor bienes durables / 1000	0,37	0,60	***	0,91	***	1,31	***
Costa	0,07	0,16	***	0,09		0,07	
Selva	0,37	0,19	***	0,26	***	0,18	***
Población / 1000 (distrito)	21,88	18,20	**	11,56	***	8,40	***
Altura / 1000 (distrito)	1,91	2,32	***	2,27	***	2,39	***
Precipitaciones / 1000 (distrito)	1,42	0,98	***	1,07	***	0,99	***
Superficie agropecuaria (distrito)	264,96	239,67	**	235,91	**	216,64	***
% de la superficie dedicada al mercado (distrito)	0,23	0,17	***	0,16	***	0,12	***
Parcelas por hectárea (distrito)	0,59	0,67	***	0,70	***	0,76	***
% de tierras bajo riego (distrito)	0,27	0,38	***	0,38	***	0,41	***
Tasa de pobreza (distrito)	0,87	0,82	***	0,83	***	0,82	***
Puntaje de recursos naturales (distrito)	201,62	185,51	***	193,64	***	187,48	***
Feria en el Centro Poblado	0,04	0,08	***	0,11	***	0,12	***
Horas a la capital provincial (centro poblado)	3,85	3,00	***	2,90	***	2,85	***

**Nota:**

Los asteriscos indican la significancia de la diferencia en medias, respecto del grupo "sin activos": diferencias significativas al 1% \*\*\*, al 5% \*\*, y al 10% \*.

## 5.1 Determinantes del Total de Horas Trabajadas por las Familias Rurales

Al utilizar el método de emparejamiento para poder analizar si es que el acceso a activos de infraestructura tuvo un impacto sobre el total de horas trabajadas se encuentra utilizando distintos métodos de emparejamiento que los hogares que tienen más de un activo si muestran un incremento significativo en el número de horas trabajadas. Así en el cuadro 11 se aprecia que tanto para hogares con dos o más activos hay un incremento significativo en el número de horas trabajadas. Más aún el incremento de horas es aproximadamente de tres horas con respecto al hogar sin ningún activo y con sólo 1 activo.

Similarmente, y al realizar el análisis econométrico el cuadro 12 muestra también que el acceso a infraestructura básica es un importante determinante del total de horas trabajadas en el hogar. Controlando por las características del hogar (edad del jefe del hogar, educación, género, lengua materna, estructura demográfica del hogar) su riqueza (valor de bienes durables y Ganado así como características del distrito dónde vive (superficie agrícola destinada al mercado, población altura, etc.) la tenencia de activos amplía las oportunidades de empleo del hogar.

### Cuadro 11

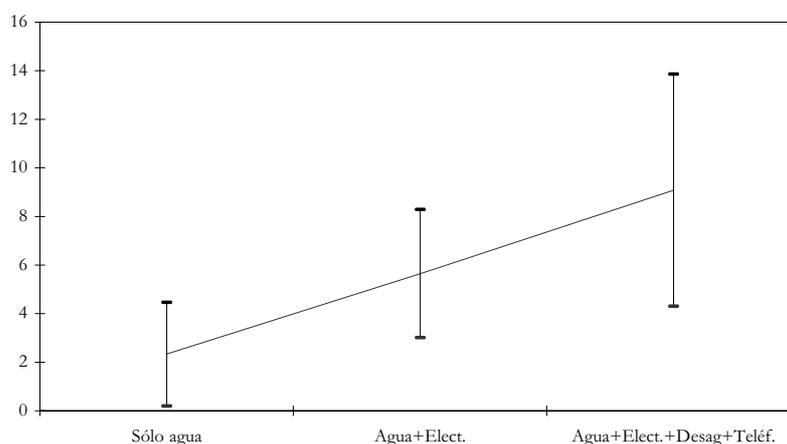
Matching horas totales trabajadas del hogar por número de activos  
 - Método de emparejamiento kernel doble y simple -  
 (Comparaciones respecto de hogares sin ningún activo)

No. Activos	Kernel doble			Kernel simple		
	ATT	Intervalo 95% Conf.		ATT	Intervalo 95% Conf.	
1 activo	0,32	-1,39	2,08	0,25	-2,30	2,97
2 activos	3,69	0,43	6,71	3,32	0,07	6,74
3 ó más activos	3,98	2,51	9,31	3,48	0,54	9,15

Nota: El probit para realizar el emparejamiento contó con los controles de edad del jefe de hogar, años de educación del jefe de hogar, lengua materna del jefe de hogar (1 = español; 0 = otras lenguas), sexo del jefe de hogar (1 = hombre; 0 = mujer), menores de 14 en el hogar, mayores de 65 en el hogar, valor bienes durables (en miles de soles), dummy costa, dummy selva, población en miles (distrito), altura en miles (distrito), precipitaciones en miles (distrito), superficie agropecuaria (distrito), % de la superficie dedicada al mercado (distrito), número de parcelas por hectárea (distrito), % de tierras bajo riego (distrito), tasa de pobreza (distrito), puntaje de recursos naturales (distrito), y feria en el centro poblado.

Por ejemplo, el acceso a Agua potable eleva en 2.4 horas semanales el tiempo de trabajo del hogar, acceder agua potable y electricidad eleva el tiempo de trabajo en 5.6 horas, mientras que tener agua, desagüe, electricidad y teléfono incrementa en casi 9 horas semanales la dedicación labora de una familia rural.

Gráfico 2  
 Impacto de activos sobre horas trabajadas  
 (Intervalo de confianza al 90%)



**Cuadro 12**  
**Horas Totales trabajadas por el hogar (OLS)**  
(Variable dependiente: Horas semanales trabajadas por hogar)

	(1)	(2)
Sólo agua	2.4122 (1.2942)*	2.3307 (1.2940)*
Sólo electricidad	-1.5319 (1.6501)	-1.6014 (1.6496)
Sólo teléfono	0.8191 (2.2956)	0.6967 (2.2951)
Agua+Electricidad	5.6683 (1.6060)***	5.6432 (1.6053)***
Agua+Teléfono	2.4993 (3.0586)	2.1847 (3.0596)
Electricidad+Teléfono	3.5667 (2.6516)	3.5278 (2.6505)
Agua+Electricidad+Desague	3.0128 (3.8505)	3.3445 (3.8509)
Agua+Electricidad+Teléfono	3.1988 (2.2071)	2.6379 (2.2167)
Todos	9.3469 (2.9050)***	9.0833 (2.9055)***
Mediana dep ingreso por hora		28.5300 (11.0435)***
Otras combinaciones	2.7919 (3.6172)	2.8729 (3.6157)
Edad del jefe de hogar	0.1743 (0.0395)***	0.1745 (0.0395)***
Años de educación del jefe	-0.3003 (0.1368)**	-0.3033 (0.1367)**
Lengua materna del jefe	2.7530 (1.0060)***	2.6025 (1.0072)***
Sexo del jefe de hogar	9.9210 (1.2229)***	9.9271 (1.2224)***
Miembros 0-13 años	3.0121 (0.2920)***	3.0329 (0.2920)***
Miembros 66-99 años	-7.9394 (1.0270)***	-7.8978 (1.0266)***
Valor bs durables	8.0594 (0.5818)***	7.9788 (0.5824)***
Precipitaciones	-1.4678 (0.9529)	-1.0528 (0.9660)
% tierras bajo riego	-3.7050 (2.1019)*	-3.4902 (2.1025)*
Parcelas por hectárea	2.4637 (1.3067)*	2.8293 (1.3137)**
Superficie destinada a mercado	6.2159 (3.0933)**	5.7557 (3.0970)*
Población (miles)	-0.0438 (0.0159)***	-0.0282 (0.0170)*
Altura (miles)	2.0856 (0.7383)***	2.0330 (0.7382)***
Tasa de pobreza dist (MEF)	-22.3785 (3.7652)***	-15.9731 (4.5068)***
Existe mercado en el CCP	-1.4238 (1.4623)	-1.3412 (1.4619)
Costa	13.3065 (2.6909)***	12.8656 (2.6951)***
Selva	5.9734 (2.3415)**	5.1948 (2.3598)**
Horas a capital prov.	-0.2564 (0.0722)***	-0.2447 (0.0724)***
Puntaje RRNN	-0.0252 (0.0181)	-0.0290 (0.0181)
Superf. agropecuaria	0.0056 (0.0021)***	0.0054 (0.0021)**
Intercepto	52.5773 (6.0997)***	43.1812 (7.0993)***
<b>Observaciones</b>	<b>6264</b>	<b>6264</b>

Notas:

- Se reportan errores estándar entre paréntesis.

- Significancia: \*\*\* 1%; \*\* 5%; \* 10%.

## 5.2 Acceso a Nuevas Oportunidades Generadores de Empleo

El acceso a mayor infraestructura rural no sólo incrementa el costo de oportunidad de las actividades no generadoras de renta en el hogar (ocio), aumentando la oferta laboral del hogar sino además incrementa las oportunidades que un hogar acceda a fuentes de generación de ingresos que antes no accedía.

Las ecuaciones de participación en las cuatro actividades en las que se ha dividido la participación laboral de los hogares (agrícola salarial; agrícola no-salarial; no-agrícola salarial y no-agrícola no-salarial) se muestran en el cuadro 13. En general las ecuaciones muestran un buen ajuste en todos los casos (tasas de acierto entre 75% y 86%), sin embargo en el caso de los determinantes del acceso a fuentes salariales agropecuarias, la estimación es relativamente débil y refleja, en nuestra opinión, lo difícil que es modelar un mercado tan pequeño y segmentado como es el mercado de trabajo asalariado agropecuario.

Los resultados que se presentan en el cuadro 13 pueden interpretarse como la forma reducida de un modelo más complejo donde el acceso a un tipo de trabajo depende entre otras variables de si uno participa o no de las otras fuentes de generación de ingreso. Sin embargo en la medida que los resultados que aquí se presentan son casi idénticos a los que se obtienen de un modelo probit simultáneo es posible deducir de las ecuaciones que aquí se reporta en que medida la expansión de la inversión en infraestructura hace que los hogares complementen o sustituyan actividades de generación de ingresos.

En este caso la evidencia sugiere que en la medida que aumenta el acceso a infraestructura los hogares rurales tienen mayores posibilidades para sustituir actividades agropecuarias (en especial como agricultor independiente) para embarcarse en actividades no agropecuarias, tanto salariales como no salariales. En el caso de actividades no-salariales no agropecuarias (pequeña industria, artesanía, etc.), como era de esperarse el acceso a la electricidad ya sea solo o, mejor aún, en combinación con otros activos como el teléfono incrementa drásticamente las oportunidades de participación en dichas actividades.

En lo que se refiere a la existencia de complementariedades, el cuadro 13 muestra que el incremento de la probabilidad de acceder a actividades no-salariales no agrícolas, por ejemplo, por efecto de tener dos activos (agua y electricidad, o electricidad y teléfono) es estadísticamente más alto que la suma de los impactos individuales, haciendo evidente que la complementación de la inversión en infraestructura abre mayores oportunidades de generación de ingresos que cada activo invertido de manera aislada.

**Cuadro 13**  
**Participación en actividades (Modelo Probit - dF/dX)**  
*(Variable dependiente: 0=No participa; 1=Participa en actividad)*

	Salarial agrícola	Salarial no agríc.	No salarial agríc.	No salarial no agríc
Sólo agua	0.0072 (0.0269)	0.0322 (0.0206)	-0.0093 (0.0204)	0.0577 (0.0282)**
Sólo electricidad	0.0151 (0.0391)	0.0363 (0.0291)	-0.0149 (0.0292)	0.0880 (0.0449)*
Sólo teléfono	0.0233 (0.0450)	-0.0132 (0.0350)	-0.1202 (0.0686)*	-0.0109 (0.0605)
Agua+Electricidad	0.0379 (0.0344)	0.0448 (0.0236)*	-0.0376 (0.0274)	0.1821 (0.0320)***
Agua+Teléfono	0.0493 (0.0840)	0.0254 (0.0397)	-0.1184 (0.0756)	0.0324 (0.0724)
Electricidad+Teléfono	0.0179 (0.0570)	0.0730 (0.0367)**	-0.0396 (0.0554)	0.2051 (0.0503)***
Agua+Electricidad+Desague	0.1256 (0.0674)*	0.1187 (0.0786)	-0.2376 (0.0849)***	0.0384 (0.0687)
Agua+Electricidad+Teléfono	0.0696 (0.0515)	0.2435 (0.0502)***	-0.2382 (0.0628)***	0.1101 (0.0655)*
Todos	-0.0876 (0.0356)**	0.2401 (0.0578)***	-0.3774 (0.0761)***	0.1848 (0.0670)***
Otras combinaciones	0.0146 (0.1064)	0.1149 (0.0660)*	-0.1879 (0.0684)***	0.0738 (0.0639)
Edad del jefe de hogar	-0.0038 (0.0006)***	0.0018 (0.0005)***	0.0023 (0.0006)***	-0.0002 (0.0008)
Años de educación del jefe	-0.0195 (0.0026)***	0.0202 (0.0019)***	-0.0080 (0.0016)***	0.0057 (0.0022)**
Lengua materna del jefe	0.0064 (0.0190)	0.0039 (0.0172)	-0.0323 (0.0153)**	0.0625 (0.0215)***
Sexo del jefe de hogar	0.0293 (0.0181)	-0.0415 (0.0206)**	0.1255 (0.0209)***	-0.0432 (0.0225)*
Miembros 0-13 años	0.0109 (0.0048)**	0.0115 (0.0046)**	0.0236 (0.0041)***	0.0105 (0.0052)**
Miembros 66-99 años	-0.0212 (0.0164)	-0.0626 (0.0154)***	-0.0042 (0.0127)	-0.0356 (0.0225)
Valor bs durables	-0.0461 (0.0115)***	0.0337 (0.0075)***	-0.0089 (0.0061)	0.0965 (0.0126)***
Precipitaciones	-0.0551 (0.0218)**	-0.0056 (0.0150)	0.0152 (0.0147)	-0.0152 (0.0230)
% tierras bajo riego	-0.0037 (0.0470)	-0.0497 (0.0331)	0.0042 (0.0374)	-0.0933 (0.0470)**
Parcelas por hectárea	-0.0273 (0.0346)	0.0069 (0.0200)	0.0365 (0.0310)	0.0895 (0.0317)***
Superficie destinada a mercado	0.1951 (0.0985)**	-0.0130 (0.0578)	-0.2177 (0.0642)***	-0.0213 (0.0608)
Población (miles)	-0.0007 (0.0005)	0.0007 (0.0003)*	0.0000 (0.0003)	0.0009 (0.0003)**
Altura (miles)	0.0391 (0.0197)**	0.0084 (0.0108)	-0.0142 (0.0152)	-0.0263 (0.0149)*
Tasa de pobreza distrital (MEF)	-0.1256 (0.1106)	0.0478 (0.0690)	0.2398 (0.0766)***	0.1156 (0.0944)
Existe mercado en el CCPP	0.0964 (0.0332)***	-0.0138 (0.0240)	-0.0304 (0.0243)	-0.0339 (0.0328)
Costa	0.2664 (0.0824)***	0.0182 (0.0484)	-0.0173 (0.0552)	0.0033 (0.0503)
Selva	0.2364 (0.0674)***	0.0062 (0.0364)	-0.1194 (0.0638)*	-0.0232 (0.0442)
Horas a capital prov.	-0.0001 (0.0016)	0.0009 (0.0009)	-0.0013 (0.0009)	-0.0027 (0.0015)*
Puntaje RRNN	-0.0009 (0.0004)**	-0.0001 (0.0003)	0.0005 (0.0003)	-0.0009 (0.0004)***
Superf. agropecuaria	-0.0000 (0.0001)	-0.0000 (0.0000)	0.0000 (0.0000)	0.0000 (0.0001)
<b>Observaciones</b>	<b>6264</b>	<b>6264</b>	<b>6264</b>	<b>6264</b>

Notas: - En el caso de variables independientes dicotómicas, el efecto marginal se calcula como la diferencia en la función de densidad evaluada en "1" y "0".

- Se reportan errores estándar robustos a nivel de conglomerado entre paréntesis.

- Significancia: \*\*\* 1%; \*\* 5%; \* 10%.

### 5.3. Distribución del tiempo de trabajo del Hogar

Como se mencionara anteriormente el acceso a infraestructura rural no sólo aumenta el tiempo de dedicación del hogar, elevando el costo de oportunidad del “ocio” sino además cambia la rentabilidad relativa de las opciones de empleo que tienen los pobladores rurales. Por ejemplo, el acceso a energía eléctrica podría permitir a un hogar incrementar su tiempo en determinada actividad no salarial no agrícola, como la artesanía o la pequeña manufactura.

Tal como se aprecia en el cuadro 14 a medida que los hogares cuentan con mayor número de activos de infraestructura su dedicación a actividades no agrícolas se incrementa sustancialmente. Así por ejemplo, y como se puede apreciar en el cuadro 14, un hogar con tres o más activos si bien va ha trabajar alrededor de diez horas más a la semana, este a su vez va ha dedicarle aproximadamente treinta por ciento más de su tiempo a actividades no agrícolas (20% más a actividades salarial no agrícola y 10% más a actividades no salariales agrícolas).

Cuadro 14  
Proporciones de horas trabajadas por actividad, según número de activos y tipo de vía

#### Muestra total

	Salarial agrícola	Salarial no agríc.	No salarial agríc.	No salarial no agríc	Horas totales	Ingreso lab horario del hogar
Sin activos	15,2%	6,8%	68,8%	9,2%	60,01	0,98
Un activo	12,9%	9,5%	64,9%	12,8%	60,23	0,97
Dos activos	13,6%	11,9%	53,3%	21,1%	68,48	1,44
Tres o más activos	14,2%	27,2%	35,0%	23,6%	71,78	1,51

#### Vía no carrozable

	Salarial agrícola	Salarial no agríc.	No salarial agríc.	No salarial no agríc	Horas totales	Ingreso lab horario del hogar
Sin activos	15,5%	6,2%	69,7%	8,5%	59,78	0,91
Un activo	12,9%	9,1%	66,5%	11,6%	58,74	0,94
Dos activos	16,3%	10,1%	54,5%	19,2%	66,06	1,45
Tres o más activos	23,0%	25,5%	30,0%	21,4%	68,49	1,50

#### Vía carrozable

	Salarial agrícola	Salarial no agríc.	No salarial agríc.	No salarial no agríc	Horas totales	Ingreso lab horario del hogar
Sin activos	14,0%	8,7%	66,1%	11,1%	60,73	1,21
Un activo	12,8%	10,1%	62,0%	15,0%	63,09	1,03
Dos activos	11,0%	13,7%	52,2%	23,1%	70,83	1,44
Tres o más activos	11,0%	27,8%	36,8%	24,3%	72,98	1,53

Al analizar el impacto de cada uno de los activos bajo estudio se encuentra que el mayor impacto individual se da en el acceso a electricidad seguido de teléfono. Más aún, y como se aprecia en el cuadro 15, las mayores complementariedades se dan también en la combinación de electricidad con otros activos.

**Cuadro 15**  
**Proporciones de horas trabajadas por actividad, según activos**

	Salarial agrícola	Salarial no agríc.	No salarial agríc.	No salarial no agríc	Horas totales	Ingreso lab horario del hogar
Sin activos	15,2%	6,8%	68,8%	9,2%	60,01	0,98
Sólo agua	13,2%	8,4%	67,1%	11,3%	59,49	0,87
Sólo electricidad	12,5%	11,6%	60,3%	15,6%	61,53	1,09
Sólo teléfono	13,0%	8,0%	65,8%	13,2%	61,41	1,11
Agua+Electricidad	13,2%	11,1%	53,1%	22,5%	70,56	1,55
Agua+Teléfono	15,6%	10,5%	61,5%	12,4%	59,28	1,08
Electricidad+Teléfono	12,1%	16,1%	50,0%	21,8%	65,75	1,32
Agua+Electricidad+Desague	25,5%	21,6%	33,6%	19,3%	70,34	1,36
Agua+Electricidad+Teléfono	14,9%	27,0%	38,5%	19,7%	68,94	1,33
Todos	3,3%	31,9%	29,9%	35,0%	79,34	1,93
Otras combinaciones	12,5%	23,7%	45,3%	18,4%	63,77	1,61

El cuadro 16 muestra los resultados utilizando las técnicas de emparejamiento sobre proporciones de horas por actividad según número de activos. Como se puede apreciar el cambio de la proporción de horas de la actividad salarial no agrícola es significativa y positiva a medida que se incrementa el número de activos que posee el hogar. Asimismo, la proporción del tiempo que los hogares le dedican a la actividad no salarial agrícola se reduce significativamente.

Consistente con lo reportado en las estimaciones anteriores, el análisis econométrico muestra que el acceso a infraestructura rural lleva a una reducción en el número de horas dedicadas a tareas agropecuarias no salariales. Otra vez, el impacto de tener electricidad es mayor al impacto de tener otros activos.

Por ejemplo, y como se puede apreciar en el cuadro 17, acceder a electricidad incrementa en 24 puntos porcentuales la participación de las horas trabajadas en actividades no salariales agrícolas. Dicho incremento es el más alto que se obtiene respecto a proporcionar cualquier otro activo. Le sigue en importancia el al acceso a agua, y luego el acceso a electricidad.

En lo que se refiere al acceso vial, es importante resaltar que una reducción del tiempo requerido para acceder a la capital provincial lleva a un incremento en las horas trabajadas en actividades no-salariales no agrícolas, a costa de una reducción tanto de las horas dedicadas a la agricultura como a las actividades salariales no-agrícolas.

A diferencia de la ecuación de acceso a nuevas oportunidades de empleo, en la distribución de las horas trabajadas la complementariedad entre activos es menos evidente. El cuadro 16 muestra que el incremento del esfuerzo en actividades no-salariales no agrícolas, por ejemplo, por efecto de tener dos activos (agua y electricidad, o agua y teléfono, o electricidad y teléfono) no es estadísticamente distinto que la suma de los impactos individuales.

Cuadro 16  
**Matching: Proporción de horas por actividad, según número de activos**  
 (comparación respecto de grupo sin activos)

*Método de emparejamiento: Kernel doble*

No. Activos	Salarial Agrícola			Salarial no agríc.		
	ATT	Intervalo 95% conf		ATT	Intervalo 95% conf	
1 activo	0,25	-0,97	2,17	1,99	0,16	3,27
2 activos	2,12	0,48	4,22	1,89	0,40	4,37
3 activos	1,29	-2,68	3,70	11,35	6,78	15,80

No. Activos	No salarial agríc.			No salarial no agríc.		
	ATT	Intervalo 95% conf		ATT	Intervalo 95% conf	
1 activo	-5,50	-7,31	-3,49	3,15	1,22	4,58
2 activos	-11,84	-14,49	-8,75	7,66	5,66	10,38
3 activos	-21,61	-26,50	-16,31	8,96	3,76	13,64

*Método de emparejamiento: Kernel simple*

No. Activos	Salarial Agrícola			Salarial no agríc.		
	ATT	Intervalo 95% conf		ATT	Intervalo 95% conf	
1 activo	0,41	-1,11	1,92	2,15	0,63	3,86
2 activos	2,20	-0,05	4,24	1,97	-0,34	4,81
3 activos	1,62	-0,94	4,45	11,21	5,34	15,53

No. Activos	No salarial agríc.			No salarial no agríc.		
	ATT	Intervalo 95% conf		ATT	Intervalo 95% conf	
1 activo	-5,34	-7,89	-3,08	2,79	1,22	4,48
2 activos	-11,79	-14,93	-8,61	7,62	5,31	9,81
3 activos	-21,13	-27,07	-16,51	8,30	4,21	13,68

Nota: El probit para realizar el emparejamiento contó con los controles de edad del jefe de hogar, años de educación del jefe de hogar, lengua materna del jefe de hogar (1 = español; 0 = otras lenguas), sexo del jefe de hogar (1 = hombre; 0 = mujer), menores de 14 en el hogar, mayores de 65 en el hogar, valor bienes durables (en miles de soles), dummy costa, dummy selva, población en miles (distrito), altura en miles (distrito), precipitaciones en miles (distrito), superficie agropecuaria (distrito), % de la superficie dedicada al mercado (distrito), número de parcelas por hectárea (distrito), % de tierras bajo riego (distrito), tasa de pobreza (distrito), puntaje de recursos naturales (distrito), y feria en el centro poblado.

## Cuadro 17

### Distribución de horas trabajadas (Modelo Tobit)

*(Variable dependiente: proporción de horas trabajadas por actividad)*

	Salarial agrícola	Salarial no agríc.	No salarial agríc.	No salarial no agríc.
Sólo agua	0.0081 (0.0509)	0.1212 (0.0606)**	-0.1249 (0.0321)***	0.1652 (0.0387)***
Sólo electricidad	0.0114 (0.0648)	0.2038 (0.0711)***	-0.1636 (0.0403)***	0.2410 (0.0470)***
Sólo teléfono	0.1981 (0.0860)**	0.1032 (0.1054)	-0.2316 (0.0571)***	0.1524 (0.0696)**
Agua+Electricidad	0.1349 (0.0636)**	0.1317 (0.0712)*	-0.2658 (0.0393)***	0.3895 (0.0450)***
Agua+Teléfono	0.0196 (0.1303)	0.1127 (0.1351)	-0.2061 (0.0749)***	0.2683 (0.0868)***
Electricidad+Teléfono	0.2654 (0.0995)***	0.3179 (0.1074)***	-0.3877 (0.0640)***	0.3612 (0.0724)***
Agua+Electricidad+Desague	0.2810 (0.1572)*	0.3322 (0.1517)**	-0.4904 (0.0954)***	0.3519 (0.1013)***
Agua+Electricidad+Teléfono	0.2079 (0.0873)**	0.5162 (0.0868)***	-0.4565 (0.0541)***	0.3692 (0.0609)***
Todos	-0.1785 (0.1487)	0.5416 (0.1099)***	-0.6477 (0.0728)***	0.5437 (0.0756)***
Otras combinaciones	-0.0579 (0.1687)	0.4781 (0.1404)***	-0.4338 (0.0893)***	0.2957 (0.0973)***
Edad del jefe de hogar	-0.0133 (0.0016)***	0.0048 (0.0018)***	0.0068 (0.0010)***	-0.0018 (0.0012)
Años de educación del jefe	-0.0621 (0.0060)***	0.1075 (0.0062)***	-0.0321 (0.0034)***	0.0125 (0.0040)***
Lengua materna del jefe	0.0329 (0.0400)	0.0825 (0.0457)*	-0.0605 (0.0250)**	0.0715 (0.0298)**
Sexo del jefe de hogar	0.1051 (0.0496)**	-0.2762 (0.0572)***	0.2159 (0.0313)***	-0.1769 (0.0362)***
Miembros 0-13 años	0.0133 (0.0112)	0.0174 (0.0132)	0.0001 (0.0072)	0.0141 (0.0086)
Miembros 66-99 años	-0.0783 (0.0431)*	-0.2077 (0.0511)***	0.0875 (0.0261)***	-0.0286 (0.0310)
Valor bs durables	-0.1747 (0.0285)***	0.1080 (0.0218)***	-0.1241 (0.0147)***	0.1562 (0.0151)***
Precipitaciones	-0.1667 (0.0392)***	0.0473 (0.0428)	0.0242 (0.0237)	0.0309 (0.0278)
% tierras bajo riego	-0.0425 (0.0849)	-0.1093 (0.0957)	0.1069 (0.0524)**	-0.2193 (0.0625)***
Parcelas por hectárea	0.0602 (0.0517)	0.0355 (0.0573)	-0.0952 (0.0324)***	0.1306 (0.0383)***
Superficie destinada a mercado	0.7239 (0.1152)***	-0.3125 (0.1378)**	-0.2189 (0.0760)***	-0.0763 (0.0908)
Población (miles)	-0.0017 (0.0006)***	0.0015 (0.0007)**	-0.0004 (0.0004)	0.0015 (0.0004)***
Altura (miles)	0.0765 (0.0294)***	0.0784 (0.0333)**	0.0034 (0.0184)	-0.1015 (0.0217)***
Tasa de pobreza distrital (MEF)	-0.2893 (0.1456)**	-0.1221 (0.1659)	0.1996 (0.0928)**	0.0090 (0.1096)
Existe mercado en el CCPP	0.1752 (0.0556)***	-0.1618 (0.0692)**	-0.0499 (0.0363)	0.0009 (0.0427)
Costa	0.7015 (0.1036)***	0.3344 (0.1208)***	-0.4461 (0.0670)***	0.0004 (0.0781)
Selva	0.5076 (0.0917)***	0.1826 (0.1068)*	-0.1929 (0.0581)***	-0.1936 (0.0690)***
Horas a capital prov.	-0.0060 (0.0029)**	0.0027 (0.0032)	0.0026 (0.0019)	-0.0030 (0.0022)
Puntaje RRNN	-0.0021 (0.0007)***	-0.0012 (0.0008)	0.0014 (0.0004)***	-0.0007 (0.0005)
Superf. agropecuaria	0.0000 (0.0001)	-0.0000 (0.0001)	0.0001 (0.0001)	-0.0000 (0.0001)
Intercepto	0.4561 (0.2415)*	-1.6354 (0.2821)***	0.3618 (0.1518)**	-0.2446 (0.1784)
Obs. censuradas (izquierda)	4813	5014	842	4502
Obs. censuradas (derecha)	224	205	2780	193
Obs. no censuradas	1104	922	2519	1446

Notas: - Modelo Tobit con doble censura [0-1]

- Se reportan errores estándar entre paréntesis.

- Significancia: \*\*\* 1%; \*\* 5%; \* 10%.

#### **5.4 Impactos agregados: Efecto de la Inversión en Infraestructura sobre el Ingreso de los Hogares Rurales**

La combinación del incremento de horas trabajadas en el hogar, cambios en los niveles de participación entre las distintas actividades generadoras de ingreso y cambios en las horas trabajadas en cada tipo de actividad generan en conjunto cambios en los ingresos que percibiría un hogar rural al acceder a un los distintos tipos de infraestructura rural tal como se planteó en la descomposición del cambio del ingreso en el modelo conceptual. Este resultado se comprueba en las dos metodologías utilizadas.

El cuadro 18, muestra los resultados de analizar las diferencias del ingreso mensual per cápita de los hogares con acceso a infraestructura respecto a hogares sin ningún tipo de activo utilizando las técnicas de emparejamiento descritas en el anexo 2<sup>8</sup>. Como se aprecia en el cuadro utilizando toda la muestra, el tener 1 o más activo tiene un impacto positivo y significativo sobre el ingreso per cápita. Más aún, este impacto se incrementa a medida que el número de activos crece, llegando hasta un promedio de 180 soles por mes más de ingreso en el caso de 3 o más activos.

Por otro lado, cuando se subdivide la muestra de acuerdo al acceso vial, es decir sin y con camino carrozable se encuentra que los resultados se mantienen aunque en el caso de la sub muestra con camino carrozable el impacto es algo menor que sin camino carrozable. Esto último se puede deber al hecho de que el número de observaciones en este subgrupo es bastante menor algo que no es un problema cuando se aplica el modelo econométrico.

Similarmente, el cuadro 19, muestra justamente cuales es la importancia de acceder a distintos tipos de infraestructura como determinantes del ingreso rural percapita, una vez que se controla por las demás variables que afectan las decisiones del hogar (capital humano, físico y el entorno en el que vive el hogar).

Consistente con los resultados anteriores, el cuadro 19 muestra que el incremento en los ingresos rurales es bastante más alto cuando se combinan los activos que cuando se suman los impactos aislados. Así el impacto de tener electricidad y agua que equivale a un incremento de 16% de los ingresos es mayor que la suma de los impactos individuales, que no superan el 9%. Algo similar ocurre cuando se combinan agua y teléfono, así como electricidad y teléfono o, por último agua electricidad y teléfono, donde el incremento de ingresos es de 20% frente a menos de 5% que resultaría de agregar los impactos individuales.

Los gráficos 3 y 4 muestran a manera de resumen los impactos mencionados, mostrando el impacto creciente de la complementación de las inversiones en infraestructura rural.

---

<sup>8</sup> Para mayores detalles sobre el método de radio ver el anexo 2.

**Cuadro 18**  
**Matching ingreso per cápita del hogar por número de activos, según tipo de vía**  
**- Método de emparejamiento radial -**  
*(Comparaciones respecto de hogares sin ningún activo)*

**Muestra completa**

No. Activos	Radio=0.1		Radio=0.05		Radio=0.01	
	ATT	Err. est.	ATT	Err. est.	ATT	Err. est.
1 activo	25,09	7,06 ***	25,90	7,12 ***	25,21	7,14 ***
2 activos	84,62	10,01 ***	85,84	10,04 ***	85,72	10,09 ***
3 ó más activos	180,77	15,13 ***	185,39	15,15 ***	186,85	15,44 ***

**Muestra: Camino no carrozable**

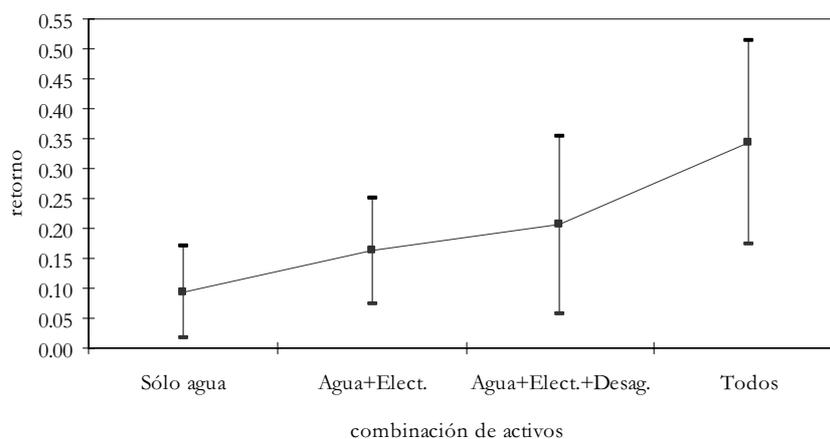
No. Activos	Radio=0.1		Radio=0.05		Radio=0.01	
	ATT	Err. est.	ATT	Err. est.	ATT	Err. est.
1 activo	32,67	8,53 ***	33,44	8,61 ***	31,00	8,64 ***
2 activos	78,07	13,09 ***	80,10	13,14 ***	76,70	13,17 ***
3 ó más activos	207,85	26,35 ***	189,24	25,26 ***	186,51	27,52 ***

**Muestra: Camino carrozable**

No. Activos	Radio=0.1		Radio=0.05		Radio=0.01	
	ATT	Err. est.	ATT	Err. est.	ATT	Err. est.
1 activo	-10,70	13,51	-15,85	13,45	-21,31	13,58
2 activos	58,23	26,51 **	58,91	26,66 **	63,02	27,10 **
3 ó más activos	134,37	20,14 ***	132,66	20,10 ***	115,10	22,20 ***

Nota: El probit para realizar el emparejamiento contó con los controles de edad del jefe de hogar, años de educación del jefe de hogar, lengua materna del jefe de hogar (1 = español; 0 = otras lenguas), sexo del jefe de hogar (1 = hombre; 0 = mujer), menores de 14 en el hogar, mayores de 65 en el hogar, valor bienes durables (en miles de soles), dummy costa, dummy selva, población en miles (distrito), altura en miles (distrito), precipitaciones en miles (distrito), superficie agropecuaria (distrito), % de la superficie dedicada al mercado (distrito), número de parcelas por hectárea (distrito), % de tierras bajo riego (distrito), tasa de pobreza (distrito), puntaje de recursos naturales (distrito), y feria en el centro poblado.

**Gráfico 3**  
**Efectos de la Complementariedad de la Inversión en Infraestructura I**



## Cuadro 19

### Determinantes del ingreso per cápita del hogar en áreas rurales (Variable dependiente: Log del ingreso per cápita del hogar)

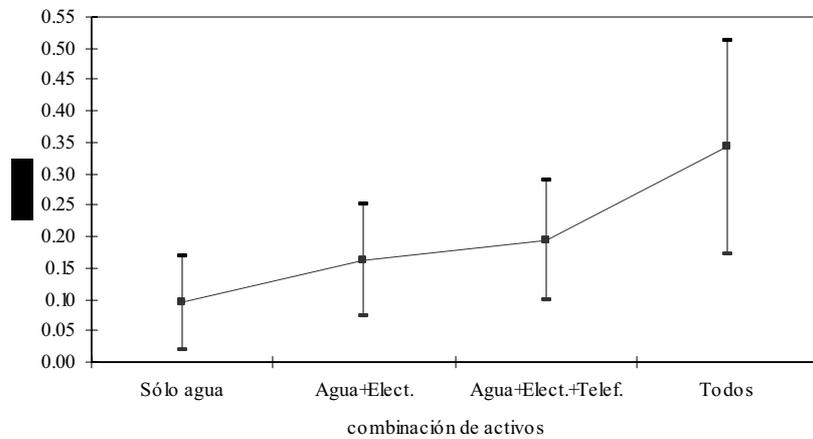
	Sin interacciones		Interacciones	
	con vía	Vía carrozable <sup>1/</sup>	Vía carrozable <sup>1/</sup>	Vía pavimentada
Sólo vía		0.0941 (0.0561)*	0.1767 (0.0642)***	
Sólo agua	0.0940 (0.0461)**	0.1314 (0.0487)***	0.0988 (0.0482)**	
Sólo agua * vía		0.0599 (0.1015)	0.2112 (0.1238)*	
Sólo electricidad	-0.0650 (0.0624)	-0.0745 (0.0855)	-0.0395 (0.0698)	
Sólo electricidad * vía		0.0271 (0.0870)	-0.0509 (0.1227)	
Sólo teléfono	0.0160 (0.0847)	0.1987 (0.1197)*	0.0255 (0.1031)	
Sólo teléfono * vía		-0.0071 (0.1060)	0.0825 (0.1146)	
Agua+electricidad	0.1623 (0.0537)***	0.1281 (0.0852)	0.1314 (0.0599)**	
Agua+electricidad * vía		0.2170 (0.0584)***	0.3119 (0.0692)***	
Agua+téléfono	0.3824 (0.1099)***	0.4813 (0.1745)***	0.3846 (0.1290)***	
Agua+téléfono * vía		0.3429 (0.1080)***	0.4653 (0.1556)***	
Electricidad+téléfono	0.0638 (0.1169)	-0.1396 (0.1759)	0.0929 (0.1294)	
Electricidad+téléfono * vía		0.2610 (0.0850)***	0.0291 (0.1752)	
Agua+electricidad+desague	0.2055 (0.0901)**	0.3045 (0.1230)**	0.2263 (0.0921)**	
Agua+electricidad+desague * vía		0.1612 (0.1137)	0.3974 (0.2729)	
Agua+electricidad+téléfono	0.1950 (0.0579)***	0.2707 (0.1083)**	0.2289 (0.0708)***	
Agua+electricidad+téléfono * vía		0.2252 (0.0647)***	0.2147 (0.0774)***	
Todos	0.3424 (0.1035)***	0.3785 (0.1042)***	0.3649 (0.1038)***	
Otras combinaciones	0.2168 (0.0867)**	0.2372 (0.0895)***	0.2564 (0.0948)***	
Edad del jefe de hogar	0.0052 (0.0010)***	0.0054 (0.0010)***	0.0052 (0.0010)***	
Años de educación del jefe	0.0511 (0.0045)***	0.0511 (0.0045)***	0.0506 (0.0046)***	
Lengua materna del jefe	0.0600 (0.0383)	0.0655 (0.0377)*	0.0662 (0.0381)*	
Sexo del jefe de hogar	-0.0914 (0.0321)***	-0.0877 (0.0330)***	-0.0872 (0.0328)***	
Miembros 0-13 años	-0.1960 (0.0076)***	-0.1944 (0.0076)***	-0.1952 (0.0076)***	
Miembros 66-99 años	-0.0484 (0.0249)*	-0.0453 (0.0247)*	-0.0461 (0.0249)*	
Valor bs durables	0.1613 (0.0216)***	0.1556 (0.0220)***	0.1588 (0.0224)***	
Costa	0.2491 (0.1059)**	0.2165 (0.1049)**	0.2030 (0.1080)*	
Selva	0.5586 (0.1024)***	0.5495 (0.1060)***	0.5326 (0.1047)***	
Población (miles)	-0.0020 (0.0006)***	-0.0020 (0.0006)***	-0.0019 (0.0006)***	
Altura (miles)	0.0242 (0.0326)	0.0256 (0.0326)	0.0216 (0.0329)	
Precipitaciones	-0.1120 (0.0390)***	-0.1197 (0.0399)***	-0.1139 (0.0398)***	
Superf. agropecuaria	0.0002 (0.0001)**	0.0002 (0.0001)**	0.0002 (0.0001)**	
% superficie destinada a mercado	0.3845 (0.1494)**	0.4037 (0.1511)***	0.4005 (0.1507)***	
Parcelas por hectárea	-0.0687 (0.0559)	-0.0689 (0.0556)	-0.0742 (0.0554)	
% tierras bajo riego	-0.0519 (0.1082)	-0.0343 (0.1055)	-0.0360 (0.1075)	
Tasa de pobreza distrital	-0.4500 (0.1675)***	-0.4074 (0.1677)**	-0.3961 (0.1689)**	
Puntaje RRNN	-0.0003 (0.0007)	-0.0003 (0.0008)	-0.0002 (0.0008)	
Existe mercado en el CCPP	0.1434 (0.0566)**	0.1475 (0.0585)**	0.1495 (0.0592)**	
Horas a capital prov.	-0.0061 (0.0025)**			
Intercepto	5.2125 (0.2384)***	5.1042 (0.2420)***	5.1063 (0.2462)***	
Observaciones	6264	6264	6264	
R cuadrado	0.38	0.40	0.39	

Notas: 1/. Incluye vías afirmadas y vías pavimentadas

- Se reportan errores estándar robustos a nivel de conglomerado entre paréntesis.

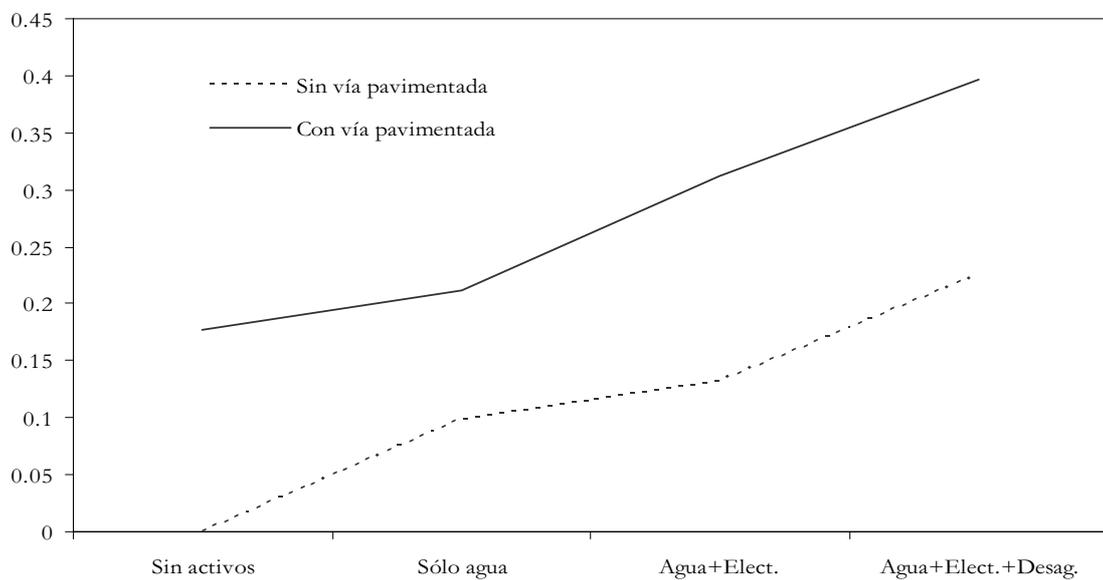
- Significancia: \*\*\* 1%; \*\* 5%; \* 10%.

**Gráfico 4**  
Efectos de la Complementariedad de la Inversión en Infraestructura II



Es interesante notar que los impactos que se observan en el cuadro 19 son mayores cuando se añade a la complementariedad de la infraestructura de agua, electricidad y teléfono el efecto de acceder a caminos carrozables y, mejor aún, pavimentados. Dichos impacto se presentan de manera resumida en el gráfico 5.

**Gráfico 5**  
Efectos de la Complementariedad de la Inversión con distinto Acceso Vial



## 5.5 Simulaciones Adicionales

Estimadas las probabilidades de un hogar de acceder a cada una de las distintas fuentes de empleo y, condicionado a acceder a cada actividad, es posible estimar la cantidad de horas que le asignaría a cada actividad y simular cual sería el impacto sobre los ingresos de los hogares rules de acceder a uno o más servicios de infraestructura como los que aquí se analizan. Así la ecuación (2) mencionada líneas arriba puede ser reescrita como:

$$\Delta Y^{simulado} = \left( \sum_i \Delta S_i \cdot \frac{y_i}{l_i} \right) \cdot L + \left( \sum_i S_i \cdot \frac{y_i}{l_i} \right) \cdot \Delta L + \left( \sum_i \Delta \left( \frac{y_i}{l_i} \right) \cdot S_i \right) \cdot L + \text{interacciones} \quad (7)$$

En este caso, el primer término recoge el impacto directo ocasionado por la recomposición de las fuentes de ingreso manteniendo fijas el total de horas de trabajo asignadas por el hogar y la estructura de remuneraciones. A este efecto le denominaremos “efecto recomposición”. El segundo término de la ecuación (7) recoge el impacto directo ocasionado por el aumento en el número total de horas trabajadas por el hogar, manteniendo constante la distribución del tiempo entre actividades así como las remuneraciones de cada actividad. A este efecto le denominaremos “efecto empleo”. Por último, el tercer elemento recoge el impacto directo sobre los ingreso producto del cambio en rentabilidad de las distintas actividades; efecto al que denominaremos “efecto rentabilidad”. En la medida que esta descomposición no es exacta existen una serie de interacciones que aseguran que ambos lados de la ecuación (7) coincidan. Estas diferencias que son mínimas cuando se simulan el acceso a la vez pero que van ganando en importancia cuando se añaden activos las denominaremos “interacciones” y su importancia relativa será detallada para cada simulación.

Los ejercicios de simulación realizados contemplan darle el acceso a cada servicio público a la población que carece de ellos, ya sea invirtiendo de manera aislada “un activo a la vez” o, alternativamente, recibiendo un “paquete” de servicios (por ejemplo, agua desagüe y teléfono o electricidad y desagüe). En todos los casos el punto de comparación (*benchmark*) lo constituyen aquellos hogares rurales que no tienen acceso a ninguno de estos activos. De esta manera la comparación entre las distintas simulaciones permite evaluar los beneficios unitarios (por hogar o per capita) de invertir los activos de manera aislada o alternativamente, aprovechar sus potenciales complementariedades.

El cuadro 20 resume los principales resultados de las simulaciones cada una de las 9 simulaciones viene acompañada de dos tablas: la primera donde se muestra el beneficio neto (en soles mensuales por hogar que se obtiene por acceder a determinado servicio, las fuentes de ingreso de las que proviene y cómo se descompone este incremento entre los efectos “recomposición”, “empleo”, “rentabilidad” e “interacciones” señalados líneas arriba. El segundo cuadro presenta las distribuciones porcentuales de estos impactos para cada tipo de ingreso así como para el total de los ingresos percibidos por un hogar rural.

## Cuadro 20

### Descomposiciones de cambio del ingreso por combinación de activos (soles mensuales por hogar)

#### I. Agua

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Recomposición	0.78	14.32	-18.16	20.54	17.48
Efecto Empleo	3.47	2.29	8.75	1.84	16.36
Efecto Rentabilidad	-1.78	-2.87	-6.67	-5.83	-17.14
Interacciones	-0.06	-0.29	-0.43	-2.17	-2.95
<b>Total</b>	<b>2.42</b>	<b>13.45</b>	<b>-16.50</b>	<b>14.38</b>	<b>13.74</b>

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Recomposición	85.2%	99.1%	100.2%	118.5%	108.2%
Efecto Empleo	65.3%	2.3%	-22.6%	2.7%	12.3%
Efecto Rentabilidad	-49.2%	-1.9%	21.5%	-8.9%	-14.3%
Interacciones	-2%	-2%	3%	-15%	-22%
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

#### III. Teléfono

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Recomposición	72.57	65.17	204.61	64.77	407.12
Efecto Empleo	84.20	55.54	212.16	44.50	396.40
Efecto Rentabilidad	1.48	0.26	-19.50	0.92	-16.84
Interacciones	21.22	14.32	-35.12	20.21	20.64
<b>Total</b>	<b>179.47</b>	<b>135.29</b>	<b>362.15</b>	<b>130.41</b>	<b>807.31</b>

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Recomposición	25.0%	28.6%	91.3%	32.7%	43.5%
Efecto Empleo	29.0%	24.4%	94.6%	22.5%	42.4%
Efecto Rentabilidad	7.9%	2.4%	-53.9%	5.4%	-8.8%
Interacciones	11.8%	10.6%	-9.7%	15.5%	2.6%
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

#### II. Electricidad

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Recomposición	-54.59	276.35	47.19	175.34	444.29
Efecto Empleo	-2.21	-1.46	-5.56	-1.17	-10.39
Efecto Rentabilidad	-3.77	5.89	26.67	8.39	37.18
Interacciones	0.02	1.88	-3.07	4.91	3.74
<b>Total</b>	<b>-60.55</b>	<b>282.66</b>	<b>65.24</b>	<b>187.47</b>	<b>474.82</b>

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Recomposición	73.5%	83.0%	51.4%	69.2%	74.5%
Efecto Empleo	9.7%	-1.1%	-19.7%	-1.4%	-4.8%
Efecto Rentabilidad	15.3%	5.4%	86.4%	9.9%	16.7%
Interacciones	0%	1%	-5%	3%	1%
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

#### IV. Agua+Electricidad

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Recomposición	13.92	15.79	-39.58	55.51	45.65
Efecto Empleo	8.16	5.38	20.57	4.32	38.43
Efecto Rentabilidad	14.63	0.29	47.12	7.55	69.58
Interacciones	36.34	18.99	8.04	75.36	138.73
<b>Total</b>	<b>73.05</b>	<b>40.46</b>	<b>36.16</b>	<b>142.73</b>	<b>292.40</b>

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Recomposición	34.3%	44.3%	148.9%	43.2%	34.2%
Efecto Empleo	3.7%	2.2%	-37.1%	1.0%	4.6%
Efecto Rentabilidad	6.8%	0.5%	-87.6%	1.8%	8.7%
Interacciones	49.7%	46.9%	22.2%	52.8%	47.4%
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

Nota Simulaciones respecto de la categoría "sin activos"; basado en los modelos estimados y las medianas de ingreso horario por actividad

## Cuadro 20 (continuación)

Descomposiciones de cambio del ingreso por combinación de activos  
(soles mensuales por hogar)

### V. Agua+Teléfono

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Reconstrucción	1.91	13.52	-30.62	36.77	21.58
Efecto Empleo	3.60	2.37	9.07	1.90	16.95
Efecto Rentabilidad	1.67	15.40	-24.78	13.49	5.77
Interacciones	1.70	19.00	-21.03	25.84	25.51
Total	8.88	50.29	-67.37	78.01	69.82

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Reconstrucción	57.2%	67.6%	52.8%	61.0%	68.3%
Efecto Empleo	18.8%	1.7%	-7.5%	0.9%	6.9%
Efecto Rentabilidad	10.4%	7.6%	32.1%	7.1%	-4.8%
Interacciones	19.1%	37.8%	31.2%	33.1%	36.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

### VII. Agua+Electricidad+Desague

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Reconstrucción	32.05	45.66	-74.80	50.94	53.85
Efecto Empleo	4.34	2.86	10.93	2.29	20.43
Efecto Rentabilidad	38.00	40.01	10.27	12.01	100.29
Interacciones	21.19	37.65	-6.88	17.04	69.01
Total	95.58	126.19	-60.48	82.28	243.57

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Reconstrucción	55.3%	50.7%	104.0%	71.2%	48.9%
Efecto Empleo	1.5%	0.5%	-7.5%	0.9%	2.3%
Efecto Rentabilidad	13.5%	7.8%	-5.5%	4.9%	11.0%
Interacciones	19.1%	37.8%	31.2%	33.1%	36.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

### IX. Todos

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Reconstrucción	-15.29	83.26	-98.41	86.91	56.47
Efecto Empleo	13.46	8.88	33.92	7.12	63.38
Efecto Rentabilidad	63.14	32.98	76.40	16.24	188.77
Interacciones	-3.33	62.34	-37.43	39.69	61.26
Total	57.99	187.46	-25.52	149.95	369.88

### VI. Electricidad+Teléfono

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Reconstrucción	29.86	43.08	-58.80	52.21	66.35
Efecto Empleo	5.14	3.39	12.94	2.72	24.18
Efecto Rentabilidad	22.96	2.22	78.12	27.76	131.05
Interacciones	35.56	6.84	59.38	67.87	169.66
Total	93.52	55.53	91.65	150.55	391.25

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Reconstrucción	58.3%	86.0%	6312.8%	48.6%	50.2%
Efecto Empleo	2.0%	1.1%	-678.2%	0.7%	2.7%
Efecto Rentabilidad	9.2%	1.1%	-3944.9%	7.6%	14.3%
Interacciones	38.0%	12.3%	64.8%	45.1%	43.4%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

### VIII. Agua+Electricidad+Teléfono

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Reconstrucción	22.53	77.41	-69.38	53.22	83.79
Efecto Empleo	4.61	3.04	11.61	2.44	21.69
Efecto Rentabilidad	20.26	0.00	0.04	0.05	20.36
Interacciones	11.29	35.21	-19.84	38.95	65.62
Total	58.69	115.66	-77.56	94.67	191.45

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Reconstrucción	65.7%	73.4%	78.3%	58.7%	65.6%
Efecto Empleo	2.6%	0.5%	-6.4%	0.8%	2.5%
Efecto Rentabilidad	11.7%	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%
Interacciones	38.0%	12.3%	64.8%	45.1%	43.4%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

	Salarial Agropecuario	Salarial No Agropecuario	No Salarial Agropecuario	No Salarial No Agropecuario	Total
Efecto Reconstrucción	97.2%	54.0%	92.9%	65.2%	44.6%
Efecto Empleo	-13.1%	1.1%	-15.7%	1.7%	7.1%
Efecto Rentabilidad	-61.9%	4.3%	-29.8%	3.9%	20.1%
Interacciones	-5.7%	33.3%	146.7%	26.5%	16.6%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Nota Simulaciones respecto de la categoría "sin activos"; basado en los modelos estimados y las medianas de ingreso horario por actividad

Los gráficos 6 al 14 muestran de manera gráfica como se descomponen cada una de estas simulaciones para cada servicio de infraestructura evaluado individualmente y para “paquetes” de servicios asociados de a dos y de a tres, para finalmente mostrar el impacto de acceder, al mismo tiempo, a todos los servicios aquí analizados.

En primer cabe destacar que todos los resultados son razonables respecto a lo que uno podía prever: es decir que el acceso a nueva infraestructura pública permitiría ampliar la oferta de trabajo disponible, recomponer la asignación de tiempos hacia actividades no-agrícolas, salariales y no salariales y, finalmente elevar adicionalmente los ingresos gracias a la mayor rentabilidad relativa de estas actividades. El único caso raro que vale la pena mencionar es el de la primera simulación (acceso a agua) donde la rentabilidad por resulta ser mas baja que el grupo control. Esto se debería a que, justamente, este escenario es el menos robusto pues no hay en la muestra de la ENAHO suficientes casos con acceso a agua pero sin acceso a los demás servicios públicos. Siendo este el caso es difícil aislar el efecto particular del acceso a este servicio, siendo más sencillo, como veremos más adelante evaluarlo a partir del ingreso adicional que se obtiene de comparara aquellos que tienen, por ejemplo, agua y electricidad respecto a los que sólo tienen electricidad.

En el caso de los demás activos tomados de uno en uno (electricidad y teléfonos) las simulaciones que se muestran en el cuadro 20 y en los gráficos 7 y 8 muestran nítidamente el importante impacto que se obtiene al acceder a cualquiera de estos activos. En el caso del acceso teléfono, de manera aislada, el impacto identificado está mayormente asociado a la expansión de las horas de trabajo y en menor medida a cierta recomposición hacia actividades agrícolas independientes.

**Gráfico 6**

**RECOMPOSICION DEL INGRESO RURAL  
(ACCESO A INFRAESTRUCTURA DE AGUA)  
soles mensuales por hogar**

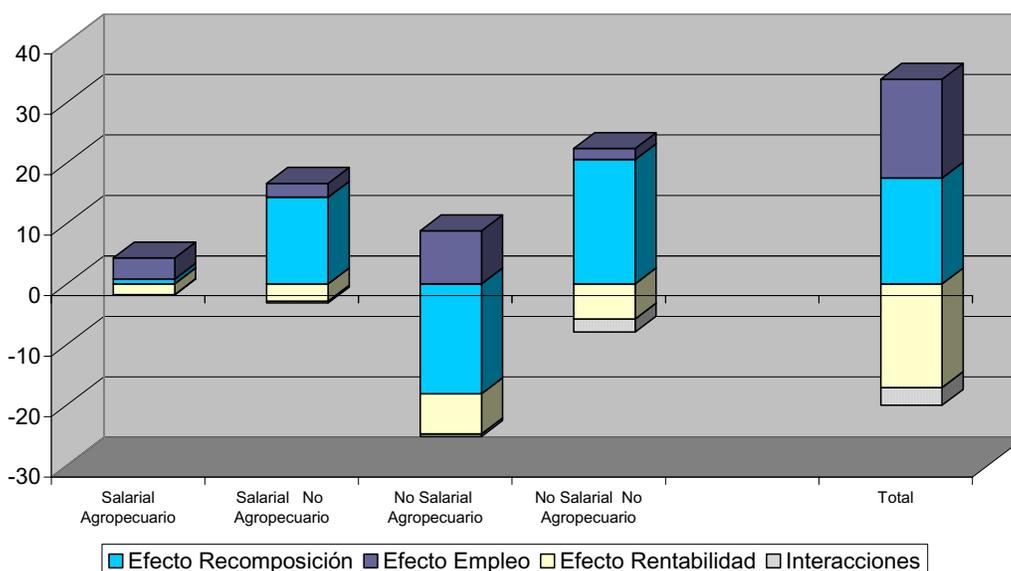


Gráfico 7

**RECOMPOSICION DEL INGRESO RURAL  
(ACCESO A INFRAESTRUCTURA DE TELEFONOS)  
soles mensuales por hogar**

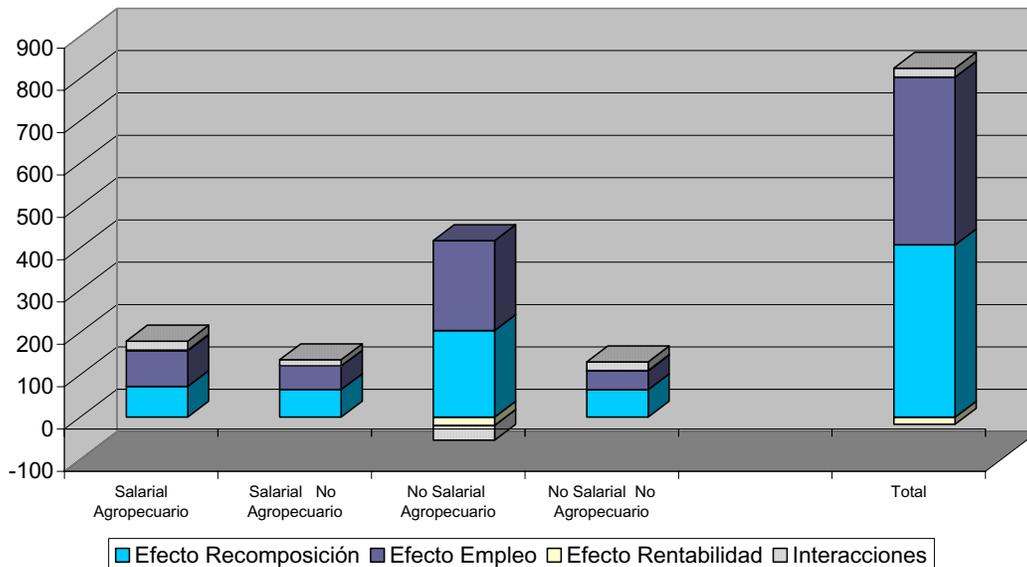
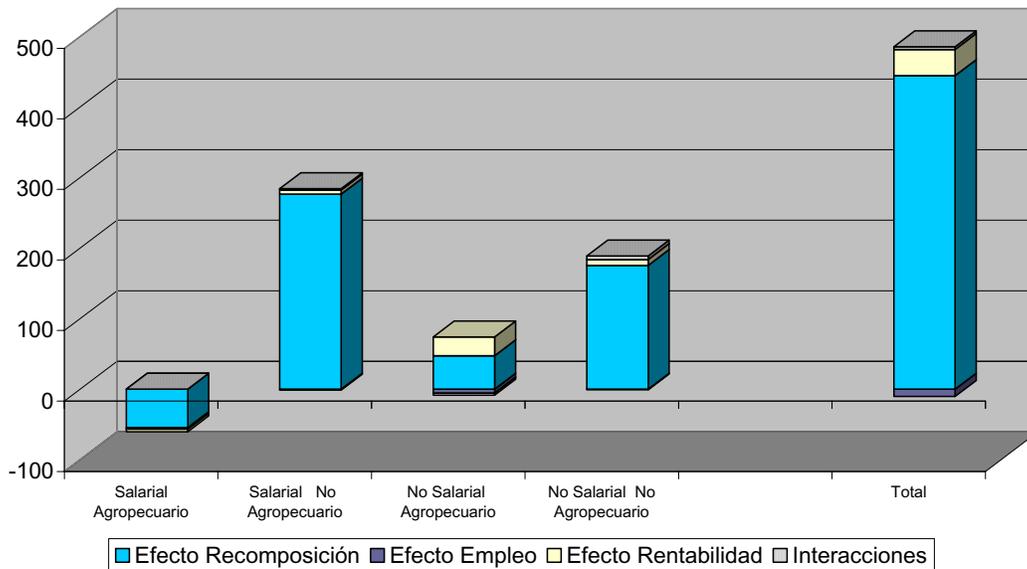


Gráfico 8

**RECOMPOSICION DEL INGRESO RURAL  
(ACCESO A INFRAESTRUCTURA DE ELECTRICIDAD)  
soles mensuales por hogar**



En el caso del acceso a servicios de infraestructura de electricidad, en cambio el mayor efecto se da, como era de esperarse, producto del “efecto recomposición” en la medida que el acceso a dicho servicio incrementa las oportunidades de los hogares rurales para realizar actividades no agropecuarias, tanto por cuenta propia (artesanía, pequeña industria) como asalariamiento en pequeños poblados que cuenten con ese servicio.

Las simulaciones asociadas a combinaciones de dos o más activos empiezan a mostrar un mayor rol del efecto interacción. En la mayor parte de las simulaciones este efecto se produce fundamentalmente en interacción entre la recomposición de horas entre actividades y los cambios en las rentabilidades. Dicho de otro modo los hogares gracias al acceso a más de un activo, empiezan a dedicar más horas para trabajar en las actividades que justamente tienen los mayores salarios por hora.

Dependiendo de la combinación de activos, y el número de activos involucrados, el incremento inicial en los ingresos como agricultor (asociados, seguramente a mejoras de productividad) puede incluso convertirse en reducciones netas en este rubro, cuando las mayores rentabilidades en los sectores no agrícolas impulsan a una reducción en el número absoluto de horas dedicadas a la actividad agropecuaria. Esto es justamente lo que sucede cuando se obtiene simultáneamente acceso a agua y teléfono (gráfico 9); agua, desagüe y electricidad (gráfico 12); agua electricidad y teléfono (gráfico 13) o todos los activos a la vez, como se observa en el gráfico 14.

Gráfico 9

**RECOMPOSICION DEL INGRESO RURAL  
(ACCESO A INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y TELEFONOS)  
soles mensuales por hogar**

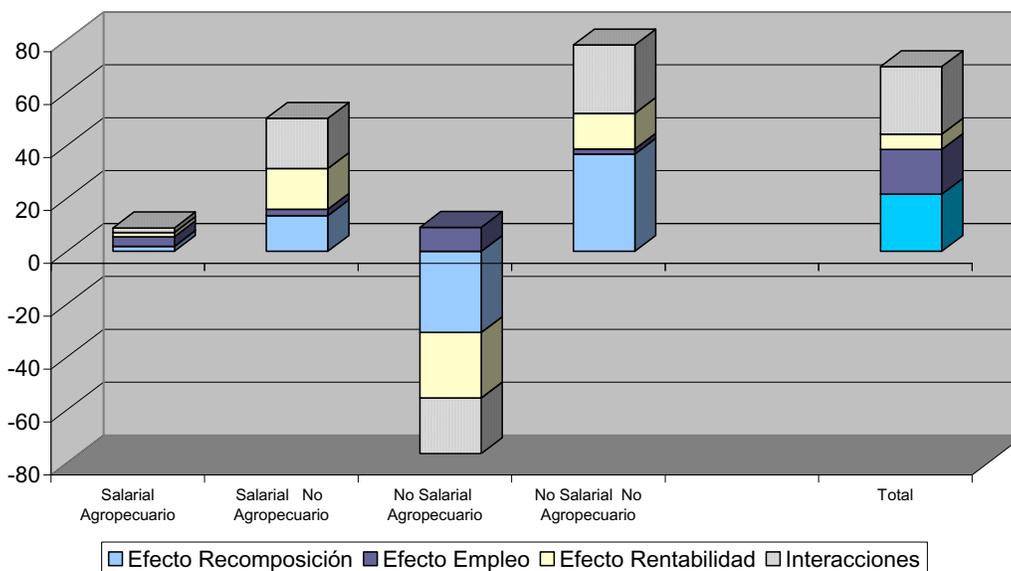


Gráfico 10

**RECOMPOSICION DEL INGRESO RURAL  
(ACCESO A INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y ELECTRICIDAD)  
soles mensuales por hogar**

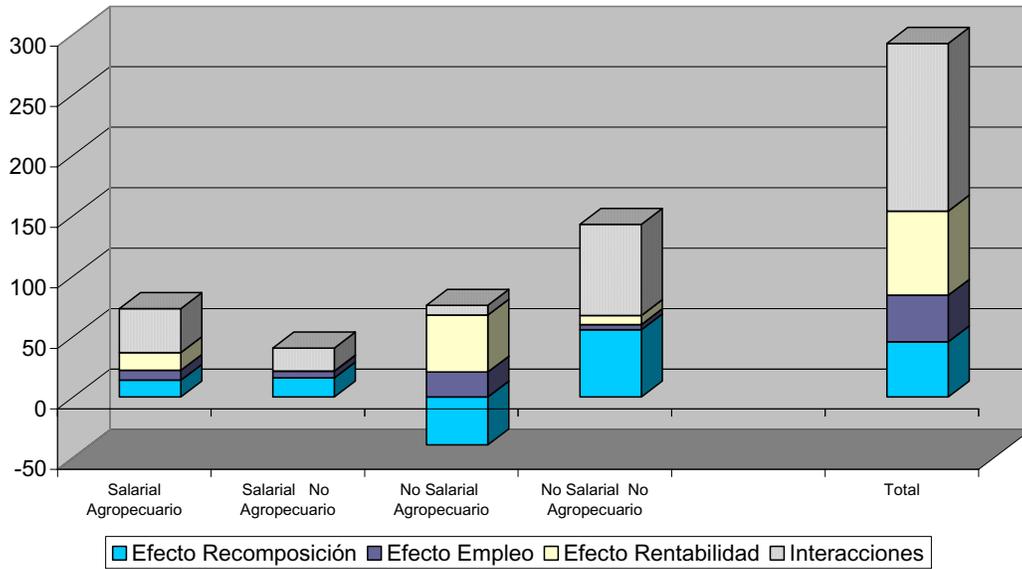


Gráfico 11

**RECOMPOSICION DEL INGRESO RURAL  
(ACCESO A INFRAESTRUCTURA DE ELECTRICIDAD Y TELEFONOS)  
soles mensuales por hogar**

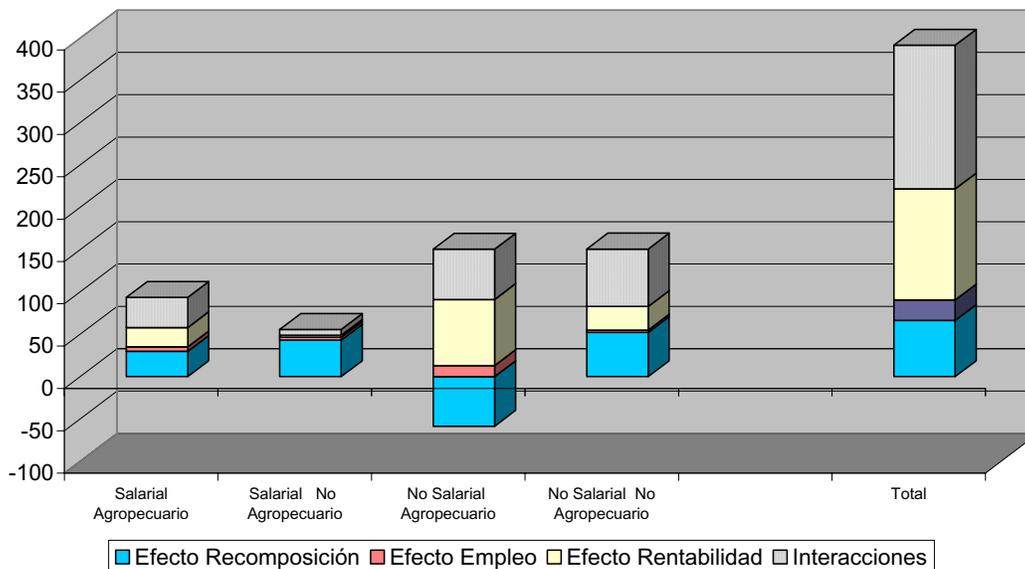


Gráfico 12

**RECOMPOSICION DEL INGRESO RURAL  
(ACCESO A INFRAESTRUCTURA DE AGUA, DESAGUE Y ELECTRICIDAD)  
soles mensuales por hogar**

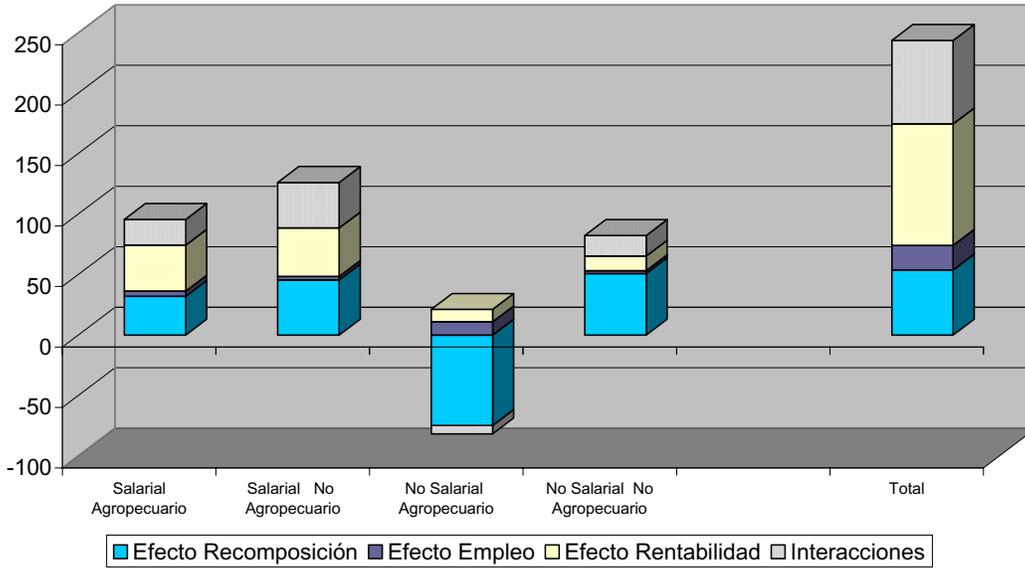


Gráfico 13

**RECOMPOSICION DEL INGRESO RURAL  
(ACCESO A INFRAESTRUCTURA DE AGUA, ELECTRICIDAD Y TELEFONOS)  
soles mensuales por hogar**

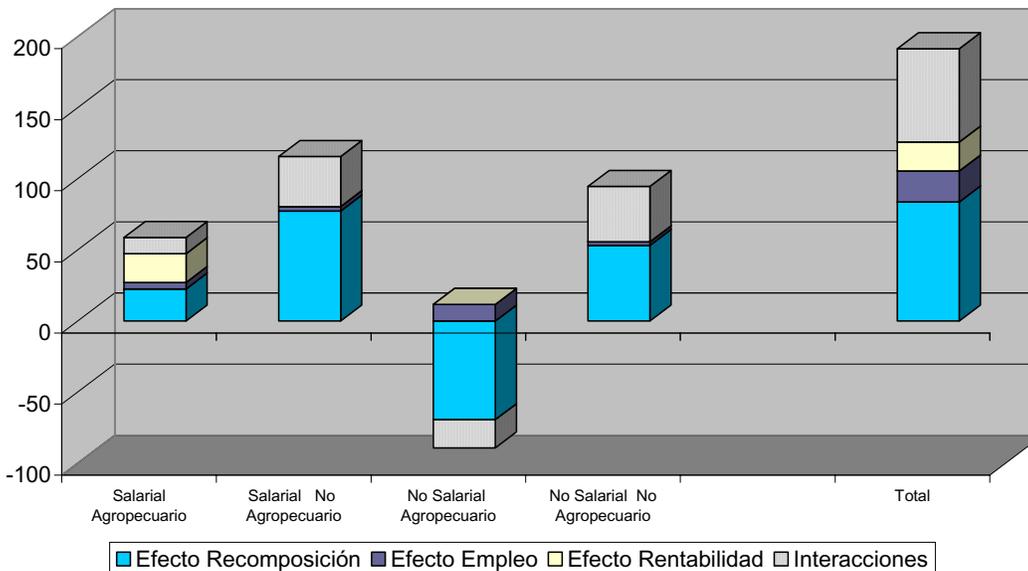
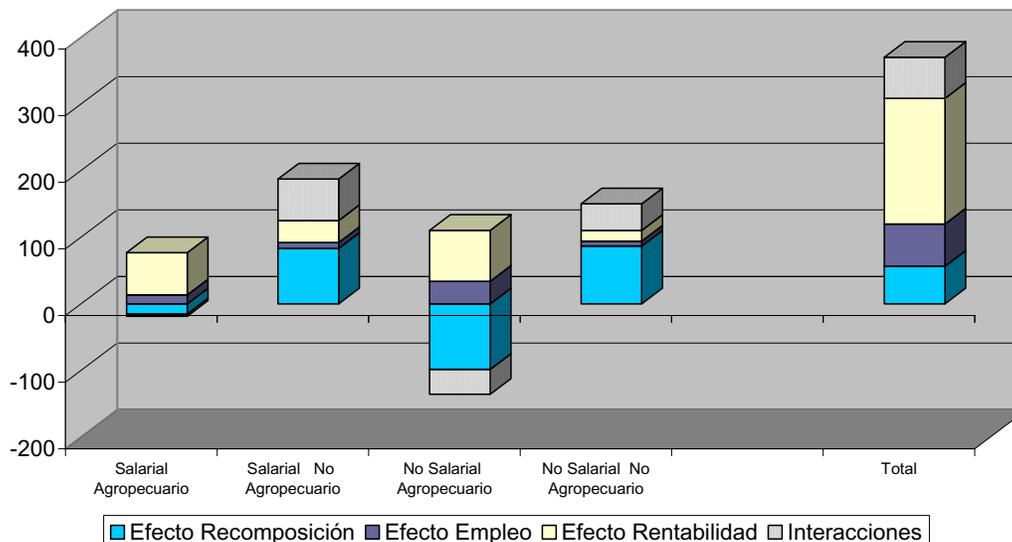


Gráfico 14

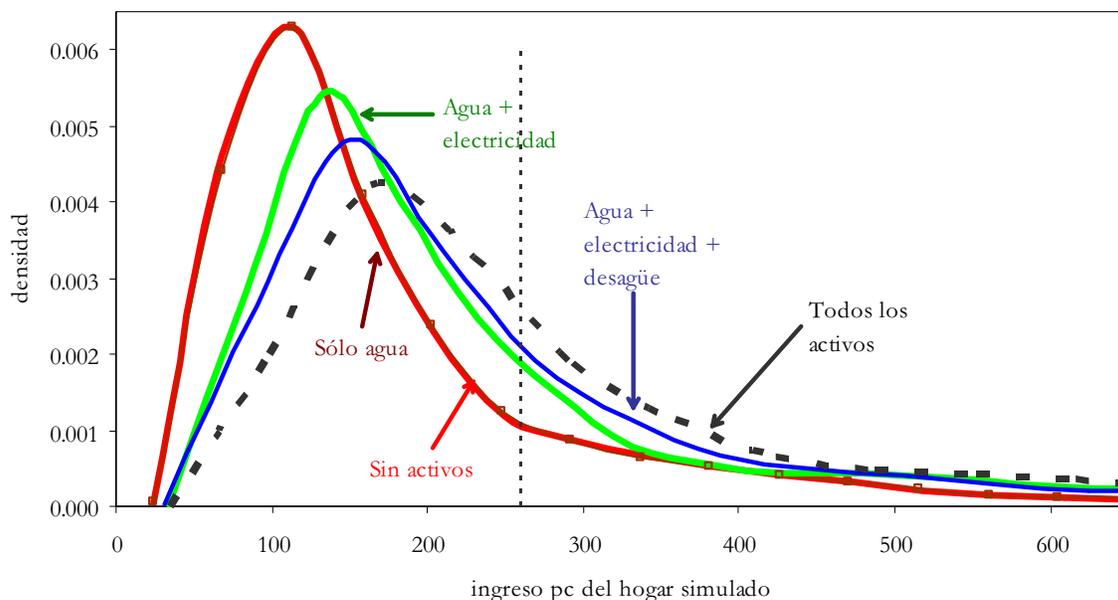
**RECOMPOSICION DEL INGRESO RURAL  
(ACCESO A INFRAESTRUCTURA DE AGUA, DESAGUE, TELEFONO Y  
ELECTRICIDAD)  
soles mensuales por hogar**



Una manera alternativa de observar cómo la interacción entre los distintos tipos de inversión en infraestructura afecta la distribución de ingresos de los hogares en rurales es simulando cómo se desplaza la curva de distribución del ingreso. Tal como se puede ver nítidamente en el gráfico 15, en la medida que la población rural accede secuencialmente a mayores servicios de infraestructura, la distribución del ingreso se va desplazando hacia la derecha, reduciendo el porcentaje de pobladores por debajo de la línea de pobreza (línea punteada) y reduciendo el sesgo de la distribución, en la medida que las diferencias de los ingresos ya sólo estarían asociadas a factores individuales (por ejemplo diferencias en las dotaciones de educación o activos privados), en un contexto como el simulado, dónde existiría acceso universal en el sector rural a los distintos servicios de infraestructura.

A manera de conclusión de este ejercicio de simulación el cuadro 21 muestra las reducciones en la tasa de pobreza y en la concentración del ingreso (medido por coeficiente Gini del ingreso per cápita simulado) para un grupo representativo de las simulaciones realizadas. Aquí se hace evidente como las ganancias medidas tanto en mayores ingresos per cápita como en mayores reducciones en la tasa de pobreza se obtienen cuando se combinan varios servicios de infraestructura a la vez. Siendo especialmente notorios los aportes de tener acceso a electricidad cuando ya se cuenta con servicios de agua y acceso a teléfono cuando ya se cuenta con agua, desagüe y electricidad.

Gráfico 15  
Cambio en la Distribución del Ingreso  
(Según simulaciones)



Cuadro 21  
Resumen de las Simulaciones

	Simulaciones		
	Tasa pobreza	Media ingreso pc	Gini
Sin activos	82.5%	183.58	0.37
Sólo agua	82.2%	185.97	0.37
Agua + Electricidad	74.5%	233.87	0.35
Agua + Elect + Desagüe	69.9%	255.87	0.35
Todos	62.3%	293.70	0.35
	Observado		
ENAH0 2001 IV	73.1%	228.54	0.45

Finalmente, sobre la base de estos resultados se puede realizar un ejercicio de análisis de costos y beneficios. Este análisis permite analizar la viabilidad de las inversiones en infraestructura una vez considerados los costos de las mismas como los beneficios identificados para los hogares. Aproximaciones sobre los costos de instalar la infraestructura se han podido obtener de la Oficina de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas (ODI-MEF) y se pueden resumir en la tabla a continuación.

**Cuadro 22**  
**Análisis de Costos-Beneficios (soles)**

	Media de Ingresos pc (mensual)	Ganancia por Activos (mensual)	Ganancia por Activos (annual)	Costo total de instalación pc (1)	VPN pc
Sin Activos	183.58				
Sólo agua	185.97	2.39	28.68	845.25	(608.76)
Agua + Electricidad	233.87	50.29	603.48	1273.05	1,368.07
Agua + Electricidad+Desague	255.87	72.29	867.48	2076.9	1,754.53
Todos	293.7	110.12	1321.44	4560.9	1,473.11

Nota:(1) Los costos provienen de la Oficina de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzanzas y han sido reportados en IPE(2003). En tal sentido los costos incluidos son de US\$ 245 por el costo total percapita de la ampliación del servicio de agua potable, US\$ 233 por el costo total percapita de la ampliación del servicio de alcantarillado, US\$ 124 por el costo percapita de conexión eléctrica, y US\$ 720 por el costo de instalación unitario de una línea teléfono. (2) Adicionalmente se ha asumido una vida útil de la infraestructura por un periodo de 10 años y una tasa de descuento del 16.4%.

Si se utiliza, por ejemplo, una tasa de descuento anual de 16.4%<sup>9</sup>, y se asume una duración promedio de los activos de 10 años, se puede calcular el valor presente neto de la inversión en infraestructura. Los flujos de ingresos provienen de las simulaciones detalladas en el cuadro 21 y los costos se presentan en el Cuadro 22. Como era de esperar, sobre la base de los resultados obtenidos en la sección anterior, el valor presente cuando sólo se accede a agua es negativo (-608.76 soles per-capita) mientras cuando se accede a todos los tipos de infraestructura este llega a ascender a 1,473.11 soles per capita. Una posible explicación del retorno negativo que se obtiene para el caso del agua se puede deber a que este es uno de los activos con menores efectos directos sobre la producción. Sin embargo, el acceso a agua potable tiene importantes efectos indirectos como la reducción de los costos de salud del hogar y reducción en la mortalidad infantil (Galiano et.al 2003), beneficios que nuestras estimaciones no logran capturar.

Si adicionalmente se incluye un costo por el acceso a estos activos que asegure, por ejemplo, cubrir por lo menos el mantenimiento de los mismos, los impactos encontrados serían obviamente menores. Así, por ejemplo, si se asume un costo de US\$ 10 por el acceso mensual a todos los activos estudiados, el valor presente para este caso pasaría de 1,473.11 soles a 66.15 soles. Sin embargo, si se excluye el acceso a agua el valor presente pasaría de 66.15 soles a 674.69 soles per capita.

<sup>9</sup> Esta es la tasa de descuento anual que normalmente es usada para la evaluación de inversiones que estén relacionadas con proyectos de telecomunicaciones rurales (ver Anexo 3 para mayores detalles).

Si bien, es importante destacar que estas estimaciones son muy preliminares y se requeriría de un análisis detallado de costos para identificar exactamente los costos fijos y variables atribuibles a cada tipo de infraestructura, de ser ciertas generarían algunas recomendaciones de política interesantes.

En primer lugar, queda claro que si bien el acceso a infraestructura trae consigo beneficios significativos a los hogares, tanto directos como indirectos, y los hogares estarían en capacidad de pagar tanto el costo de instalación como el mantenimiento de los mismos, los ingresos marginales que les quedan son mínimos y claramente le impedirían moverse de su condición de pobreza. Por lo tanto, el espacio de co-financiamiento es limitado y es indispensable diseñar mecanismos institucionales que permitan financiar y asegurar el mantenimiento de la infraestructura para lograr hacer viables estos proyectos. Un ejemplo importante en este aspecto es el caso del Fondo de Inversiones en Telecomunicaciones (FITEL) que en la actualidad se está buscando replicar para el caso de electricidad rural.

En segundo lugar, los beneficios de los activos se diferencian claramente de acuerdo a sus impactos sobre la cadena productiva. Es claro, que el caso de electricidad, teléfono y carreteras tiene un impacto directo sobre la producción desplazando la frontera de producción y la curva del costo marginal, aumentando por consiguiente la tasa de retorno de la inversión privada. Más aun, estos activos también pueden cambiar la estructura de precios relativos de insumos y productos por la reducción de los costos de transacción generando un conjunto de señales de mercado completamente diferente y reconfigurando la conexión de los productores con los mercados. Por otro lado, activos como el agua potable no necesariamente tiene un impacto directo y más bien su efecto es indirecto a través de mejoras en salud y su potencial impacto en la reducción de gastos del hogar, y en una menor pérdida de horas de trabajo por enfermedades. Estos impactos, si bien no se pueden medir claramente en el presente estudio, son de gran importancia y justifican realizar estudios que busquen cuantificarlos.

En tercer lugar, de estos resultados también se desprende la importancia de estimar la complementariedad existente entre los distintos tipos de infraestructura pública y entre la infraestructura pública y las dotaciones de activos privados (capital humano, capital físico financiero o capital social) que ya están en manos de los pobres rurales, para maximizar el impacto de la inversión en infraestructura pública.

Finalmente, si se analiza las tasas actuales de pobreza y la brecha que habría que cubrir para eliminar la pobreza y la extrema pobreza (ver Cuadro 23) se encuentra que la provisión de activos públicos podría ayudar significativamente a reducir esta brecha. Por ejemplo, actualmente para el Perú rural se requeriría de US\$ 234 millones (0.36% del PBI) anuales para eliminar la pobreza extrema y 1,245 millones de US\$ (1.92% del PBI) para eliminar la pobreza. En tal sentido, si no se quisieran realizar transferencias o subsidios directos de este monto cada año, se debe pensar en una lógica en la que se transfieren activos a los pobres que generen una rentabilidad equivalente a un flujo de esta magnitud.

Así por ejemplo, partiendo de los resultados de rentabilidad de los activos públicos encontrados en los cuadros anteriores, es decir una tasa de rentabilidad de 6.44%<sup>10</sup>, como una perpetuidad anual, se les debería de proveer de activos por un monto de US\$ 3,639 millones para permitirle a los hogares rurales salir parta siempre de la pobreza extrema. En un período de 5 años esto implicaría inversiones sociales que incrementen el capital de infraestructura de los pobres extremos en US\$ 727 millones anuales. Esta cifra, aunque sólo tentativa, da una idea del reto necesario para generar inversiones en infraestructura que combatan efectivamente la pobreza rural.

**Cuadro 23**  
**Perú: Indicadores de pobreza extrema y gasto necesario para cubrir la brecha de la**  
**pobreza extrema 2000**  
**(En base a ENNIV)**

	Número de pobres		Gasto Necesario para cubrir la brecha de pobreza (millones de US\$)		Gasto per cápita Necesario para cubrir la brecha de pobreza (US\$)	
	Extremos	Totales	Pobreza Extrem	Pobreza Total	Pobreza Extre	Pobreza Total
Costa rural	361,898	853,707	32.48	174.93	89.75	204.90
Sierra rural	1,734,288	3,761,451	151.88	822.76	87.57	218.73
Selva rural	573,865	1,260,681	49.99	248.19	87.11	196.87
Total	2,670,050	5,875,839	234.35	1,245.87	87.77	212.03

Fuente: Basado en ENNIV 2000 y estimaciones realizadas por GRADE.

## 6. Reflexiones Finales

Los resultados muestran, nítidamente que a medida que se incrementa el acceso a la infraestructura rural aumentan las oportunidades de que los hogares accedan a estructuras de ingresos más diversificadas lo que a su vez lleva a un incremento del número de horas trabajadas, la proporción de horas trabajadas en actividades no agrícolas y finalmente a un efecto agregado positivo sobre el ingreso per cápita de los hogares. Sin embargo estas oportunidades de ingresos son un tanto más visibles entre quienes tienen mayores niveles de ingreso y quienes pueden aprovechar mejor su posesión de activos privados (por ejemplo mayor educación) para aumentar su actividad no agropecuaria y reducir su participación en actividades agrícolas independientes.

El método de emparejamiento, muestra tanto el incremento de horas trabajadas, cómo el cambio en la proporción de horas dedicadas a actividades no agrícolas a medida que se incrementa el acceso al número de activos de infraestructura. Así, el número de horas trabajadas se incrementa en promedio en cuatro horas cuando los hogares acceden a más de dos activos y en 3 horas a la semana cuando acceden a dos activos. Del mismo modo se encuentra que acceder a varios tipos de infraestructura genera ingresos más altos que la

<sup>10</sup> Esta tasa se obtiene de dividir el ingreso medio percapita de tener todos los activos presentado en el cuadro 22 (S/.293.7) entre el costo total de instalación de todos los activos (S/.4560.9).

suma de los beneficios individual. Así se hace evidente que existen importantes complementariedades en el acceso a infraestructura pública.

Las estimaciones econométricas complementan este análisis y muestran que el acceso a electricidad es el activo público que tiene un mayor impacto por si sólo reduciendo las probabilidades de mantenerse como agricultor independiente, e incrementando la probabilidad de participar en las otras fuentes de empleo. Le siguen en importancia el acceso a oportunidades de educación secundaria, especialmente cuando se trata de opciones de empleo asalariado y el acceso a teléfono, cuando se trata de oportunidades de empleo no-agropecuarias.

Más allá del impacto que estos activos generan en las decisiones de participar en una o más actividades de empleo, el acceso a estos activos también permite un incremento en la productividad de quienes acceden a estas fuentes de empleo. Si se analiza en forma conjunta los cambios en la participación y cambios en la asignación de tiempo entre actividades se puede verificar que la infraestructura rural analizada permite incrementar los ingresos rurales hasta en 186 soles más mensuales dependiendo del activo. Los impactos más fuertes que se identifican tienen que ver con la mejora en el acceso a la infraestructura vial y a la infraestructura de salud. Es interesante notar que la inversión conjunta en caminos, educación, salud y electrificación permitiría incrementos promedio de los ingresos rurales del orden de 34%, los que se darían gracias a incrementos sustanciales de los ingresos no-salariales no-agropecuarios como al incremento de oportunidades de ingreso en actividades salariales no-agropecuarias.

Más aún, y como resulta del ejercicio de simulación, las reducciones en la tasa de pobreza y en la concentración del ingreso (medido por coeficiente Gini del ingreso per cápita simulado) como consecuencia del acceso a infraestructura es significativa. Así, cuando se combinan varios servicios de infraestructura a la vez las ganancias medidas tanto en mayores ingresos per cápita como en mayores reducciones en la tasa de pobreza llegan hasta 110 soles más de ingreso y a una tasa de pobreza 20% menos. Siendo especialmente notorios los aportes de tener acceso a electricidad cuando ya se cuenta con servicios de agua y acceso a teléfono cuando ya se cuenta con agua, desagüe y electricidad.

En resumen, este estudio permite establecer relaciones cuantitativas de la mejora de la provisión de estos servicios de infraestructura sobre los hogares rurales. Es claro del mismo que el mayor acceso a la infraestructura analizada es un insumo que facilita el desarrollo de actividades productivas llevando a mayores ingresos de los hogares, sea por una mayor cantidad de horas trabajadas, por una mayor diversificación de sus actividades o finalmente por un cambio de la rentabilidad de las actividades. Este incremento en el ingreso lleva a través del mismo una reducción de la pobreza en las zonas rurales y por consiguiente a un mayor bienestar en dichas zonas.

## **Bibliografía**

- Abdulai, A., y CroleRees, A. (2001): "Determinants of income diversification amongst rural households in Southern Mali." *Food Policy*, 26(4), 437-452.
- Ahmed, R., y C. Donovan (1992): *Issues of Infrastructural Development : A Synthesis of the Literature*. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.
- Aschauer, D. A. (1997): "Output and Employment Effects of Public Capital," Jerome Levy Economics Institute of Bard College. Working Papers, No. 190, 1-[31].
- Barnes, Douglas F., "Best Practices and Grid Rural Electrification: Preliminary Evidence from Selected Case Studies," Village Power '98: Scaling Up Electricity Access for Sustainable Rural Development, October 6-8, 1998, Washington, DC (NREL/World Bank).
- Binswanger, H. P., y S. R. Khandker, y M. R. Rosenzweig (1993): "How Infrastructure and Financial Institutions Affect Agricultural Output and Investment in India," *Journal of Development Economics*, 41, 337-66.
- Blejer, M. I., y M. S. Khan (1984): "Government Policy and Private Investment in Developing Countries," *Staff Papers / International Monetary Fund*, 31, 379-403.
- Blum, U. (1998): "Positive Externalities and the Public Provision of Transportation Infrastructure: An Evolutionary Perspective" Dresden University of Technology. *Journal of Transportation and Statistics* Octubre 1998, 81-88
- Canning, D., y E. Bennathan. (2000): *The Social Rate of Return on Infrastructure Investments*. Washington, DC: World Bank Development Research Group Public Economics and Private Sector Development and Infrastructure Infrastructure Group.
- Carnemark, C., J. Biderman y D. Bovet (1976): *The Economic Analysis of Rural Road Projects*. World Bank Staff Working Paper No. 241. Washington D.C.
- Cecelski, Elizabeth, *Decentralized Rural Electrification for Sustainable Development: Some issues and questions*, Working paper no. 77, University of Twente, Technology and Development Group, Enschede 1996.
- CEPAL, (1994). "Energía y Equidad: El caso de Chile", LC/R.
- Chong, A. y C. Calderón (2001): "Volume and Quality of Infrastructure and the Distribution of Income: An Empirical Investigation". Inter-American Development Bank. Research department. Working Paper #450 Washington D.C. Abril 2001
- Creightney, C. D. (1993): *Transport and Economic Performance : A Survey of Developing Countries*. Washington, DC: World Bank.

- Crihfield, J. B., y Panggabean, M. P. H. (1995): "Is public infrastructure productive? A metropolitan perspective using new capital stock estimates." *Regional Science and Urban Economics*, 25(5), 607-630.
- Datt, G. y M. Ravallion. (1996): *Why Have Some Indian States Done Better Than Others at Reducing Rural Poverty?* Washington, DC: World Bank Policy Research Dept. Poverty and Human Resources Division.
- Ellis, F., Kutengule, M., y Nyasulu, A. (2003): "Livelihoods and Rural Poverty Reduction in Malawi." *World Development*, 31(9), 1495-1510.
- Esfahani, H. S., y Ramirez, M. T. (2003): "Institutions, infrastructure, and economic growth." *Journal of Development Economics*, 70(2), 443-477.
- Fan, S. y P. Hazell (1999): "Are Returns To Public Investment Lower In Less-Favored Rural Areas? An Empirical Analysis Of India". EPTD Discussion Paper NO. 43. Environment and Production Technology Division. International Food Policy Research Institute. Washington, D.C. Mayo 1999
- Fan, S., Hazell, P., y Haque, T. (2000a): "Targeting public investments by agro-ecological zone to achieve growth and poverty alleviation goals in rural India." *Food Policy*, 25(4), 411-428.
- Fan, S., Hazell, P., y Thorat, S. (2000b): "Government spending, growth and poverty in rural India." *American Journal of Agricultural Economics*, 82(4), 1038-51.
- Fan, S.; L. Zhang y X. Zhang (2002) "Growth, Inequality, and Poverty in Rural China The Role of Public Investments" Research Report 125. International Food Policy Research Institute. Washington, D.C.
- Ferreira, F. (1995): "Roads to Equality: Wealth Distribution Dynamics With Public-Private Capital Complementarity". STICERD, London School of Economics, London. Manuscrito.
- FITEL; (2003). Proyecto de Acceso a Internet en Capitales de Distrito del Peru. mimeo.OSIPTEL.
- Fosu, K.Y., N. Heerink, K.E. Ilboudo, M. Kuiper and A. Kuyvenhoven (1995): "Public Goods and Services and Food Security: theory and modeling approaches with special reference to Ghana and Burkina Faso". Artículo presentado en Réseau SADAOC Seminar, Accra Ghana, 13-15 Marzo 1995
- Fox, W. y S. Porca (2001): "Investing in Rural Infrastructure" *International Regional Science Review* 24, 1: 103-133 (Enero 2001)
- Galani Sebastian, Paul Gertler, and Ernesto Schargrotsky. 2003. "Water for Life: The Impact of Privatization of Water Services on Child Mortality." Unpublished paper.

- Gramlich, E.M., 1994. Infrastructure investment: a review essay. *Journal of Economic Literature* 32 (3), 1176– 1196.
- Guanatilaka, R. (1999): Rural Infrastructure Programmes for Poverty Reduction Policy: Issues From the Sri Lankan Experience. Artículo preparado para la Consulta Regional WDR2001 para Asia en “Poverty Reduction and Social Progress: New Trends and Emerging Lessons”, Abril 4-6, 1999, Rajendrapur, Bangladesh.
- Gulati, Ashok, y Narayanan, Sudha; (2003). *The Subsidy Syndrome in Indian Agriculture*. Oxford University Press, New York.
- Hazell, P. y S. Haggblade (1993) “Farm-Non-farm Growth Linkages and the Welfare of the Poor”, in M. Lipton and J. van der Gaag (eds.) *Including the Poor*, World Bank: Washington DC.
- Heckman, J. J., Ichimura, H., y Todd, P. (1998): "Matching as an econometric evaluation estimator." *Review of Economic Studies*, 65, 261-94.
- Holtz-Eakin, D., y Lovely, M. E. (1996): "Scale economies, returns to variety, and the productivity of public infrastructure." *Regional Science and Urban Economics*, 26(2), 105-123.
- Howe, J. D. G. F., y P. J. Richards (1984): *Rural Roads and Poverty Alleviation : A Study Prepared for the International Labour Office within the Framework of the World Employment Programme*. London: Intermediate Technology Publications.
- IPE; (2003). *La brecha en Infraestructura, Servicios Públicos, Productividad y Crecimiento en el Perú*. ADESEP-IPE, Lima.
- Jacoby, H. (1998): *Access to Markets and the Benefits of Rural Roads*. Washington, DC: World Bank Development Research Group Rural Development.
- Jalan, J. y Ravallion, M.(2002) “Geographic Poverty Traps? A Micro Model of Consumption Growth in Rural China” *Journal of Applied Econometrics*. vol. 17: 329–346 (2002)
- Jalan, J., y M. Ravallion. (1997): *Spatial Poverty Traps?* Washington, DC: World Bank Development Research Group.
- Jechoutek, K.G., "Selection and Economic Viability of Rural Electrification Projects," in G. Saunier, ed., *Rural Electrification Guidebook for Asia and Pacific*, Asian Institute of Technology, Bangkok, 1992.
- Jimenez, E.(1995): *Human and Physical Infrastructure: Public Investment and Pricing Policies in Developing Countries*. In Jere Behrman and T.N. Srinivasan, eds., *Handbook of Development Economics*, Volume 3, Amsterdam: North-Holland.

- Khennas, Smail and Andrew Barnett in association with London Economics & De Lucia Associates, Best Practices for Micro Hydro Electrification Programmes in Developing Countries, Synthesis Report for Department for International Development, UK and The World Bank, January 2000.
- Lächler, U., D. A. Aschauer. (1998): Public Investment and Economic Growth in Mexico. Washington, DC: World Bank Mexico Country Department.
- Lebo, J. y D. Schelling(2001): Design and Appraisal of Rural Transport Infrastructure: Ensuring Basic Access for Rural Communities. World Bank Technical Paper No. 496. Washington D.C.
- Lipton, M. y M. Ravallion(1995): Poverty and Policy. In Jere Behrman and T.N. Srinivasan, eds., Handbook of Development Economics, Volume 3, Amsterdam: North-Holland.
- Mamatzakis, E. C. (2003): "Public infrastructure and productivity growth in Greek agriculture." *Agricultural Economics*, 29(2), 169-180.
- Moseley, Paul, and David J. Fulford, "Community Micro-Hydro in LDCs: Adoption, Management and Poverty Impact, Project 7110, Socio-economic Effects of Micro-Hydro in Nepal, Sri Lanka, Ethiopia and Uganda," Draft? Report to DFID, The University of Reading, July 1999.
- Munasinghe, Mohan, Rural electrification for development: Policy analysis and applications, Westview Press, Boulder, 1987.
- Queiroz, C. A. V., y S. Gautam. (1992): Road Infrastructure and Economic Development : Some Diagnostic Indicators. Washington, D.C.: Western Africa Dept. and Infrastructure and Urban Development Dept. World Bank.
- Ravallion, M. (2003): "Externalities in Rural Development: Evidence for China". Discussion Paper No. 2003/54. July 2003; WIDER, United Nations University. Helsinki.
- Ravallion, M.(2002): "Externalities in Rural Development: Evidence for China". World Bank Policy Research Working Paper 2879, August 2002. Washington D.C.
- Reardon, T., Berdegue, J., y Escobar, G. (2001): "Rural Nonfarm Employment and Incomes in Latin America: Overview and Policy Implications." *World Development*, 29(3), 395-409.
- Renkow, M., Hallstrom, D. G., y Karanja, D. D. (2003): "Rural infrastructure, transactions costs and market participation in Kenya." *Journal of Development Economics*, In Press, Corrected Proof.
- Rosenbaum, P., y Rubin, D. (1983): "The central role of the propensity score in observational studies for causal effects." *Biométrica*, 70, 41-55.

- Songco, J. (2002): "Do Rural Infrastructure Investments Benefit the Poor? Evaluating Linkages: A Global View, A Focus on Vietnam" February 2002. School of International and Public Affairs, Columbia University and the World Bank, Vietnam. Available at: [http://econ.worldbank.org/files/12291\\_wps2796.pdf](http://econ.worldbank.org/files/12291_wps2796.pdf)
- Southworth, H. M., y B. F. Johnston (1967): *Agricultural Development and Economic Growth*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Tatom, J.A., 1993. The spurious effect of public capital formation on private sector productivity. *Policy Studies Journal* 21, 391–395.
- Van de Walle, D. (2000): *Are Returns to Investment Lower for the Poor? : Human and Physical Capital Interactions in Rural Vietnam*. Washington, DC: World Bank Development Research Group Public Economics.
- Van De Walle, D. (1996): *Infrastructure and Poverty in Viet Nam*. Washington, D.C.: World Bank.
- Venables, A., N. Limão. (1999): *Geographical Disadvantage : A Heckscher-Ohlin-Von Thunen Model of International Specialization*. Washington, DC: World Bank Development Research Group Trade.
- Wharton, C (1967): "The Infraestructure for Agricultural Growth" in Southworth y Johnston (1967)
- World Bank- OED (1995): "Rural Electrification: A Hard Look at Costs and Benefits" Précis No. 90, Operations Evaluation Department of the World Bank. Washington D.C.
- World Bank (1994): *World Development Report 1994. Infrastructure for Development*. New York: Oxford University Press.
- World Bank (2001); *Rural Infrastructure Synergies: An Example from Peru*. Rural Infrastructure Thematic Group.
- Zhang, X y S. Fan (2000): "Public Investment and Regional Inequality in Rural China" EPTD Discussion Paper No. 71. Environment and Production Technology Division, International Food Policy Research Institute. Washington, D.C. Diciembre 2000
- Zimmerman, F. J., and Carter, M. R. (2003): "Asset smoothing, consumption smoothing and the reproduction of inequality under risk and subsistence constraints." *Journal of Development Economics*, 71(2), 233-260.

## **Anexo 1**

### **Recolección y Procesamiento de la Información**

Para estimar el impacto que el acceso conjunto a más de un servicio de infraestructura en este trabajo se buscará conectar el acceso independiente o simultáneo de los distintos servicios de infraestructura rural a las decisiones de diversificación de ingresos de los hogares y a las posibilidades de incrementar ingresos en cada actividad, condicionado en la estrategia elegida.

Para realizar estas simulaciones se viene trabajando en dos frentes. El primero es la construcción de una base de datos geo-referenciada que identifique las disponibilidades de infraestructura en el área rural al mayor grado de disgregación posible. El segundo, es construir los indicadores de ingreso por tipo, a nivel de hogar, que permitan, hacer la modelación y las posteriores simulaciones. En las siguientes dos subsecciones se presentan los avances en este campo.

#### **3.1 Indicadores de Accesibilidad a los servicios de infraestructura y demás bienes o servicios públicos**

Para conectar cada hogar a una determinada provisión de infraestructura se viene elaborando un conjunto de indicadores de “accesibilidad”. La idea es que el acceso no es una variable discreta (tiene o no tiene) sino un continuo que refleja las dificultades que tiene cada hogar para acceder a cada tipo de infraestructura.

El análisis de accesibilidad se aplica a toda la superficie de una unidad de territorio, distrito, provincia o departamento.

La accesibilidad se define como la facilidad con la que una locación puede ser alcanzada desde otras; para definirla se puede hablar del costo que implica hacer el desplazamiento hacia ella o del tiempo que es necesario invertir en éste.

El tiempo de desplazamiento en el terreno depende de diferentes factores, una de ellos y seguramente el más importante es la distancia, pero éste también está en función de otros factores como la existencia de la red vial y sus características específicas, de la pendiente y de la presencia de obstáculos como los ríos en la mayoría de los casos; salvo en las zonas donde los ríos en vez de representar una barrera representen una vía de transporte (selva).

A partir de este conjunto de factores es posible modelar lo que en geografía se conoce como una “superficie de fricción”, donde la totalidad de la superficie es dividida en pequeñas celdas (100 por 100 metros), cuyo valor indica la dificultad de atravesar dicha “celda” dada la característica del terreno y el acceso a medios de transporte. La variable de vías es la que define el tiempo de viaje promedio según el tipo de infraestructura de transporte, sin embargo esta se va a modificar según la influencia de las otras. Por su parte, el valor que toma cada celda representa el tiempo que un usuario promedio tomaría en atravesarla. El

análisis de accesibilidad permite a partir de dicha superficie de fricción sumar celda tras celda el tiempo necesario para acceder al servicio o bien más cercano.

Cada factor es trabajado por separado primero, definiendo cuál es el grado de influencia que cada una de ellas ejerce sobre la accesibilidad:

- Las vías se clasifican y separan según el tipo y estado. Los desplazamientos promedio se han estimado como se reporta a continuación:

Tipo de vía	Velocidad km/h	Tiempo/segundos
Carretera Asfaltada	60	7
Carretera Afirmada	30	13
Trocha Carrozable	15	40
Camino de Herradura	4	133
Ríos navegables	15	40
<b>Sin caminos</b>	<b>2</b>	<b>266</b>

- Las pendientes

Pendiente	Dificultad
0° a 15°	1
15° a 30°	2
30° a 45°	4
45° a 60°	8
60° a 75°	16
<b>75° a 90°</b>	<b>32</b>

- Ríos barrera

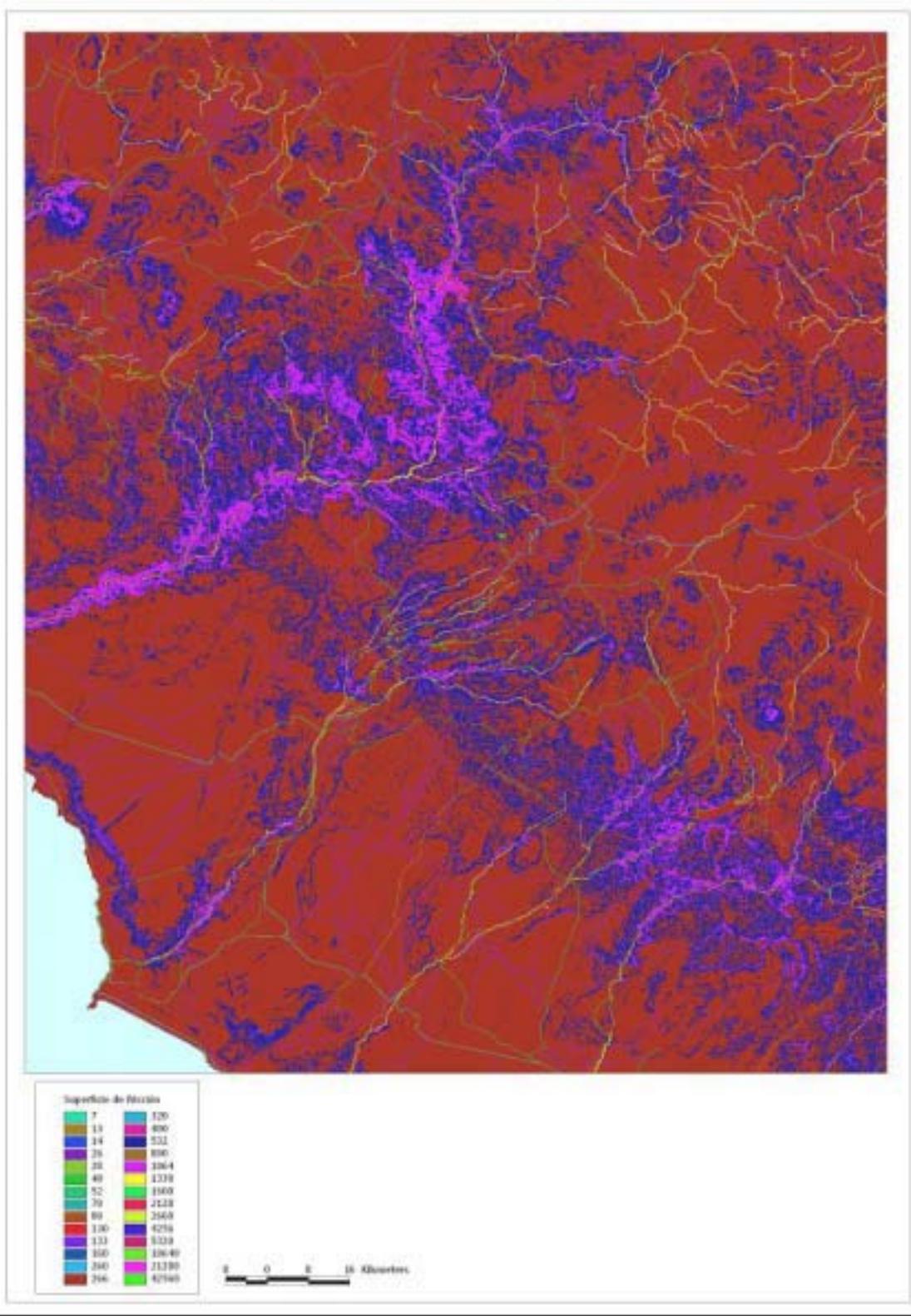
Hidrografía	Dificultad
Ríos	10
<b>Superficie sin ríos</b>	<b>1</b>

Sobreponiendo la superficie de ríos y de pendiente sobre la de las vías el tiempo promedio de viaje se adecua a la rugosidad del terreno.

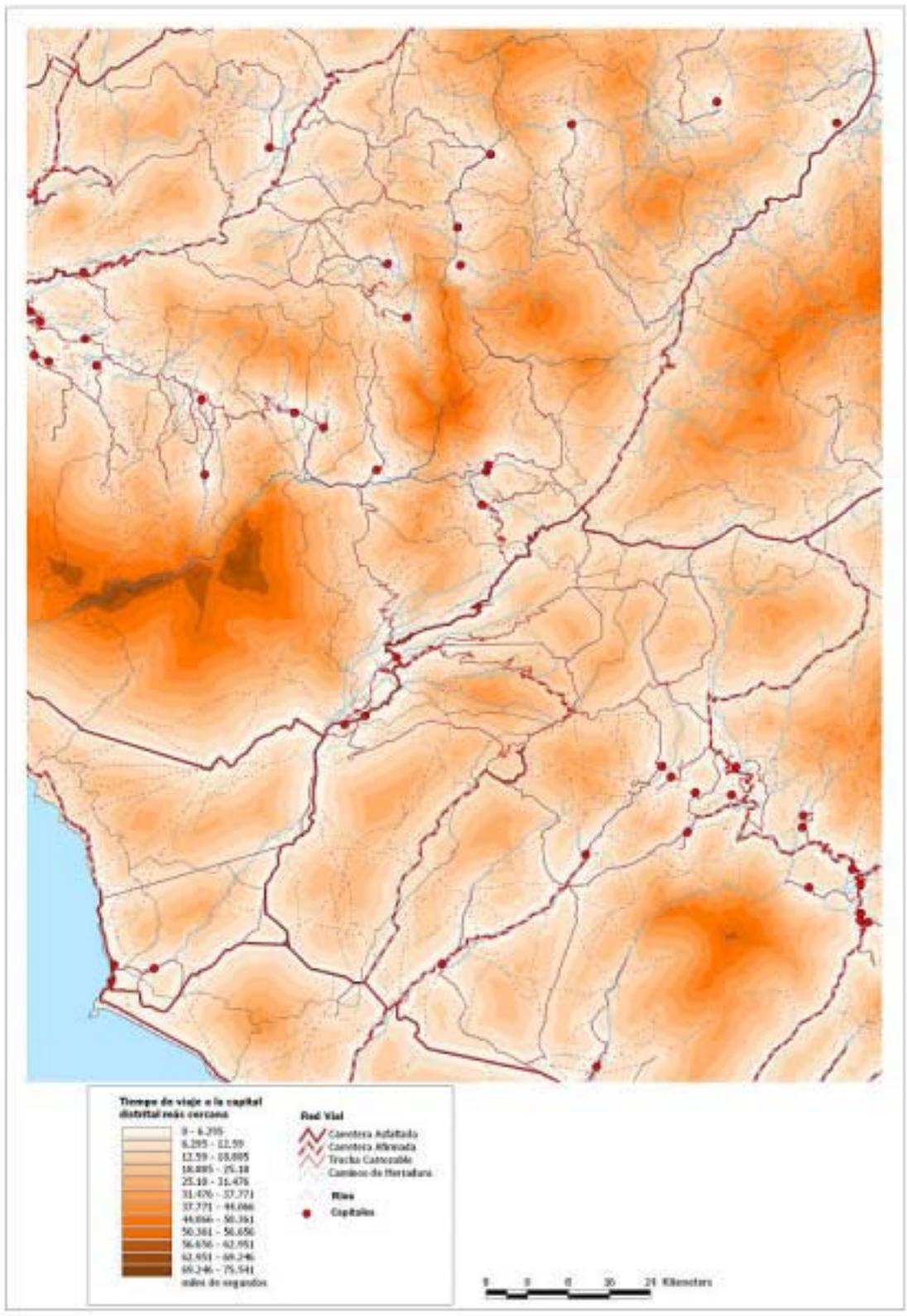
Una vez que ya se tiene la superficie de fricción el modelo de accesibilidad puede ser aplicado a cualquier punto de la superficie de fricción, es decir a cualquier centro poblado, dados los servicios o bienes que se encuentren en él.

A nivel de ejemplo, se presentan a continuación las superficies de fricción, el grado de accesibilidad a las capitales de distrito y, por último el grado de accesibilidad a las escuelas públicas primarias, para un solo departamento: Moquegua. Cabe anotar que ya se han calculado estos mapas para todos los departamentos del país. El mapa que muestra las “superficie de fricción” y los mapas de localización de los servicios públicos permitirán establecer indicadores de acceso para cada uno de los hogares de la Encuesta Nacional de Hogares.

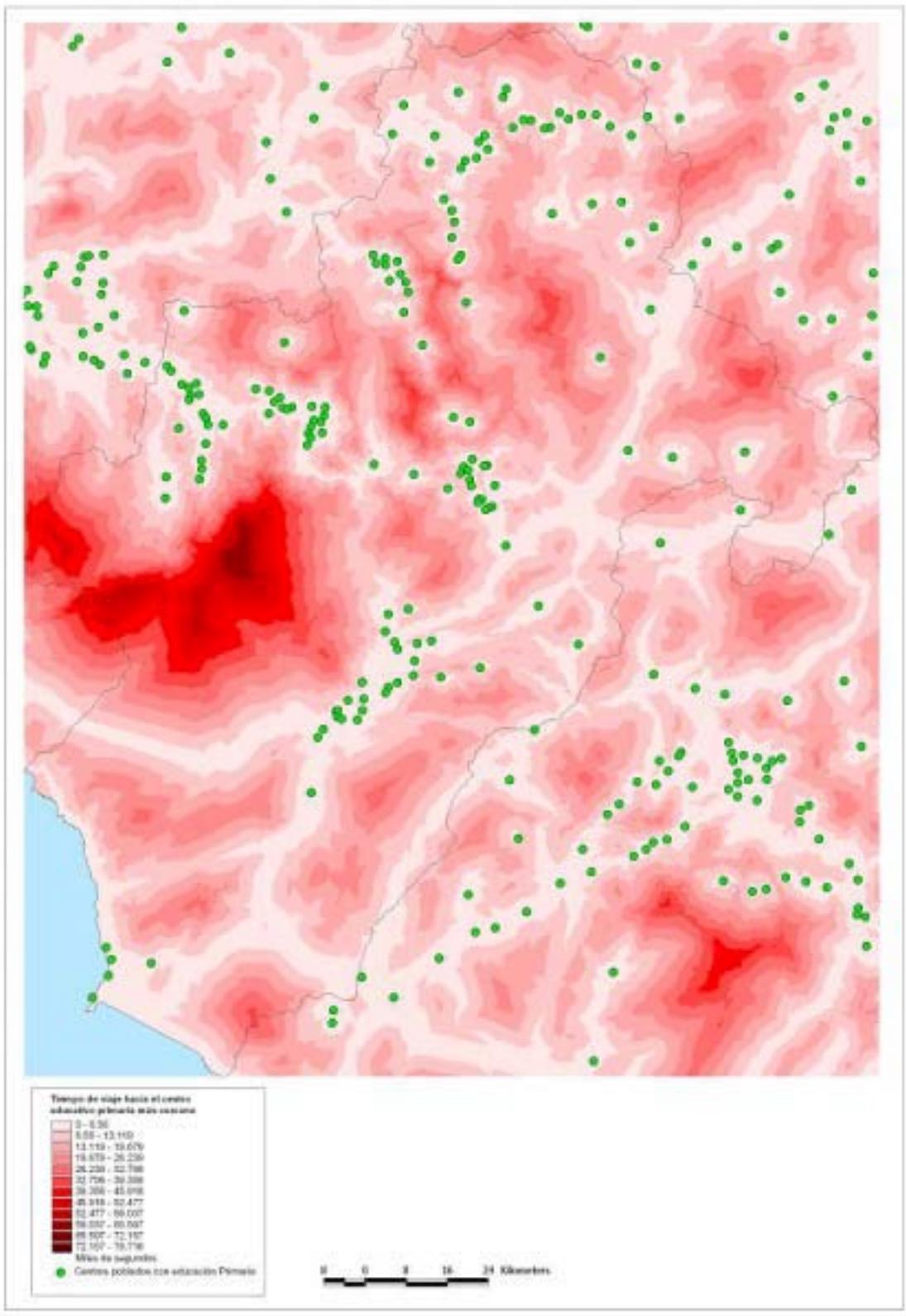
Mapa 1 Departamento de Moquegua - Superficie de Fricción



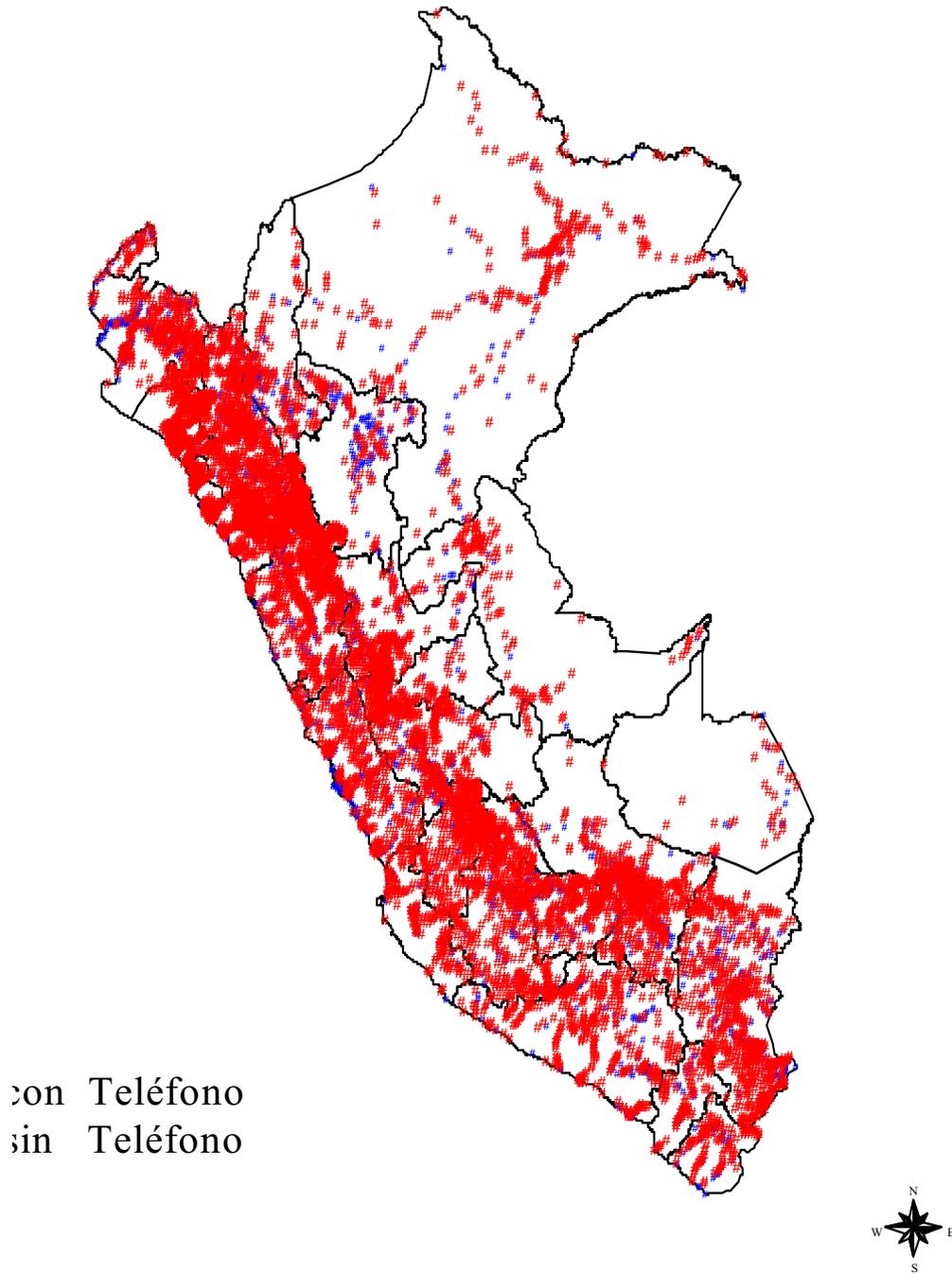
Mapa 2 Departamento de Moquegua - Accesibilidad a Capitales de Distrito



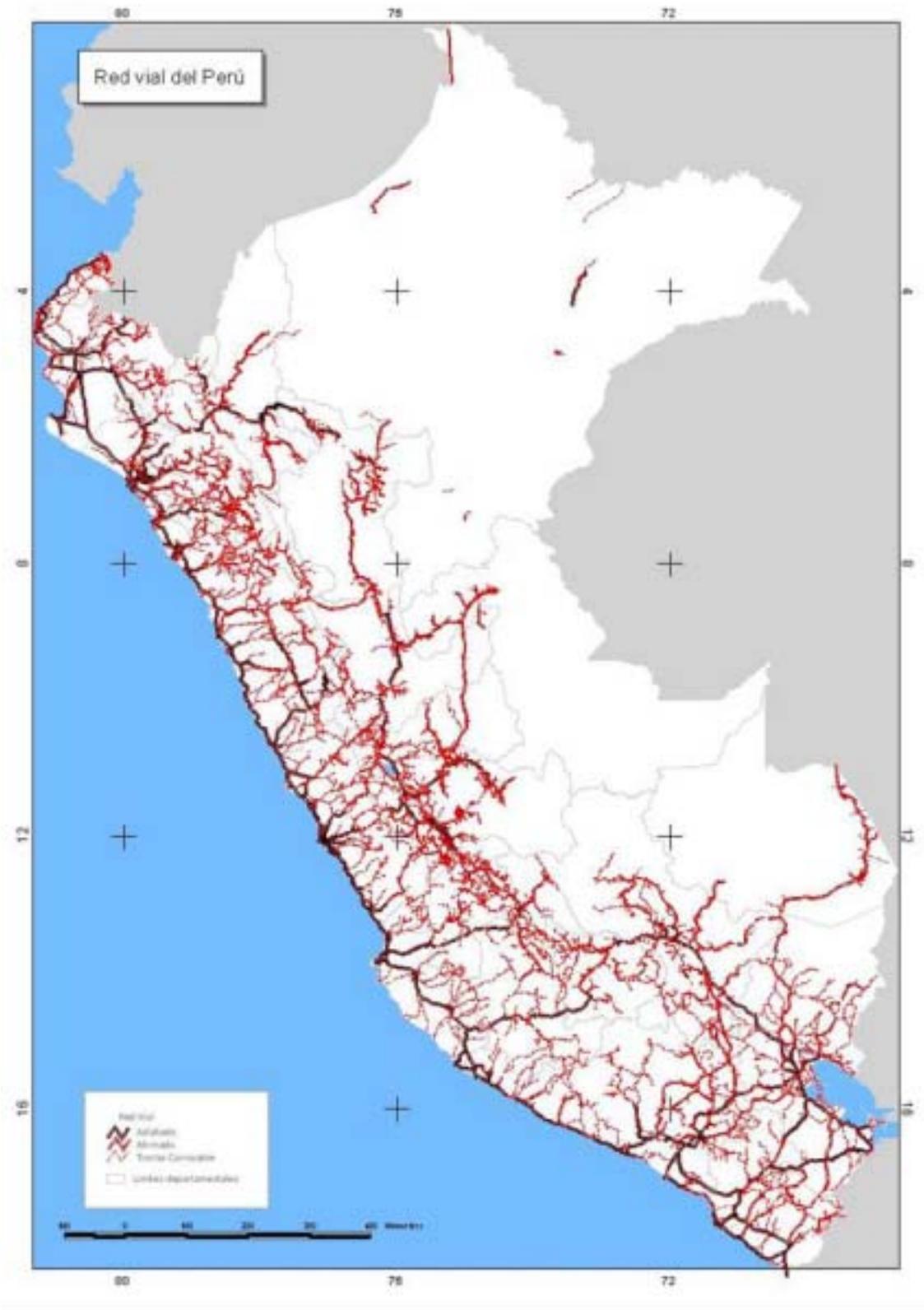
Mapa 3 Departamento de Moquegua - Accesibilidad a Centros Poblados con Escuela Primaria



Cobertura a nivel de Centros Poblados Rurales con más de 300 habitantes y menos de 3000 habitantes







## Anexo 2

### **Metodología *Propensity Score Matching***

El objetivo de los estudios de impacto de las políticas públicas es determinar las mejoras en el bienestar que experimentan los beneficiarios como consecuencia de haber sido partícipes de tal política. En tal sentido, se busca cuantificar el cambio en alguna variable de interés – tal como el ingreso, el gasto, etc. - generado por el programa analizado. En un escenario óptimo para la evaluación, podría llevarse a cabo un diseño experimental y se podría seleccionar dos grupos con características similares, aplicando determinado tratamiento a sólo uno de los grupos. Dada la similitud entre beneficiarios y controles antes del experimento, cualquier cambio posterior podría ser atribuido al efecto de dicho tratamiento. Bastaría, entonces, con encontrar la diferencia en la variable de interés entre beneficiarios y controles para calcular el efecto.

Sin embargo, en la realidad, los programas públicos no son asignados de manera experimental, ya que las características previas a la política pública pueden ser completamente distintas en ambos grupos. En tal sentido, sería erróneo calcular el efecto de la política pública como la diferencia entre controles y beneficiarios. Debido a la naturaleza de la asignación, la diferencia en la variable de interés entre ambos grupos puede deberse al conjunto de características que hacía que ambos grupos fuesen distintos desde antes de la intervención. De esta manera, dicha diferencia no podría ser atribuida al experimento, sino que habría otros efectos que se “mezclan” y no podría determinarse el efecto “aislado” de la intervención pública.

Para solucionar este problema, la idea central es encontrar hogares muy similares a los que de alguna forma a través de diferentes intervenciones tienen acceso a infraestructura pública para de este modo reducir cualquier sesgo de selección que pudiese presentarse y capturar el impacto neto de la infraestructura<sup>11</sup>. Para ello se trabajó con un vasto conjunto de características observables y bajos niveles de tolerancia en las diferencias en dichas características entre los hogares intervenidos y aquellos de los grupos de comparación, para así reducir las diferencias en las características no observables.

Con esta finalidad, la metodología *Propensity Score Matching* (PSM) busca superar la asignación no experimental para poder evaluar una política pública: se busca balancear la muestra de beneficiarios y controles, encontrando parejas que sean lo más parecido posible.

---

<sup>11</sup> Hay que tener en cuenta que estos sesgos pueden deberse a tres fuentes. En primer lugar, a la ausencia de un “soporte común” o al hecho de que las características observables de los “tratados” y “no tratados” no están comprendidas en rangos similares (el “matched comparison” logra evitar este problema). De esta forma, cuando no se encuentre un control suficientemente parecido a un hogar del grupo de “tratamiento”, resulta mejor eliminar a este individuo “tratado” de la muestra y del proceso de evaluación. En segundo lugar, debido a la existencia de variables no observables que no se pueden cuantificar (para corregir esto se pueden combinar técnicas econométricas de corrección de sesgo con el proceso de emparejamiento). En tercer lugar, puede que la distribución de las características observables (X) para el grupo de “tratamiento” sea distinta de la distribución para el grupo de comparación (en estos casos se sugiere construir controles ficticios como el promedio de los 5 o 10 controles más cercanos).

En consecuencia, estas parejas son, en la medida de lo posible, iguales; pero sólo uno de los individuos debe haber recibido el tratamiento. Por ejemplo, se busca que dos individuos con la misma edad, la misma educación y otras características relevantes. Uno de ellos debe haber participado de la política pública y es asignado al grupo de beneficiarios, mientras que el otro no debe haber participado para que pueda ser asignado al grupo de control. Debido a que cada pareja de individuos es igual bajo una serie de criterios, los grupos son esencialmente comparables. En este caso, la comparación de la variable de interés en ambos grupos puede ser interpretado como el efecto de la política pública aislado de otra serie de factores.

Una primera limitación a la implementación del PSM, de la manera en la que se ha descrito, radica en la naturaleza “n” dimensional del emparejamiento. Así, resulta complicado emparejar individuos siguiendo “n” criterios de manera estricta. Por ello, la metodología propone el uso de una única variable – que sea el “resumen” de los “n” criterios - como estrategia de emparejamiento. La variable resumen se basa en el cálculo de la probabilidad de ser beneficiario de la política pública<sup>12</sup>. La probabilidad del individuo  $i$  de participar en algún programa puede ser estimada mediante un modelo probit,

$$\Pr\{D_i = 1 | X_i\} = \Phi(X\beta) \quad (1)$$

donde  $D_i = \{0,1\}$  representa la participación en alguna política pública,  $X_i$  es un vector de características del individuo y  $\Phi$  es la función normal acumulada. A partir de (1), pueden calcularse las probabilidades estimadas de recibir el programa en una muestra. La probabilidad estimada – o *Propensity Score*  $P(X)$  – es la variable “resumen” de las características, a partir de la cual se busca “emparejar” a los individuos en los grupos de beneficiarios y controles.

Una segunda limitación radica en el problema de encontrar individuos con *scores* similares dentro de los grupos de beneficiarios y de controles. Por ejemplo, si los beneficiarios se encontraran concentrados en la parte superior de la distribución del *propensity score* y los controles se encontraran en la parte inferior de la misma, no podrían encontrarse parejas adecuadas. Ante dicha situación, se busca que el emparejamiento se realice dentro del soporte común de los grupos, determinado por la intersección del *propensity score* entre beneficiarios y controles. Este criterio introduce una mayor exigencia para el balanceo y permite una mayor comparabilidad.

Resumiendo lo expuesto, el interés de una evaluación radica en la estimación del cambio en una variable de interés ( $Y_i$ ) atribuible a alguna intervención pública. Debido a la naturaleza no experimental, deben encontrarse parejas de individuos – uno que haya recibido la intervención y otro que no lo haya hecho - parecidos en la medida de lo posible. Las características pueden ser resumidas estimando la probabilidad de recibir la intervención pública  $P(X_i)$ . A partir de estas parejas se construyen grupos balanceados, con los cuales se puede calcular  $\tau$ , o el estimador del *Average Effect of the Treatment on the Treated* (ATT):

$$\tau = E\{Y_{i1} - Y_{i0} | D_i = 1\}$$

---

<sup>12</sup> Una discusión sobre los supuestos y las limitaciones del uso de una única variable para el emparejamiento de beneficiarios y controles puede hallarse en Rosenbaum y Rubin (1983), y Heckman, Ichimura y Todd (1997).

$$\begin{aligned}\tau &= E\{E\{Y_{i1} - Y_{i0} \mid D_i = 1, P(X_i)\}\} \\ \tau &= E\{E\{Y_{i1} \mid D_i = 1, P(X_i)\} - E\{Y_{i0} \mid D_i = 0, P(X_i)\} \mid D_i = 1\}\end{aligned}\quad (2)$$

Existe una tercera limitación en la aplicación del PSM. Dado que  $P(X)$  es una variable continua, la probabilidad de encontrar observaciones con el mismo valor de  $P(X)$  - tanto en el grupo de beneficiarios como de control - es cero. Una serie de métodos han sido propuestos en la literatura para poder solucionar este problema de emparejamiento. Cada una de las propuestas metodológicas posee ventajas y desventajas. Dos de ellos han sido tomados en cuenta y serán descritos a continuación:

### 1. Emparejamiento Radial (*Radius Matching*)

El emparejamiento radial consiste en encontrar, para cada beneficiario con *score*  $p_i$ , un grupo de controles dentro de un radio de “ $r$ ”. De esta manera, cada observación beneficiaria es unida a un grupo de controles cuyo *score* no difiera en más de  $r$ .  $C_i$  es el conjunto de controles emparejado a cada beneficiario  $i$  y se define como:

$$C_i = \{p_j \mid |p_i - p_j| < r\} \quad (6)$$

Se denota  $N_i^C$  como el número de controles asignados a cada beneficiario  $i$ . Cada observación  $i$  puede tener  $j$  beneficiarios. Se considera los pesos  $w_{ij}=1/N_i^C$ . El efecto de la política pública puede calcularse como:

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} \left[ Y_i^T - \sum_{j \in C_i} w_{ij} Y_j^c \right] \\ \tau &= \frac{1}{N^T} \left[ \sum_{i \in T} Y_i^T - \sum_{i \in T} \sum_{j \in C_i} w_{ij} Y_j^c \right]\end{aligned}$$

Si se considera  $w_j = \sum_i w_{ij}$ , dicho procedimiento puede reexpresarse como:

$$\tau = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} Y_i^T - \frac{1}{N^T} \sum_{j \in C} w_j Y_j^c \quad (7)$$

Si se asume independencia entre observaciones, la varianza del impacto puede ser calculada a partir de:

$$\begin{aligned}Var(\tau) &= \frac{1}{(N^T)^2} \left[ \sum_{i \in T} Var(Y_i^T) + \sum_{j \in C} (w_j)^2 Var(Y_j^c) \right] \\ Var(\tau) &= \frac{1}{(N^T)^2} \left[ N^T Var(Y_i^T) + \sum_{j \in C} (w_j)^2 Var(Y_j^c) \right] \\ Var(\tau) &= \frac{1}{N^T} Var(Y_i^T) + \frac{1}{(N^T)^2} \sum_{j \in C} (w_j)^2 Var(Y_j^c)\end{aligned}\quad (8)$$

Respecto del método anterior, el impacto puede resultar más sesgado ya que cada observación no es aparejada sólo con el control teóricamente ideal, sino que se

emplea un conjunto de controles en la vecindad  $r$ . Sin embargo, puede ser más eficiente ya que, al usar más controles, se reduce la varianza del impacto. El *trade-off* entre insesgamiento y eficiencia también puede verse afectado por el radio elegido. Radios amplios permiten el uso de un mayor número de observaciones, pero puede introducir mayor sesgo. Análogamente, un radio más pequeño permite estimaciones con menor sesgo, pero pueden incluirse menos controles. Con radios más pequeños, incluso pueden existir observaciones en el grupo de beneficiarios que no encuentren control alguno.

## 2. Emparejamiento Kernel

Este método consiste en unir cada observación del grupo de beneficiarios con un promedio ponderado de todos los controles disponibles. Los ponderadores empleados para la construcción del contrafactual de cada beneficiario son inversamente proporcionales a las distancias entre el *score* de dicho beneficiario y los de los controles. De esta manera, la construcción del contrafactual  $j$  para el beneficiario  $i$  viene dada por:

$$\hat{Y}_j^C = \frac{\sum_{k \in C} Y_k^C G\left(\frac{p_k - p_i}{h}\right)}{\sum_{k \in C} G\left(\frac{p_k - p_i}{h}\right)} \quad (9)$$

donde:  $p_j, p_i$  representan los *scores* de beneficiarios y controles;  $G(\cdot)$  representa la estructura de pesos y  $h$  es un parámetro del ancho de banda empleado en las estimaciones.  $G(\cdot)$  puede asumir diversas funciones, castigando en mayor o menor medida a las observaciones más alejadas del beneficiario. En las estimaciones, se ha optado por emplear una función cuadrática o Kernel Epanechnikov. Esta función viene dada por:  $1 - (P_j - P_k)^2$ .

El efecto del programa puede ser calculado como:

$$\tau = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} \left[ Y_i^T - \frac{\sum_{k \in C} Y_k^C G\left(\frac{p_i - p_j}{h}\right)}{\sum_{k \in C} G\left(\frac{p_i - p_j}{h}\right)} \right] \quad (10)$$

En este caso, la varianza no puede ser calculada de manera analítica y se requiere un procedimiento de *bootstrap* para su estimación.

Dado que este método es el que utiliza la mayor información proveniente de los no participantes, el resultado de impacto obtenido sería el más sesgado aunque también el más eficiente ya que tendría una menor varianza.

### Anexo 3 Calculo de la Tasa de Descuento

Para la evaluación de inversiones que estén relacionadas con proyectos de telecomunicaciones, se suele emplear betas no apalancadas<sup>13</sup> ( $\beta_{oa}$ ) entre 0.5 y 0.6. Para ello, se está considerando que es un sector relativamente estable. Para el desarrollo del modelo económico del proyecto, el  $\beta_{oa}$  es igual a 0.51. Además, se está considerando una tasa libre de riesgo igual a 5.935% y una rentabilidad de mercado ( $R_m$ ) igual a 11.009% (Gerencia de Políticas Regulatorias y Planeamiento Estratégico – OSIPTEL, 2002).

La tasa de descuento económica pura o  $K_{oa}$  (deuda = 0), usada para el cálculo de las perpetuidades de los flujos operativos y las perpetuidades de las inversiones, es hallada con la ecuación 1.

Sin embargo, es importante señalar que este resultado es válido sólo para Estados Unidos. Para aplicarlo a la evaluación de un proyecto a ser llevado a cabo en Perú es necesario incorporar el efecto de riesgo país. En este caso se usará 6.304% como valor del riesgo país (Gerencia de Políticas Regulatorias y Planeamiento Estratégico – OSIPTEL, 2002).

Para encontrar la variabilidad del mercado cuando la relación D/C es igual a 1.01 (Gerencia de Políticas Regulatorias y Planeamiento Estratégico – OSIPTEL, 2002), denominado beta apalancado o  $\beta_e$ , se empleó la ecuación 2. Es importante señalar que la variable  $t$  se refiere a la tasa impositiva igual a 37% (Gerencia de Políticas Regulatorias y Planeamiento Estratégico – OSIPTEL, 2002).

Una vez hallado el  $\beta_e$ , con la ecuación 3, se calcula el costo de capital propio o tasa del accionista ( $K_e$ ). Nuevamente, este valor debe ser ajustado con el riesgo país de Perú para ser considerado como tasa de descuento del flujo de caja del proyecto.

$$K_{oa} = r_f + \beta_u * (R_m - r_f) \quad (1)$$

$$\beta_e = \beta_u * [1 + (1 - t) * D / C] \quad (2)$$

$$K_e = r_f + \beta_e * (R_m - r_f) \quad (3)$$

El resumen de los costos de oportunidad y tasas de descuento se encuentran en el Cuadro a continuación.

---

<sup>13</sup> El  $\beta_u$  es la variabilidad o medida de riesgo para una empresa que cotiza en bolsa y que no tiene deudas, es decir, su relación D/C es igual a cero.

### Tasa de descuento

Variabilidad del mercado ( $\beta$ )	Tasa de descuento anual – Estados Unidos (K)	Tasa de descuento anual – Perú (K)
$\beta_{oa} = 0.51$	$K_{oa} = 8.52\%$	$K_{oa} = 14.83\%$
$\beta_e = 0.83$	$K_e = 10.17\%$	$K_e = 16.47\%$

Fuente: Gerencia de Políticas Regulatorias y Planeamiento Estratégico - OSIPTEL, 2002.  
Elaboración: FITEL, 2003.

Por tanto, la tasa de descuento anual utilizada en este documento es 16.47%.