

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES



**Convergencia económica en el Perú y el rol de la infraestructura vial:
2001-2019**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN
ECONOMÍA**

Autor: John Manuel Zapana Solorzano

Asesor: Gustavo Guerra García Picasso

Lima, 2021

Agradecimientos

Agradezco el apoyo constante de mis padres y hermano, así como la fortaleza que me ha brindado mi familia en este largo camino. Ellos junto a mi querido hijo Mariano son la gran motivación que tengo para seguir superando los desafíos y seguir creciendo como profesional.

Asimismo, agradezco al profesor Gustavo Guerra García por el apoyo académico y sus importantes aportes en calidad de asesor. Del mismo modo, agradecer al profesor Gabriel Rodríguez por su soporte econométrico que permitieron la culminación del presente trabajo.

Por último, un agradecimiento a todos los amigos y profesores con quienes compartí las aulas de la facultad, de quienes he aprendido a ser mejor persona.

Resumen

Utilizando los datos del PBI y el gasto público en transporte terrestre desagregados por región, el presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de la infraestructura vial sobre el proceso de convergencia económica entre las regiones del Perú durante el periodo 2001-2019. Para tal efecto, sobre la base de un panel de datos y dentro del marco de la Teoría del Crecimiento exógeno, se emplea un modelo de β -convergencia condicional donde la infraestructura vial es una de las variables determinantes a estudiar.

En general, para el periodo 2001-2019 los resultados se muestran a favor de la hipótesis de convergencia condicional regional con velocidades cercanas al 2% anual. Donde las únicas variables que resultaron significativas fueron las líneas telefónicas per cápita y los créditos privados per cápita. No obstante, al realizar regresiones mediante el uso de variables instrumentales y efectos fijos para los subperiodos anuales: 2001-2015, 2006-2010, 2006-2014, 2006-2015; se encontró convergencia económica regional condicionada a la infraestructura vial.

En ese escenario, la variable de infraestructura vial per cápita resultó ser significativa, pero en términos de magnitud resultó ser pequeño. Así, un aumento del 1 % en la inversión de infraestructura vial per cápita de una determinada región se traducirá en un incremento aproximado de 0.010 % en el crecimiento económico de dicha región hacia su propio estado estacionario. Así también, las velocidades de convergencia resultaron estar por encima del 10 %.

Los resultados obtenidos sugieren que las políticas económicas respecto al gasto público en infraestructura vial deberían buscar centrarse en un incremento general a nivel nacional. No obstante, en un contexto de restricción presupuestaria del sector público, debería priorizarse en regiones específicas como las denominadas regiones con efecto impulso. Así, se incrementaría el producto per cápita en estas regiones de manera directa, estimulándose el proceso de convergencia económica condicional en el Perú.

Palabras claves: *Convergencia económica, PBI, Infraestructura vial, líneas telefónicas, créditos, estado estacionario.*

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
2.	MARCO TEÓRICO	12
2.1.	MODELOS TEÓRICOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO	12
2.2.	CONVERGENCIA ECONÓMICA.....	14
2.3.	INFRAESTRUCTURA VIAL Y SU RELACIÓN CON LA CONVERGENCIA.....	18
3.	REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	23
4.	HECHOS ESTILIZADOS	31
4.1.	LAS REGIONES DEL PERÚ	31
4.2.	EVOLUCIÓN Y CONVERGENCIA ECONÓMICA	32
4.3.	INFRAESTRUCTURA VIAL COMO DETERMINANTE DE LA CONVERGENCIA.....	38
5.	HIPÓTESIS DE TRABAJO	42
5.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	42
5.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	42
6.	LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS.....	44
6.1.	MODELOS A UTILIZAR.....	45
6.2.	VARIABLES A UTILIZAR Y SUS FUENTES	48
6.3.	METODOLOGÍA	50
7.	RESULTADOS	55
8.	CONCLUSIONES.....	67
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	71
10.	ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ln PBI per cápita regional del Perú 2001-2019, valores a precios constantes de 2007 (Soles).....	32
Gráfico 2. PBI per cápita regional del Perú 2001, valores a precios constantes de 2007 (Soles).....	33
Gráfico 3. PBI per cápita regional del Perú 2019, valores a precios constantes de 2007 (Soles)	34
Gráfico 4. Tasa de crecimiento anual del PBI p/c 2001-2019.....	36
Gráfico 5. Relación entre PBI p/c en el periodo inicial y la Tasa de crecimiento promedio anual	37
Gráfico 6. Ln Infraestructura vial p/c regional del Perú 2001-2019.....	38
Gráfico 7. Tasa de crecimiento promedio anual del Gasto vial p/c 2001-2019	39
Gráfico 8. Relación entre la Tasa de crecimiento del Gasto vial p/c y Tasa de crecimiento del PBI p/c.....	40
Gráfico 9. σ -convergencia.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. β -convergencia absoluta con dummies regionales, quinquenal	57
Cuadro 2. β -convergencia absoluta con dummies regionales, anual	58
Cuadro 3. β -convergencia condicional con variables de control y efectos fijos, quinquenal.....	61
Cuadro 4. β -convergencia condicional con variables de control y efectos fijos, anual.....	63
Cuadro 5. β -convergencia condicional con gasto vial y efectos fijos por subperiodos.....	65
Cuadro A.1. Test de Raiz unitaria en paneles para las variables	81
Cuadro A.2. Test de Raiz unitaria en paneles para las variables	81

1. INTRODUCCIÓN

El desempeño económico del Perú desde 1950 en adelante se ha caracterizado por un crecimiento del PBI global, pero si prestamos atención al PBI per cápita se notará una tendencia creciente sólo hasta 1975. En adelante, la economía peruana experimentó una caída en su crecimiento, siendo el momento más crítico el que sucedió en 1992. A partir de 1993 se obtuvo una recuperación en este indicador hasta poco antes de la Crisis Asiática en 1997. Luego se presentó una recesión que abarcó el periodo 1998-2001. Y finalmente desde el 2002 hasta la actualidad el Perú se ha caracterizado por una expansión económica, evidenciada principalmente por el incremento en los precios internacionales de las materias primas, con excepción de la crisis financiera internacional y la actual recesión causada por la pandemia.

La fase de notable crecimiento económico registrado en los últimos años ha sido tomada con optimismo y con la expectativa de que finalmente se superen los viejos males que nos aquejan, como la pobreza y la desigualdad en el PBI per cápita a nivel regional. Según Sala-i-Martin (1996), el supuesto neoclásico de un crecimiento que sucede de manera generalizada en todas las regiones del país acabaría con el mal de la pobreza; mientras que la desigualdad se reduciría sustantivamente si se cumple el supuesto neoclásico que indica que las regiones de bajos ingresos crecen a un ritmo mayor que las regiones de altos ingresos hasta el punto en el cual ambas economías igualen en tasas de crecimiento. Este último supuesto se conoce como la convergencia económica propuesta por Robert Solow.

Lo anterior complementa el enfoque de Vásquez y Bendezú (2008), quienes entienden el crecimiento económico de un país como el resultado del crecimiento de sus propias economías regionales, las cuales a su vez son determinadas por inversiones en capital privado, mejoras tecnológicas, inversión en infraestructura pública, entre otros factores. Y donde, según Servén (2015), la infraestructura vial es un tipo de infraestructura pública cuyo rol ha sido significativo y fundamental para impulsar el crecimiento regional, pues desarrolla

los mercados locales y los integra a centros económicos. Asimismo, genera externalidades positivas que fomentan las actividades privadas, ya que la infraestructura vial influye en las decisiones de consumo, en la producción de las empresas y en mejorar el acceso de la población a los servicios básicos.

En este escenario, el impacto de la cantidad y calidad de la infraestructura vial debería ser objeto de preocupación en el Perú, pues si bien Remy (2015), al analizar los datos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), sostiene que en los últimos años uno de los cambios expansivos más importantes junto al crecimiento económico ha sido la cobertura de infraestructura vial, estimaciones realizadas por AFIN (2015) revelan que aún existe brechas de infraestructura vial a nivel nacional: US\$ 11 184 millones a precios constantes del 2015 para el periodo 2016-2025. De ese modo, es importante una mayor inversión en infraestructura vial durante los próximos años, para así mantener y acelerar el crecimiento económico.

En término empíricos, Gonzales de Olarte y Trelles (2004), Chirinos (2008), Delgado y Del Pozo (2011) y Delgado y Rodríguez (2017) mencionan que la mejora económica experimentada en las últimas décadas para el Perú ha sido muy heterogénea, pues no todas las regiones han tenido efectos similares y las disparidades regionales no se han revertido. Por lo tanto, concluyen que no se ha producido una convergencia regional a nivel agregado para el país, pero no descartan la existencia de convergencia a nivel grupal regional o entre macro regiones. Asimismo, en estos estudios, el rol de la infraestructura es apenas estudiado de forma indirecta y, por tanto, su efecto en el proceso de convergencia económica no es preciso.

En esa línea de pensamiento, los estudios de convergencia económica a nivel regional que toman en cuenta el rol de la infraestructura vial son muy escasos, a pesar de que existen datos estadísticos para realizar análisis e investigaciones al respecto. Lo expuesto anteriormente justifica una mirada a la convergencia económica y al rol de la infraestructura vial en las regiones del

Perú,¹ contribuyendo así al estudio de las disparidades regionales y a la discusión de políticas públicas que busquen la equidad inter-regional.

En esta perspectiva, el presente estudio tiene por objetivo general lo siguiente:

- Analizar el impacto de la infraestructura vial sobre el proceso de convergencia económica entre las regiones del Perú para el periodo 2001-2019.

Asimismo, los objetivos específicos son los siguientes:

- Estimar y evaluar la existencia de un proceso de convergencia económica entre las regiones del Perú.
- Mostrar los mecanismos y medir el efecto de la infraestructura vial en el proceso de convergencia económica del Perú.

Del mismo modo, la pregunta general de esta investigación se formula de la siguiente manera:

- ¿Cuál es el efecto de la infraestructura vial en la convergencia económica entre las regiones del Perú para el periodo 2001-2019?

Mientras que las preguntas específicas son las siguientes:

- ¿Existe un proceso de convergencia económica regional en el Perú?
- ¿Cómo y cuánto afecta la infraestructura vial al proceso de convergencia económica regional en el Perú?

En comparación con los estudios que abordan previamente el tema de la presente investigación, el principal aporte de este estudio es evaluar el rol de la infraestructura en el proceso de convergencia económica, con énfasis en la infraestructura vial y sobre la base de una estimación econométrica con datos de

1 Según el INEI, los departamentos que conforman la macro región Norte son: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas, San Martín y Loreto. La macro región Centro está conformada por Ancash, Lima, Ica, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica y Ucayali. Finalmente, la macro región Sur está conformada por Arequipa, Moquegua, Tacna, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Puno y Madre de Dios.

panel para el periodo 2001-2019. La estimación econométrica usa una serie de cobertura temporal reciente y datos e indicadores cuidadosamente seleccionados que mejoran la calidad del análisis. De igual modo, este documento busca aportar a la discusión sobre la reducción de las disparidades económicas entre regiones, y pretende ser una herramienta útil para diseñar e implementar políticas de gasto público focalizadas en la infraestructura vial, con la finalidad de fomentar un proceso de crecimiento más equilibrado o convergente entre las regiones del país.

Hechas estas apreciaciones, el resto del presente trabajo se organiza de la siguiente manera. La segunda sección revisa el marco teórico, en el cual se explica detenidamente el concepto de convergencia económica e infraestructura vial. Adicionalmente, se explican los mecanismos teóricos por los cuales la infraestructura vial influye en la convergencia económica. En la tercera sección, se presentan los estudios empíricos previos para el caso internacional, latinoamericano y peruano donde se hayan analizado convergencia económica para regiones. A su vez, se muestran estudios empíricos donde la infraestructura vial sea el principal protagonista o por lo menos esté presente en el análisis. La cuarta sección describe los hechos estilizados a nivel regional para el país, asimismo se intentará bosquejar posibles relaciones entre las variables más relevantes. La quinta sección formula las hipótesis del presente documento, comenzando por explicar la hipótesis general hasta terminar con las hipótesis específicas, para ello se usará la literatura teórica y empírica como sustento a las respuestas de las preguntas formuladas por la investigación. En la sexta sección se define el modelo a usar, se describen las variables y las fuentes de los datos a emplear. Igualmente, se desarrolla la metodología empírica de este trabajo que se basa en la utilización de un modelo neoclásico cuya hipótesis de convergencia β es la desarrollada por Sala-i-Martin. A través de la aplicación del modelo, se buscará conocer si ha existido una convergencia absoluta entre las regiones del Perú o si la convergencia es condicional a factores como la infraestructura vial. Mientras que la estimación se realizará de manera tradicional usando métodos de datos de panel con MCO pool, efectos fijos, efectos

aleatorios, y de manera complementaria con rezagos de las variables explicativas para eliminar la endogeneidad del modelo. La séptima sección presenta los resultados econométricos más relevantes que responden a nuestras preguntas de investigación. Y finalmente, en la octava sección, se presentan las conclusiones que los datos permiten alcanzar.



2. MARCO TEÓRICO

En esta sección se busca vincular teóricamente la relación de la infraestructura vial con la convergencia económica. No obstante, el punto de partida para entender el concepto de convergencia son los modelos teóricos de crecimiento económico, razón por la que también serán reseñados en esta sección.

2.1 MODELOS TEÓRICOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

2.1.1 Modelo de Crecimiento Exógeno (Modelo Neoclásico)

El modelo de crecimiento económico neoclásico fue desarrollado por Robert Solow y Trevor Swan en 1956, quienes sustentaban que la inversión en capital físico era el motor fundamental del crecimiento. Específicamente, afirmaban que era la acumulación (stock) del capital físico ² per cápita el factor económico más importante que influía en la tasa de crecimiento del PBI per cápita, pero debido a que los rendimientos de este factor son decrecientes, el crecimiento económico no era sostenible en el tiempo a través de aumentos en el capital.

En otras palabras, los autores sustentan que la tasa de crecimiento del PBI per cápita está relacionada con el producto marginal del capital; el cual es una función positiva, pero decreciente. Lo anterior da lugar a que exista un estado en la economía que cuando es alcanzado, la economía se estabiliza. Esto se conoce como el *estado estacionario* o *estado estable*, el cual se define como aquel nivel de producción en donde el producto per cápita y el capital per cápita se mantienen constantes, es decir, no varían.

2 El stock de capital físico es la suma de todas las máquinas, plantas, edificios, viviendas, etc. existentes en una economía. En general, este concepto involucra todo aquello que es usado por las empresas en el proceso de producción.

De acuerdo al párrafo anterior, las economías que poseen distintos niveles de acumulación de capital crecerán hasta llegar al estado estacionario. Economías que tienen niveles bajos de capital per cápita y, por tanto, de PBI per cápita (países de bajos ingresos) crecerán a mayor velocidad que aquellas economías con niveles altos de capital per cápita (países de altos ingresos). Por ello, el modelo de Solow-Swan predice una convergencia entre países y/o regiones.

Años más tarde, el modelo de Solow-Swan fue extendido por los trabajos de Cass y Koopmans (1965), quienes introdujeron el enfoque de optimización dinámica elaborado por Ramsey (1928). De esta manera, el modelo Ramsey-Cass-Koopmans trabaja en un enfoque de equilibrio general, donde se analizan las decisiones del consumidor y del productor por separado, llegando a conclusiones similares que Solow-Swan (Sala-i-Martin, 2000).

En general, podemos mencionar que las principales propiedades de los modelos de crecimiento neoclásico son: i) Factores de producción que exhiben rendimientos decrecientes; ii) Existencia de un equilibrio estable y con ello la validez de un estado estacionario; iii) Las economías convergen a un estado estacionario.

2.1.2 Modelo de Crecimiento Endógeno

En 1986, Romer formuló la Teoría del Crecimiento Endógeno, la cual resaltaba por la ausencia de rendimientos decrecientes en los determinantes del crecimiento económico. Con ello descartaba la existencia de un estado estacionario y, por ende, la existencia de convergencia.

Asimismo, Romer (1986) y Lucas (1988) señalan que en el modelo neoclásico el principal factor de crecimiento a largo plazo es el “nivel tecnológico” que posee una economía, donde una mejora tecnológica genera un desplazamiento positivo del estado estacionario. Por ello, la principal diferencia con el modelo de crecimiento exógeno era el supuesto respecto a este factor.

Para los neoclásicos, el factor tecnológico era una constante exógena, mientras que Romer y Lucas por el contrario sostenían que era una variable endógena.

En otras palabras, el conocimiento es un factor adicional para las empresas, y genera externalidades positivas que a su vez permiten aumentar la *productividad marginal del capital*. Así se logra que los rendimientos de este factor no sean *decrecientes*, generando que la función de producción no tenga un crecimiento decreciente y sea autosostenido. Ello ocasiona que el modelo no presente una transición hacia un estado estacionario, y por ende la ausencia de convergencia.

2.2 CONVERGENCIA ECONÓMICA

Según Sala-i-Martin (1996), en la literatura empírica uno de los temas más importantes en relación al crecimiento es el de la convergencia económica, resaltando que este concepto fue utilizado como una especie de test que permite verificar cuál de las dos grandes vertientes del crecimiento es válida, si el crecimiento es exógeno o endógeno. Por un lado, la teoría neoclásica supone la existencia de rendimientos decrecientes del capital y por lo cual predice convergencia entre economías. Por el otro lado, la teoría de crecimiento endógeno asume que los rendimientos de capital no son decrecientes y por ello predice la ausencia de convergencia entre economías.

En general, la convergencia económica ha sido definida o interpretada como la tendencia en los países de bajos ingresos a crecer más rápido que los países con altos ingresos, logrando reducir las brechas y alcanzando ambos el mismo estado estacionario (Mankiw, 2009). Por el contrario, si las brechas se amplían, se está ante un proceso de divergencia. Y si las diferencias regionales se mantienen en el tiempo, entonces se afirma que no hay evidencia de convergencia.

2.2.1 Tipos de convergencia económica

En la literatura del crecimiento económico existen varios tipos o enfoques de convergencia, y cada uno de ellos analizados a su vez con distintos métodos. A continuación, se presentan los conceptos de convergencia económica más relevantes.

2.2.1.1 Convergencia beta (β)

Este concepto surgió del modelo neoclásico, y se define como la relación inversa entre la tasa de crecimiento y el PBI per cápita inicial. En otras palabras, existirá convergencia β si las economías con menores rentas crecen a una velocidad superior que las economías con mayores rentas (Sala-i-Martin, 1990). Asimismo, la convergencia de este tipo se analizó desde dos ópticas diferentes: la absoluta y la condicional.

La convergencia absoluta sostiene la hipótesis de que las economías de bajos ingresos tienden a crecer más deprisa que las economías de altos ingresos, ocasionando así que todas las economías alcancen el mismo estado estacionario, sin importar otros factores. Esta hipótesis se adoptó poco después que se diera a conocer el modelo de Solow-Swan y es la que más críticas ha tenido, pues tal concepto ha sido inconsistente con la evidencia empírica. Algunas de las críticas provenían de Barro y Sala-i-Martin (1992), quienes propusieron como alternativa la convergencia condicional.

La convergencia condicional sostiene que la tasa de crecimiento de una economía está inversamente relacionada con el nivel de renta, condicionada a su propio estado estacionario. Es decir, una economía que se encuentre más distante de su propio estado estacionario crecerá más deprisa que aquella economía menos alejada de su propio estado estacionario. Bajo este concepto, las regiones tienden hacia un estado estacionario que no necesariamente es el mismo para cada una de ellas. Por ello, el modelo adiciona un grupo de variables que no se considera en la convergencia absoluta y que determinan el estado estacionario correspondiente a cada región. La selección de estas variables

varía regularmente entre los distintos estudios de convergencia (Durlauf, Johnson & Temple, 2005). Finalmente, el modelo señala que solo será posible una tendencia hacia el mismo estado estacionario cuando las economías posean condiciones (determinantes del crecimiento) iniciales similares; en ese caso, estaremos ante una convergencia absoluta.

2.2.1.2 Convergencia sigma (σ)

La convergencia sigma es usualmente utilizado por los investigadores como un complemento de la convergencia β . De hecho, Barro y Sala-i-Martin (1992) sostienen que la existencia de convergencia β es una condición necesaria, aunque no suficiente para la existencia de convergencia σ . Este concepto analiza la dispersión de la producción per cápita. Si la dispersión en un grupo de economías se reduce a través del tiempo, tendiendo hacia la producción económica promedio, entonces se corrobora la existencia de una convergencia σ .

Para medir la dispersión económica, la literatura en su mayoría ha utilizado el indicador de desviación estándar; otros indicadores como el índice de GINI e índice de Theil también son usados. Por este motivo, en ocasiones, los resultados sobre la presencia de convergencia sigma varían dependiendo del indicador utilizado.

2.2.1.3 Convergencia con enfoque espacial

Este tipo de enfoque surge como respuesta a las críticas que se hicieron a la convergencia β , pues en general esta última no toma en cuenta el espacio, es decir, suponen que los factores espaciales no afectan las tendencias de crecimiento. Esto podría ocasionar un sesgo en las estimaciones econométricas, sobre todo cuando se pretende analizar procesos de crecimiento regional en un país geográficamente grande (Gonzales de Olarte & Trelles Cassinelli, 2004).

Por ejemplo, un proyecto de inversión en infraestructura pública no solo afecta a la región en donde se ejecuta el proyecto, sino también a las regiones vecinas, ya sean estos efectos positivos o negativos. De este modo, la

convergencia espacial sugiere la incorporación de la dependencia y la heterogeneidad espacial dentro de la estimación de los modelos de convergencia, pues sostiene que el crecimiento económico depende de los factores de una región, así como de todas aquellas regiones cercanas y no tan cercanas con las que pueda existir un vínculo económico. Además, según Palomino y Rodríguez (2020), la convergencia económica espacial, a diferencia del enfoque clásico, permite estimar no solo los efectos directos de los cambios de una variable exógena en una región sobre la variable endógena de esa misma región, sino también los efectos indirectos que pueden ocurrir de una región a otra.

Económicamente, por lo general, el modelo introduce una serie de variables adicionales conocidas como rezagos espaciales, logrando capturar así la autocorrelación entre las regiones. Por este motivo, el enfoque espacial se considera más general que las versiones simplificadas de convergencia absoluta o condicional. Sin embargo, debido a la mayor cantidad de variables explicativas a usar, la regresión espacial pierde grados de libertad que podría ser una restricción para cierto tipo de investigaciones.

2.2.1.4 Convergencia estocástica (enfoque de series de tiempo)

Este concepto fue introducido por Bernard y Durlauf (1995) y se originó, al igual que la anterior, como una alternativa a las convergencias de tipo beta y sigma. Siendo esta perspectiva desarrollada posteriormente también por autores como Carlino y Mills (1996) y Delgado y Rodríguez (2015). En donde, a diferencia de los primeros tipos de convergencia que usaban una metodología de sección cruzada, la convergencia estocástica utiliza conceptos derivados del análisis de series de tiempo. De modo general, la convergencia estocástica se define de igual modo que una convergencia absoluta: en el largo plazo las brechas entre las economías tienden a 0, es decir, las economías pobres y ricas alcanzan el mismo nivel de ingreso.

Asimismo, la convergencia económica será posible si no existe una raíz unitaria en la brecha regional. Esto implica que en las regiones podrían existir

choques persistentes en el tiempo, provocando a su vez que las series de ingresos contengan raíces unitarias que avalen la presencia de una tendencia estocástica, y rechacen la presencia de estacionariedad. La presencia de una raíz unitaria implica que la brecha actual depende en gran medida de la que se observó en un periodo anterior; concluyendo así la ausencia de convergencia entre las regiones debido a que la brecha de su producto tiende a mantenerse en el tiempo.

Finalmente, es importante señalar que una de las desventajas de este enfoque econométrico es el uso de datos en series de tiempo, ocasionando una reducción de grados de libertad en comparación con modelos que usan datos de panel, y condicionando el análisis a investigaciones que usen largos periodos de estudios. Además, el presente enfoque tampoco toma en cuenta los efectos espaciales que de ser omitidos podrían ocasionar sesgos en las regresiones.

2.3 INFRAESTRUCTURA VIAL Y SU RELACIÓN CON LA CONVERGENCIA ECONÓMICA

Lamentablemente, no existen teorías ni investigaciones que aborden el rol directo de la infraestructura vial en los procesos de convergencia económica, pero sí existen teorías que explican el vínculo de la infraestructura vial y el crecimiento económico. Y mediante este canal económico se puede vincular teóricamente la infraestructura vial y la convergencia económica.

2.3.1 Definiciones preliminares

Antes de revisar la literatura teórica acerca de la relación entre infraestructura vial y convergencia económica, es imprescindible mostrar las definiciones de infraestructura e infraestructura vial. Y de este modo, poder precisar esta última definición que será materia de análisis en la presente investigación.

2.3.1.1 Infraestructura

Vásquez y Bendezu (2008) menciona que el término “infraestructura” se desarrolló por los estrategias de la Segunda Guerra Mundial, este se refería a determinados elementos de logística militar. Años más tarde, los economistas que investigaban temas de desarrollo empezaron a utilizar el término “infraestructura” para referirse al capital básico (*overhead capital*).

Sin embargo, a lo largo de los años no hubo un acuerdo entre los investigadores para lograr una única definición al respecto. Probablemente, la definición más apropiada y utilizada fue la introducida por los economistas Reinikka y Svensson (1999), quienes mencionan que todo capital que complementa los servicios para las operaciones de actividades privadas se debe entender como infraestructura. De esta forma, la infraestructura se entiende como aquel factor que complementa al capital privado. Los ejemplos más representativos de infraestructura son los siguientes: carreteras, ferrocarriles, puertos e instalaciones de servicios públicos tales como los servicios de energía eléctrica, telecomunicaciones y saneamiento.

2.3.1.2 Infraestructura de transporte e infraestructura vial

Los economistas De Rus, Campos, y Nombela (2003) mencionan que el movimiento de personas y mercancías en un determinado espacio geográfico es la definición de transporte, y que este último se puede dar por tres medios: aéreo, marítimo y terrestre. En este orden de ideas, la infraestructura de transporte se entiende como aquel grupo de activos físicos que se encuentran distribuidos en un determinado espacio geográfico, facilitando el transporte de bienes y personas. Asimismo, estos activos físicos tienen como característica el ser bastante costosos, específicos e irreversibles, pero con una extensa vida útil de operación, la cual es aproximadamente superior a los treinta años. Y siendo estos activos, en su mayoría, de uso público.

En esa misma línea, se entiende que la infraestructura vial es una forma de infraestructura de transporte, cuya definición se concibe como aquellas

instalaciones - activos físicos - que fomentan la oferta y la organización de servicios que involucran transporte de carga y pasajeros mediante la vía terrestre (De Rus, Campos, y Nombela, 2003). De igual manera, los autores mencionan que es posible agrupar en dos categorías a las instalaciones:

- i) Obras viales: trochas, caminos de herradura, caminos rurales, caminos pavimentados y afirmados, carreteras (vías de doble sentido y autopistas), semáforos, señales de tránsito, túneles, puentes, garitas de control, entre otros.
- ii) Terminales de transporte terrestre: terra-puertos y similares.

Asimismo, cuando las redes viales son desplegadas sobre el área terrestre, posibilitan el transporte de pasajeros y sobre todo el de mercancías en el espacio geográfico. A su vez, las redes viales pueden diferir en su alcance, por ello pueden ser internacionales, nacionales, regionales o locales.

Finalmente, es bastante usual que exista una separación entre las empresas que realizan servicios de transporte vial ³ y las instituciones o empresas que se encargan de la gestión de infraestructura vial.

2.3.2 Infraestructura vial y Crecimiento económico

La literatura internacional señala que la infraestructura destinada al servicio público es la base de toda actividad económica. En este contexto, el Banco Mundial (1994) menciona que en la mayoría de países emergentes las tablas de insumo-producto señalan a la infraestructura vial como un insumo muy importante que permite el comercio de productos.

3 Los autores colocan como ejemplo el transporte vial privado de automóviles. En ese caso, el servicio lo produce y consume el propio usuario, quien utiliza una infraestructura a la que puede accederse de forma gratuita o pagando un precio por el uso del insumo a la empresa proveedora de la infraestructura (peaje de una autopista, túneles y puentes).

En estos países, el sector privado necesita de los servicios que la infraestructura vial proporciona, para así poder elevar su productividad mediante la disminución de tiempo y esfuerzo en la producción. También necesitan de esta infraestructura para poder distribuir sus servicios y bienes en el circuito económico. En otras palabras, la provisión de infraestructura vial produce la disminución de costos de transacción y de transporte para las empresas privadas; lo cual conlleva a una mayor eficiencia del sector privado, generando a su vez incrementos en la producción.

En esa línea, la presencia de infraestructura vial en una economía produce externalidades que permiten un desarrollo en actividades privadas, pues esta infraestructura está formada por un grupo de activos públicos que comúnmente repercuten en las decisiones de producción y consumo de empresas y hogares. Como ejemplo, se tiene que los caminos y redes de carretera en buen estado son requeridos por los negocios privados para su correcto desarrollo (Banco Mundial, 1994).

Asimismo, Albala-Bertrand y Mamatzakis (2001) mencionan que una economía puede incrementar su capacidad productiva potencial mediante un mayor suministro de infraestructura vial, lo cual ocasiona que los costos de las empresas sean reducidos debido a las externalidades producidas por la aglomeración de infraestructura vial en lugares donde existe gran demanda de servicios de transporte terrestre. Por ello, cuando la infraestructura vial es utilizada por una determinada empresa privada, se entiende que dicha firma incrementará su productividad, ya que al combinar su capital propio con la infraestructura existente genera una disminución en sus costos unitarios (Fujita et al, 1999).

Por esta razón, una mayor cobertura de infraestructura vial es capaz de aumentar el rendimiento y progreso de las empresas privadas. Así, una mejor provisión de infraestructura vial eleva los beneficios de las inversiones del sector privado, ya sea extranjera o nacional. Esta situación genera incentivos para que

el sector privado realice más inversiones, lo cual a su vez provocará mayor crecimiento económico (Reinikka y Svensson, 1999).

Sin embargo, según Reinikka y Svensson (1999), un incremento en el gasto de infraestructura vial podría generar un efecto negativo en la economía. Tal caso se presenta al existir una competencia por los mismos recursos financieros entre el sector privado y el sector que proporciona la infraestructura vial. Esto se conoce como el efecto *crowding out*, es decir, la financiación de la inversión pública en infraestructura vial eleva la tasa de interés real, provocando un mayor costo financiero para el sector privado, con lo cual las empresas privadas reducen su inversión.

Por el contrario, cuando en ambos sectores no existe una competencia por los recursos sino una complementariedad, entonces ocurrirá un efecto *crowding in*, el cual señala la existencia de una mayor inversión por parte del sector privado cuando su eficiencia mejora debido a un aumento de infraestructura vial (Reinikka y Svensson, 1999).

En consecuencia, los autores argumentan que para un bajo nivel de dotación en infraestructura vial respecto al capital privado se espera que el vínculo entre un aumento de infraestructura vial y crecimiento económico sea positivo (*crowding in*). Mientras que altos niveles de infraestructura vial respecto al capital privado revierte el vínculo hacia una de tipo negativo (*crowding out*).

De este modo, se espera que economías de bajos ingresos o en desarrollo tengan una escasa dotación de infraestructura en relación a las economías de altos ingresos, lo cual haría que el efecto sobre el crecimiento económico de un aumento en infraestructura vial sea positivo y, por lo tanto, en la convergencia de estos países (Aschauer, 1997). En otras palabras, es posible afirmar que la infraestructura vial, el crecimiento económico y la convergencia económica tengan un estrecho vínculo positivo.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La revisión de los estudios empíricos previos se organizará de la siguiente manera: En primer lugar, se han reseñado los estudios realizados acerca de la existencia de convergencia económica de regiones. En segundo lugar, se revisarán los estudios relacionados al efecto de la infraestructura vial en la convergencia económica. Asimismo, para ambos casos, se mencionarán los estudios de manera ordenada, comenzando por la evidencia empírica internacional, latinoamericana y local.

En relación a la convergencia económica, por lo general, la evidencia empírica internacional ha optado por el enfoque neoclásico, convergencia β , y esta favorece más a la hipótesis de convergencia condicional antes que a la de convergencia absoluta. En este contexto, los estudios de Barro y Sala-i-Martin (1991) y Sala-i-Martin (1996) analizan mediante un panel de datos la convergencia regional dentro de los Estados Unidos. Los autores encuentran evidencias de convergencia β absoluta para sus 48 Estados. Resultados similares muestra el estudio de Barro y Sala-i-Martin (2004) para el mismo país durante el periodo 1880-2000, efecto que se mantiene incluso cuando la muestra se divide en sub-periodos.

Así también, Sala-i-Martin (1996) realiza una investigación durante el periodo 1950-1990 para cinco países europeos de la OCDE: Alemania (11 regiones), Reino Unido (11 regiones), Francia (21 regiones), Italia (20 regiones) y España (17), encontrando evidencias de convergencia regional dentro de estos países, tanto del tipo absoluto como condicional. Al mismo tiempo, encuentra indicios de β -convergencia absoluta entre las 47 prefecturas japonesas durante el periodo de 1930-1990; sin embargo, debido a la presencia de *outliers* (valores atípicos) y quiebres estructurales en los datos, no es posible corroborar la robustez de la β -convergencia.

Por su parte, Rodríguez (2006) evalúa el rol de las transferencias interprovinciales en el proceso de convergencia beta para las 10 provincias de Canadá durante el periodo 1926-1999. Para ello aplica una metodología de

series de tiempo, encontrando que tales transferencias son muy relevantes, pues incrementan la velocidad de convergencia de las regiones con menos ingresos hacia el ingreso promedio nacional.

Según el trabajo de Garrido y Mancha (2010), autores que evaluaron la convergencia sigma y beta para las regiones de España durante el periodo 1986-2007. Los resultados de la convergencia sigma muestran un estancamiento en la dispersión de la variable “producto regional per cápita” durante el periodo 2002-2007, aunque se percibe convergencia sigma en grupos de regiones similares. Respecto a la convergencia beta, el estudio concluye la existencia de una de tipo condicional.

Por su parte, Carlino y Mills (1996), Tomljanovich y Vogelsang (2002) y Phillips y Sul (2009) utilizan el enfoque de convergencia económica estocástica para los Estados Unidos. Mientras que Hamit-Haggar (2013), siguiendo el enfoque de los investigadores anteriores, analiza la convergencia económica entre las 10 provincias de Canadá, encontrando solamente clubes de convergencia, es decir, grupos de economías que convergen a distintos estados estacionarios. En ese sentido, el autor señala la existencia de clubes de convergencia para el PBI per cápita, intensidad del capital y productividad del trabajo durante el periodo 1981-2008.

Otro estudio relevante y más reciente fue el realizado por Goschin (2017), quien explora una convergencia económica en Rumania para el periodo 1995-2013. El estudio utiliza un enfoque neoclásico complementado con un enfoque espacial, encontrando ausencia de convergencia beta absoluta y condicional, así como la ausencia de convergencia sigma en el largo plazo. De ese modo, rechazan la existencia de convergencia, apoyando la hipótesis de divergencia debido a efectos espaciales como la polarización y la desigualdad entre el centro-periferia.

Para Latinoamérica, destaca el trabajo de Bonet y Meisel (1999), quienes analizaron la convergencia regional en Colombia para un largo periodo: 1926-1995. Y aportan evidencia de convergencia beta absoluta y sigma durante el

período 1926-1960, para lo cual se usó los depósitos bancarios por habitante como variable proxy⁴ del PBI per cápita. Por su parte, para el período 1960-1995 usaron los datos del PBI regional y encontraron una débil evidencia de convergencia condicional.

En ese sentido, Duncan y Fuentes (2005) investigan para las regiones de Chile la existencia de convergencia en los niveles de PBI per cápita e ingresos per cápita durante el periodo 1960-2000. Para ello utilizan un enfoque de convergencia neoclásica y, adicionalmente a los tests tradicionales, usan el test de raíz unitaria aplicado a un panel de datos. Los resultados respaldan la hipótesis de convergencia absoluta tanto en relación al PBI como a los ingresos. No obstante, ambas tasas de convergencia son lentas respecto a la evidencia internacional, pronosticando que el cierre de la brecha entre regiones pobres y ricas tardará un promedio de 80 años.

Asuad Sanén y Quinta Romero (2010) analizan la hipótesis de convergencia beta en los estados de México durante 1970-2008, para ello consideran los efectos de proximidad geográfica y la concentración espacial económica. Los resultados rechazan la hipótesis de convergencia para todo el periodo, insinuando una desigualdad regional. Además, ellos dividen la serie en dos subperiodos, estimando un modelo con error espacial para 1970-1986, donde la tasa de convergencia es 25.6%. Mientras que las estimaciones para 1986-2008 indican ausencia de convergencia regional, resultando un proceso de divergencia y la existencia de clubes de convergencia.

Igualmente, Montero y Del Rio (2013) estudian la convergencia regional del PBI per cápita en Bolivia desde un enfoque espacial durante 1988-2011. Económicamente, los investigadores utilizan un panel de datos dinámico, donde se compara los resultados de una regresión sin efectos espaciales contra aquella con efectos espaciales. Por un lado, el estudio acepta la hipótesis de convergencia hacia un mismo estado estacionario en los departamentos de

4 Las variables proxy se entienden como variables aproximadas a las variables objeto de análisis.

Bolivia a una velocidad entre 4% y 7%. Por otro lado, los resultados estadísticos rechazan la existencia de dependencia espacial económica, es decir, la tasa de convergencia de un departamento no se ve afectada por la producción económica de los departamentos colindantes.

Así también, Flores et al. (2019) estudian el efecto que ocasiona un incremento del gasto público en infraestructura física y educación sobre el proceso de convergencia entre las provincias de Ecuador durante el periodo 2001-2015. Para ello, utilizan un enfoque de convergencia beta espacial, la cual es condicionada a las variables proxys de infraestructura física y educación. Los resultados señalan la existencia de un débil proceso de convergencia económica, aunque con un significativo nivel de segregación territorial. En otras palabras, concluyen que el gasto en infraestructura física y educación no ha incrementado significativamente la productividad de las provincias pobres, afectando la sostenibilidad en el tiempo del proceso de convergencia.

Para el caso peruano, el documento de Alcántara (2001) sigue el marco neoclásico y evalúa la convergencia económica departamental para el periodo 1961-1995. El análisis gira en torno a variables como la influencia de la actividad agrícola, las migraciones y el capital humano. Los resultados sostienen que ha existido una reducción de la disparidad del PBI per cápita entre 1961-1972, corroborando una convergencia de tipo sigma. Tendencia que es revertida en el periodo 1972-1993, mostrando signos de divergencia. Sin embargo, para el periodo 1993-1995 la tendencia cambia otra vez hacia la senda de convergencia.

Gonzales de Olarte y Trelles (2004) usan el enfoque de convergencia neoclásico condicional y de manera complementaria utilizan un enfoque espacial para los departamentos del Perú durante el periodo 1970-1996. En ese sentido, usan un panel de datos con efectos fijos y herramientas de econometría espacial como errores SAR (1), encontrando ausencia de convergencia en sentido absoluto y en sentido condicional entre los departamentos del país. No obstante, resaltan que el rol del gasto público compensa los efectos divergentes que pueden tener algunas variables geográficas.

En esa misma línea metodológica, Serra et al. (2006) investigan la existencia de convergencia sigma y convergencia beta para el periodo 1970-2001. Los autores encuentran evidencia de convergencia beta absoluta, aunque a una velocidad de tan solo 1.1%. Asimismo, encuentran convergencia sigma regional dentro del Perú, resaltando una mayor reducción de la dispersión durante los primeros años de los 70s y 80s. No obstante, si se condiciona la regresión a factores como actividades agrícolas, mineras e industriales la velocidad de convergencia beta se incrementa a un 3.1%.

Chirinos (2008) investiga la existencia de convergencia interregional en el Perú para el periodo 1994-2007. Para ello realiza un análisis con datos de panel y a su vez utiliza los test de convergencia neoclásicos –beta y sigma–. Los resultados afirman que durante el periodo 2002-2007 el crecimiento redujo disparidades en los niveles de renta, pero descarta la existencia de convergencia absoluta. Sin embargo, al considerar algunas diferencias intrínsecas regionales mediante variables de control, surge evidencia de convergencia condicional.

Tiempo después, Delgado y Del Pozo (2011) encuentran evidencia de convergencia regional beta entre 1979 y 2008, aunque al hacer estimaciones para diferentes subperiodos, la significancia estadística decrece. Concluyen también que Moquegua es un departamento que sobresale económicamente, mostrando una desconexión del resto del país. Asimismo, mencionan que la hipótesis de convergencia beta se hace más significativa al condicionar los departamentos por indicadores sociales, estructura productiva, nivel de gasto público y variables geográficas.

Uno de los documentos más recientes e importantes que aborda la convergencia regional en el Perú es el realizado por Delgado y Rodríguez (2017) para el periodo 1970-2010. El estudio analiza la existencia de una convergencia estocástica usando herramientas de series de tiempo, y rechazan la existencia de convergencia en sentido absoluto. Por ello, sostienen la hipótesis de convergencia condicional, indicando la existencia de tres clubes de convergencia, a excepción de Huancavelica y Apurímac que no son parte de

ningún club de convergencia pues aparecen desconectados del resto del país: convergen hacia sus propios estados estacionarios.

Por otro lado, como ya se había mencionado, no se ha encontrado casi ningún estudio empírico respecto al rol directo de la infraestructura vial en los procesos de convergencia económica. Por ese motivo, dado el consenso teórico internacional donde la inversión en infraestructura pública es un factor importante del crecimiento económico, se mostrarán también los estudios más importantes de este tipo como una forma de entender el efecto de la infraestructura vial en la convergencia regional.

En esa línea de investigación, a nivel internacional, Aschauer (1989) analiza el efecto del gasto público en infraestructura sobre la productividad de Estados Unidos durante el periodo 1949-1985. Encontrando de manera empírica el valor significativo que tiene el capital físico público (estructuras no militares) sobre el incremento de la demanda agregada, aumento de la tasa de interés, y por ende estímulo de la producción.

Bernard y García (1997) evaluaron para el caso de países en vías de desarrollo (Malasia, Indonesia y Tailandia) y para algunos países desarrollados (Estados Unidos, España y Francia) el efecto de la infraestructura en el crecimiento económico. Utilizando un modelo simple de crecimiento endógeno, encontraron que si bien el gasto en infraestructura puede tener un gran impacto positivo sobre el crecimiento es importante considerar el modo de financiamiento, pues de no hacerlo se tendría efectos negativos.

Recientemente, Elburz y Cubukcu (2020) buscan medir el efecto de un incremento en infraestructura vial sobre las economías regionales de Turquía durante 2004-2014. Para ello utilizan un enfoque de econometría espacial, encontrando que la inversión en infraestructura vial tiene efectos espaciales significativos de externalidad positiva (*spillover effects*) sobre el crecimiento económico regional. Esto último se refiere a que un aumento en la infraestructura vial de una región ocasiona también un incremento económico en las regiones colindantes.

A nivel latinoamericano, puede mencionarse la investigación realizada por Albala-Bertrand y Mamatzakis (2001), quienes evalúan el efecto de un cambio en la infraestructura pública sobre la estructura de costos y la productividad en la economía chilena durante el periodo 1960-1998. Para ello utilizan una función de costo translogarítmica y mediante la estimación de la elasticidad costo de infraestructura encuentran que un incremento en la infraestructura pública reduce los costos de producción de la economía, incrementando de esta manera la productividad.

El estudio realizado por Almeida y Guimaraes (2014) es muy relevante porque evalúan mediante distintos modelos econométricos el efecto de la infraestructura pública sobre la convergencia económica entre las municipalidades brasileñas durante el periodo 1999-2005. Para ello aplican un enfoque de convergencia condicional, usando como variables de control a la infraestructura vial e infraestructura de energía eléctrica. Y afirman la existencia de dicha convergencia, donde solo el stock de infraestructura vial tiene un impacto positivo y significativo, mientras que el efecto de infraestructura eléctrica no es significativo en el proceso de convergencia.

Mientras que, para el Perú, Vásquez y Bendezú (2008) analizan la relación económica entre el crecimiento y la infraestructura vial para el caso peruano entre 1940 y 2003. El estudio utiliza la teoría del crecimiento neoclásico y el análisis insumo-producto, así también emplea modelos econométricos de datos panel y de series de tiempo para estimar el impacto de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico agregado y regional. Los resultados del análisis mencionan que la expansión de la infraestructura vial aumenta la capacidad productiva potencial de las regiones, estimulando así el crecimiento económico del país.

Zegarra (2010) discute, además de otros temas, la situación y el rol de la infraestructura en la competitividad y desarrollo regional del Perú. Respecto a la infraestructura vial, se utiliza como proxy al indicador de kilómetros de red vial por superficie territorial, y encuentran que existe una mayor deficiencia de este

factor en las regiones de la sierra y selva. Sin embargo, concluye que la deficiencia de infraestructura vial en las regiones más rezagadas económicamente está vinculada con la calidad de las vías (asfaltadas) antes que con su extensión. Por lo cual, el indicador de kilómetros de la red vial por superficie no sería el adecuado.

En esa línea, Urrunaga y Aparicio (2012) investigan el vínculo entre infraestructura y crecimiento para el periodo 1980-2009. Para ello, analizan las 24 regiones del país utilizando un panel de datos dinámico para evitar así la endogeneidad que se pueda originar en las variables de infraestructura: transporte, telecomunicaciones y electricidad. De este modo, descubren que la inversión en infraestructura de servicios públicos tiene un vínculo positivo con el crecimiento económico en el largo plazo. Específicamente, señalan que la infraestructura vial e infraestructura eléctrica ayudan a disminuir la desigualdad económica entre regiones.

Por último, Machado y Toma (2017) estudian el impacto de la inversión en infraestructura de transportes y comunicaciones sobre el crecimiento económico regional del Perú durante el periodo 2004-2014. Al inicio, utilizan un panel de datos con efectos fijos, encontrando un efecto positivo de los dos tipos de infraestructura sobre el PBI regional. Luego, se sigue un panel de datos espacial que identifica los efectos directos de la inversión en infraestructura dentro de cada región, así como los efectos indirectos que suceden entre regiones. Los resultados afirman que la infraestructura de transportes incrementa directamente el PBI regional, mientras que la infraestructura de comunicaciones incrementa indirectamente al PBI.

4. HECHOS ESTILIZADOS

En esta sección se busca analizar y mostrar gráficamente, durante el periodo 2001-2019, el comportamiento económico individual y el proceso de convergencia económica entre las regiones del Perú, así como la evolución de la infraestructura vial y su relación con la convergencia económica. Para ello, se trabajará principalmente con los datos correspondientes a las variables de Producto Bruto Interno e Infraestructura vial.

4.1 LAS REGIONES DEL PERÚ

Según el INEI (2013), desde el 2003 el Perú está conformado y organizado administrativamente por 26 circunscripciones de nivel regional: 24 departamentos y 2 provincias con regímenes especiales. Estas últimas son la provincia constitucional del Callao y la provincia de Lima, las cuales serán unificadas junto con el departamento de Lima y evaluadas como una región debido a que los datos a utilizar en la presente investigación no se encuentran desagregadas para todo el periodo de estudio. De ese modo, estaremos ante un país compuesto por 24 regiones, los cuales también se agrupan geográficamente en 3 macro regiones: Norte, Centro y Sur.

De ese modo, las regiones que conforman la macro región Norte son: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas, San Martín y Loreto. La macro región Centro está conformada por Ancash, Lima, Ica, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica y Ucayali. Finalmente, la macro región Sur está conformada por Arequipa, Moquegua, Tacna, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Puno y Madre de Dios.

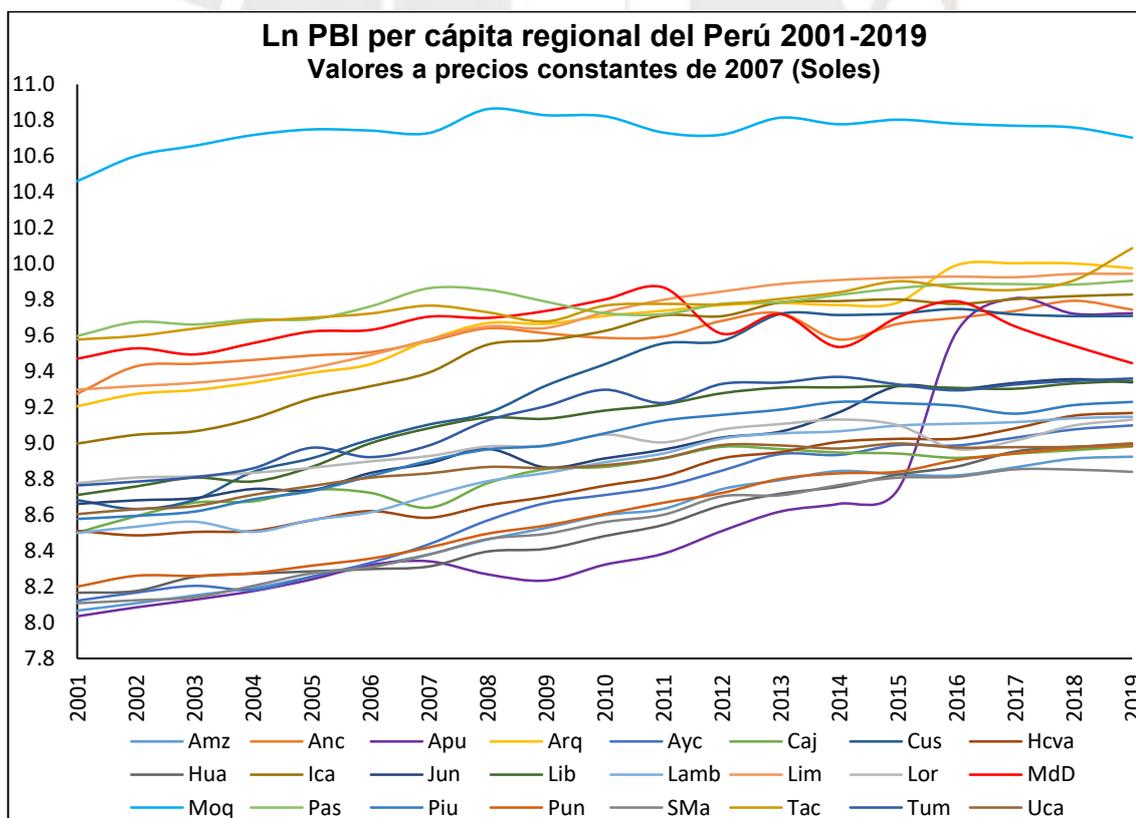
Al respecto, Cuisano y Guillén (2015) sostienen que las regiones del país se caracterizan por ser fronterizas y estar interconectados, formando entre ellos una dinámica espacial donde mantienen y potencian estrechos vínculos en aspectos de origen histórico, político, cultural, social y especialmente económico. Además, afirman que en la actualidad la precisión y celeridad del intercambio de

información entre los distintos territorios regionales del Perú han conseguido cambiar su comportamiento aislante por uno globalizador.

4.2 EVOLUCIÓN Y CONVERGENCIA ECONÓMICA

La evolución del logaritmo natural del Producto Bruto Interno ⁵ en términos per cápita durante el periodo 2001-2019 se muestra en el *Gráfico 1*, resaltando que al año 2019 un total de veintitrés regiones mostraron una leve tendencia de crecimiento, de los cuales Moquegua (línea de color celeste) registra niveles de PBI pc muy superiores al resto de regiones; mientras que la única región que ha mostrado una significativa tendencia a decrecer en los últimos años fue la región de Madre de Dios (línea de color rojo).

Gráfico 1

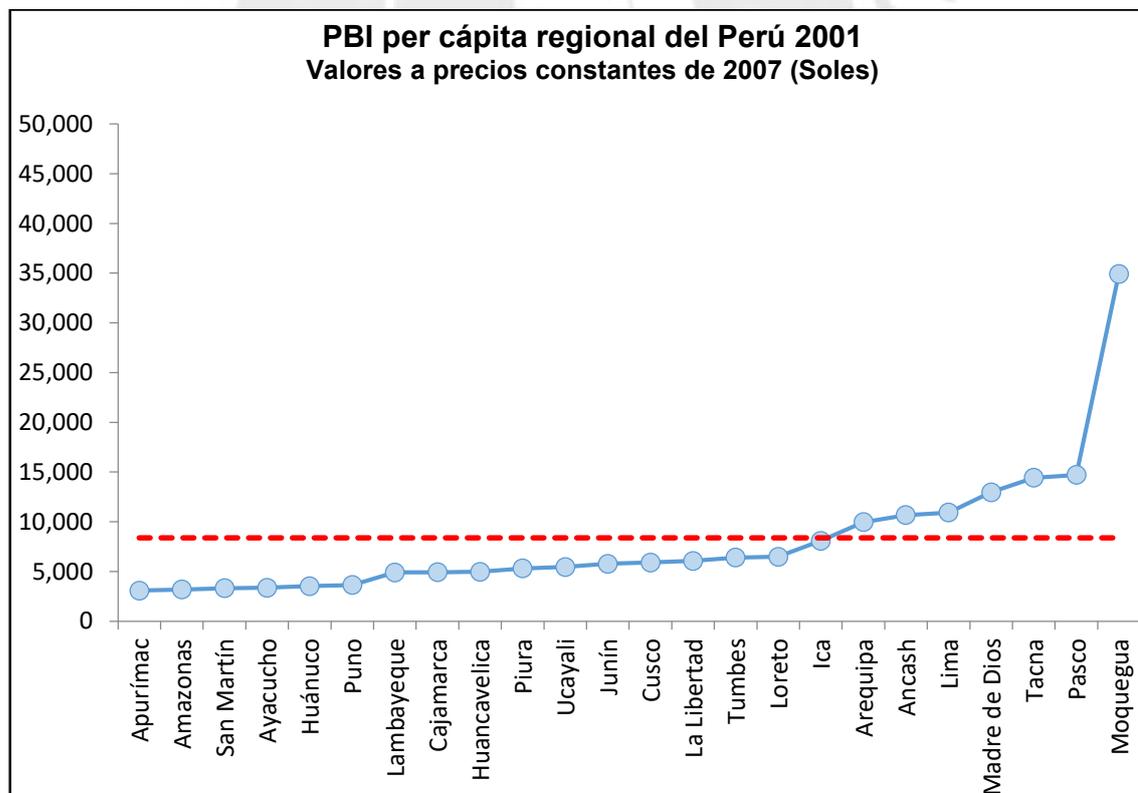


Fuente: Elaboración propia. En base a datos del SIRTOD-INEI.

⁵ Para fines de ilustración, se ha aplicado un cambio de escala mediante logaritmos al PBI per cápita de las regiones del país.

A principios del 2001, la información del INEI (2013) revela que en el Perú existían siete regiones que muestran un mayor nivel de PBI per cápita (Arequipa, Ancash, Lima, Madre de Dios, Tacna, Pasco, y Moquegua) respecto a la media nacional. Asimismo, Ica era la única región para ese periodo que se encontraba en la media. Mientras que las dieciséis regiones restantes se ubicaban con un menor nivel de producto per cápita (Apurímac, Amazonas, San Martín, Ayacucho, Huánuco, Puno, Lambayeque, Cajamarca, Huancavelica, Piura, Ucayali, Junín, Cusco, La Libertad, Tumbes y Loreto) respecto a la media nacional. Esto se puede corroborar en el *Gráfico 2*, donde la línea azul y la línea de trazo rojo muestran los niveles del PBI per cápita regionales y el nivel del promedio nacional del PBI per cápita (S/ 8 369) para el año 2001, respectivamente.

Gráfico 2

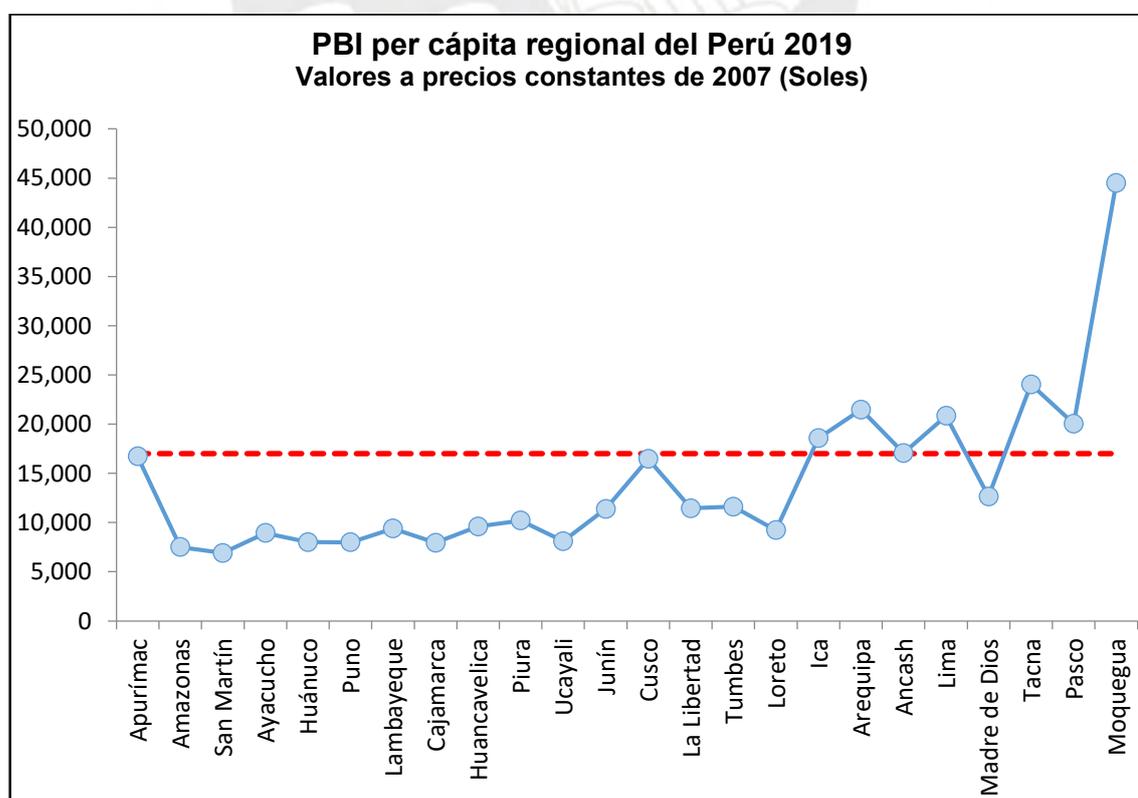


Fuente: Elaboración propia. En base a datos del SIRTOD-INEI.

Transcurridos dieciocho años, en el 2019 las regiones muestran algunos incrementos significativos en sus niveles de PBI per cápita. Por ejemplo, se observa que Apurímac y Cusco se encuentran cerca al nivel promedio nacional del PBI per cápita. Sin embargo, las disparidades territoriales entre regiones parecen no haberse revertido en gran medida, pues catorce de las regiones con menores niveles de PBI per cápita al año 2001 siguen siéndolo al año 2019; un caso particular es la región Madre de Dios, pues pasó de ser uno de los departamentos con mayor PBI per cápita del país a uno que se ubica por debajo de la media nacional, demostrando así ausencia de crecimiento sostenido y significativo.

Lo anterior se puede observar en el *Gráfico 3*, donde la línea azul y la línea de trazo rojo muestran los niveles del PBI per cápita regionales y el nivel del promedio nacional del PBI per cápita (S/ 16 998) para el año 2019, respectivamente.

Gráfico 3



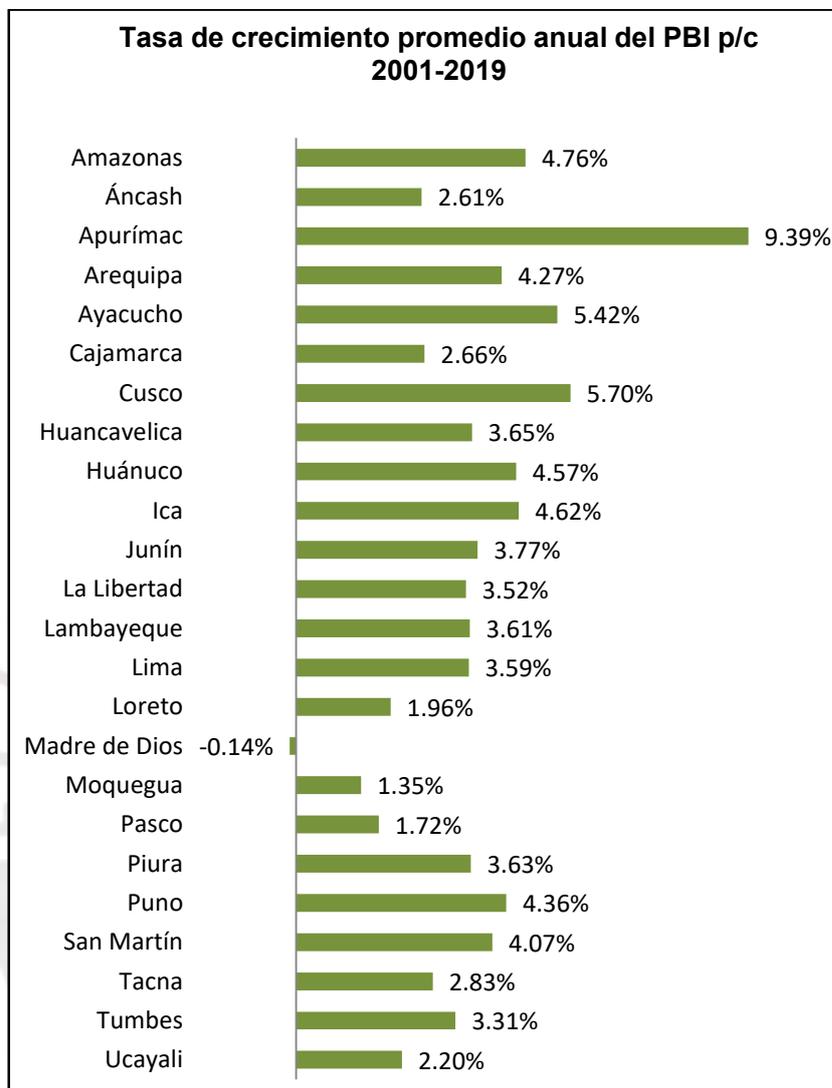
Fuente: Elaboración propia. En base a datos del SIRTOD-INEI.

Por lo visto, la situación anterior parece sugerir que las desigualdades regionales no se han reducido significativamente transcurrido el periodo 2001-2019. No obstante, una mirada a las tasas de crecimiento promedio anual parece mostrar otro panorama.

Los datos observados en el *Gráfico 4* indican que la mayoría de regiones con menor nivel de PBI per cápita a inicios del periodo de estudio, tales como Amazonas, Apurímac, Ayacucho, Cusco, Huánuco, etc., han presentado un mejor desempeño económico que la mayoría de regiones con mayor nivel de PBI por habitante, como Madre de Dios, Moquegua, Pasco, Ancash y otros.

En esa línea, destaca el departamento de Apurímac, el cual creció a una tasa promedio anual de 9.39 %, la tasa más significativa durante el periodo 2001-2019. Asimismo, Cusco y Ayacucho resaltan por crecer a una tasa promedio de 5.70 % y 5.42 %, respectivamente. Por el contrario, las regiones de Pasco y Moquegua desaceleraron sus crecimientos en gran medida a 1.72 % y 1.35 %, respectivamente. Mientras que la región Madre de Dios muestra un comportamiento económico particular, pues se observa una tasa negativa de crecimiento: -0.14 %, lo cual la convierte en la única región del Perú con recesión económica durante el periodo de estudio.

Gráfico 4

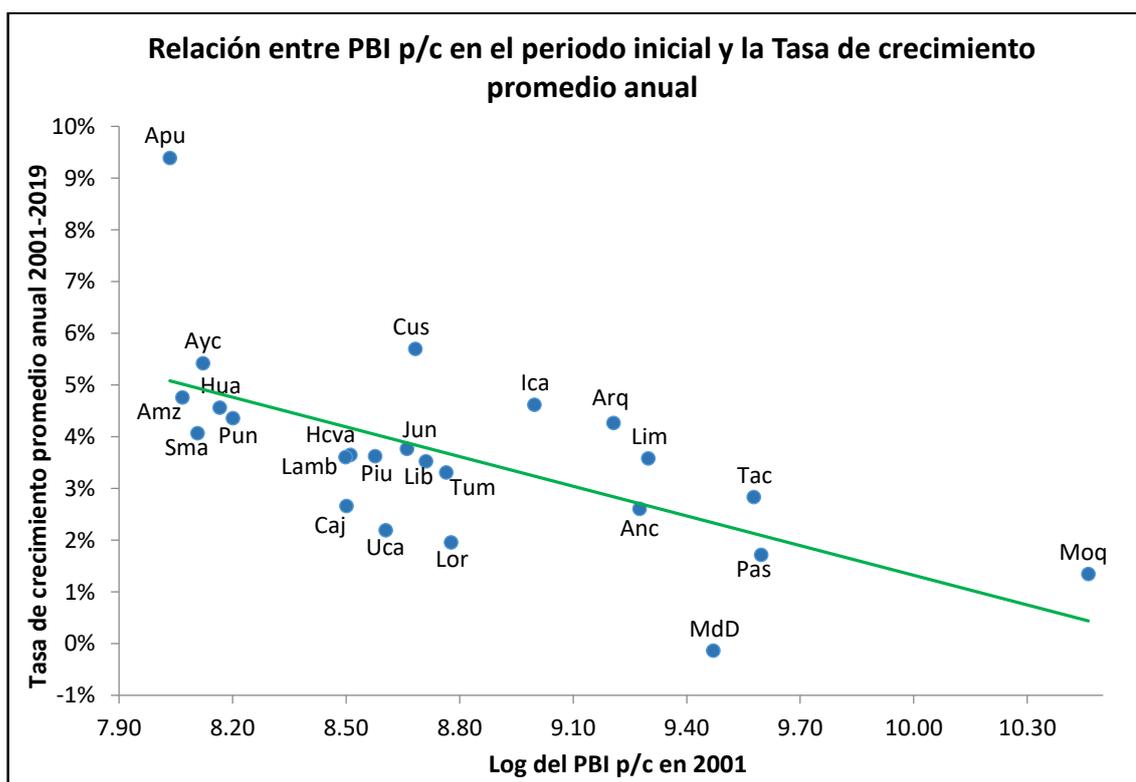


Fuente: Elaboración propia. En base a datos del SIRTOD-INEI.

El *Gráfico 5* muestra la relación entre el logaritmo natural del PBI per cápita en el año 2001 (precios constantes de 2007) y la tasa de crecimiento promedio del periodo 2001-2019 para las regiones del Perú. Donde se aprecia un primer grupo de regiones como Apurímac, Cusco, Ica, Arequipa, Lima, Tacna y Moquegua que evidencian una relación inversa entre la tasa de crecimiento del PBI per cápita y su nivel inicial. Mientras que un segundo grupo que cumple a medias con la relación de la teoría de convergencia absoluta está conformado por Amazonas, Ayacucho, San Martín, Huánuco, Puno, Lambayeque, Huancavelica, Piura, Junín, La Libertad, Tumbes, Ancash y Pasco. Finalmente,

se observa un tercer grupo de regiones que cumplen con la relación inversa del modelo son Cajamarca, Ucayali, Loreto y Madre de Dios. Lo anterior, desliza la posibilidad que existan regiones que conformen clubes de convergencia y/o que tengan un desempeño económico desconectado del resto del país.

Gráfico 5



Fuente: Elaboración propia. En base a datos del SIRTOD-INEI.

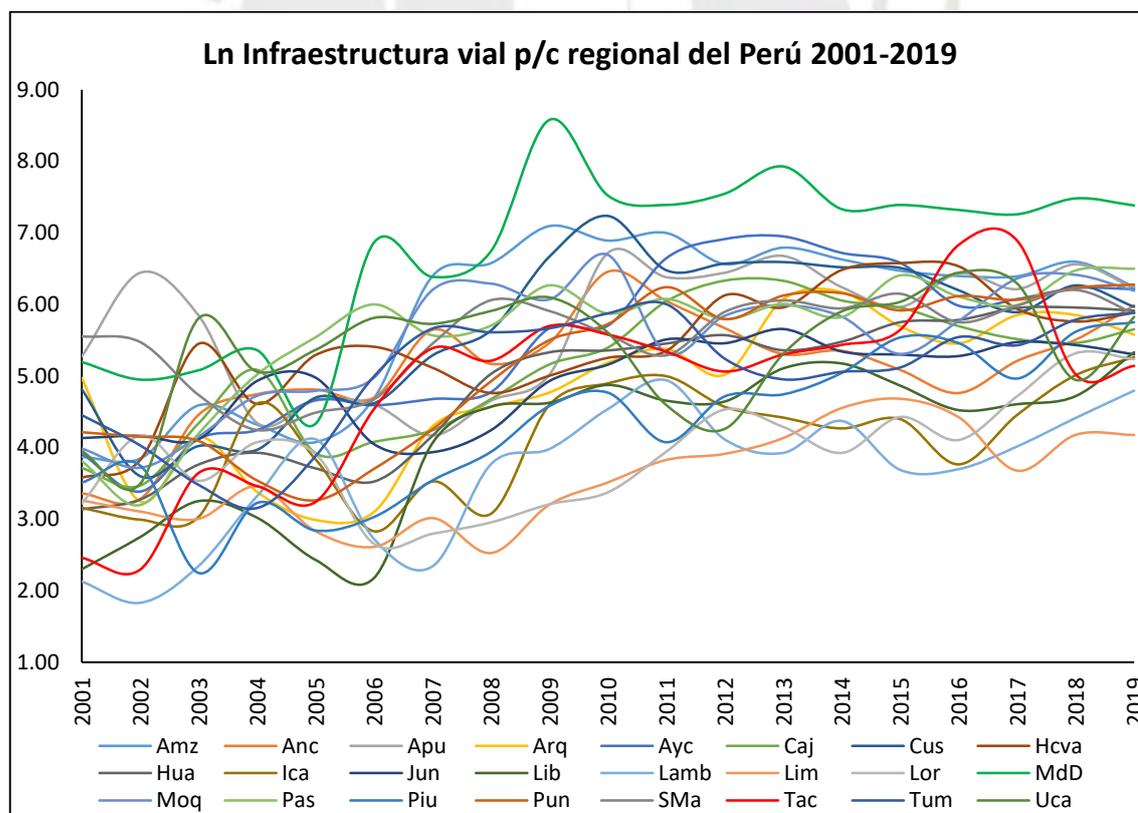
En general, aplicando el modelo neoclásico de convergencia económica, en el país se observa una relación inversa poco precisa entre el nivel inicial del PBI y la tasa de crecimiento de las regiones que sugiere la ausencia de convergencia en sentido absoluto: convergencia hacia un mismo estado estacionario. Reforzando así, la hipótesis de un proceso de convergencia hacia estados estacionarios propios, es decir, convergencia económica en sentido condicional.

4.3 INFRAESTRUCTURA VIAL COMO DETERMINANTE DE LA CONVERGENCIA

Respecto a la infraestructura vial es importante indicar que, dado la limitación del indicador de kilómetros de red vial por superficie territorial mencionado por Zegarra (2010), en el presente trabajo se considera pertinente usar el “gasto público en transporte terrestre”⁶ por departamento como variable proxy de la infraestructura vial. Y donde, para fines de ilustración, se le ha aplicado un cambio de escala mediante logaritmos.

De esta manera, el *Gráfico 6* muestra el comportamiento de la variable proxy a usar, resaltando que en general durante el periodo de estudio esta variable ha tenido un comportamiento creciente, donde Madre de Dios es la

Gráfico 6



Fuente: Elaboración propia. En base a datos del MEF.

6 La descripción de variables y fuentes de datos a usar serán explicadas con mayor detalle en la sección de lineamientos metodológicos.

región con mayor nivel de gasto en carreteras per cápita ha tenido durante el periodo, mientras que el resto de departamentos se mantienen con menores niveles a lo largo del periodo 2001-2019. De modo particular, se observa que Lambayeque y Lima son las regiones con menores niveles de gasto en carreteras per cápita durante el periodo de estudio. Adicionalmente, también se observa que en Tacna el gasto en carreteras ha ido decreciendo durante los últimos años.

Para determinar si, a pesar de las diferencias, ha habido un crecimiento del gasto en infraestructura vial per cápita para las regiones que en un principio tenían menores niveles, es necesario observar cómo ha ido evolucionando el gasto en las distintas regiones del Perú. Por ello, el *Gráfico 7* permite observar

Gráfico 7

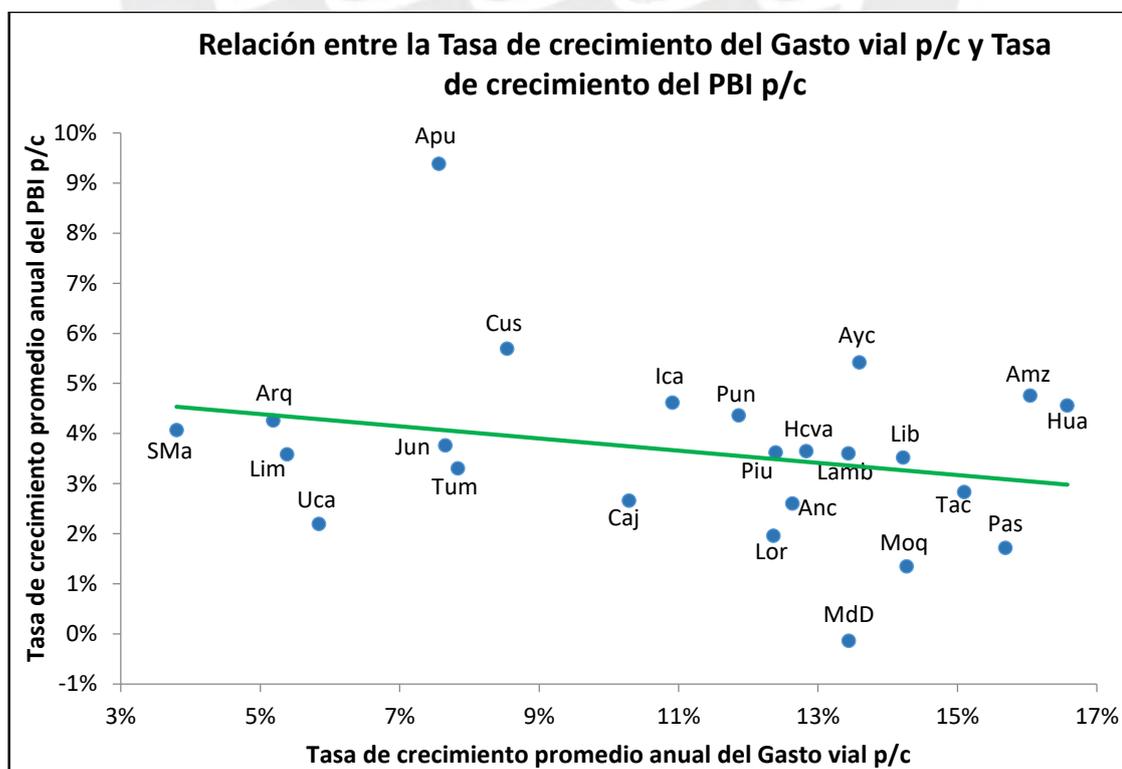


Fuente: Elaboración propia. En base a datos del MEF.

que, en promedio, todas las regiones han mostrado un crecimiento positivo y significativo, destacando las regiones de Lambayeque (13.44 %), La Libertad (14.22 %), Tacna (15.10 %) y Huánuco (16.57 %). Las cuales se ubicaban para el año 2001 como las regiones con menores niveles de gasto en carreteras per cápita y a finales del periodo de estudio se caracterizan por tener la mayor tasa de crecimiento promedio anual.

En esa línea, es preciso encontrar una relación entre el incremento de tasas del gasto vial per cápita y las tasas de crecimiento del PBI p/c de cada región. Por ello, se elaboró el *Gráfico 8* con el cual se evalúa lo mencionado, aunque lamentablemente no es posible encontrar una relación favorable ni precisa. Se observa, además, que las regiones de Loreto, Madre de Dios, Moquegua y Pasco son aquellas que han tenido altos incrementos en el Gasto de carreteras p/c, mostrando por el contrario menores crecimientos en el PBI p/c. De hecho, la región Madre de Dios es un caso especial, pues ha mostrado una recesión económica durante el periodo de estudio.

Gráfico 8



Fuente: Elaboración propia. En base a datos del INEI y MEF.

Por otro lado, si solo se analiza el comportamiento de las dos variables anteriores para grupos de regiones, se puede encontrar gráficamente una relación positiva. De ese modo, las regiones de Arequipa, Lima, Ucayali, Junín, Tumbes Cusco y Apurímac tendrían una relación positiva entre una mayor tasa de crecimiento del Gasto vial por habitante y una mayor tasa de crecimiento del PBI per cápita. Asimismo, el conjunto de regiones conformado por Moquegua, Tacna, Pasco, Amazonas y Huánuco presenta una correlación positiva entre las variables de estudio.



5. HIPÓTESIS DE TRABAJO

5.1 HIPÓTESIS GENERAL

La hipótesis central de esta investigación es la siguiente:

- Existe un efecto positivo y directo de un incremento en la infraestructura vial sobre el proceso de convergencia económica en las regiones del Perú para el periodo 2001-2019.

En general, la teoría y literatura empírica revisada en las secciones anteriores concuerdan en que la infraestructura vial es un determinante del crecimiento económico y, basados en la teoría neoclásica, esto último debería plasmarse en un proceso de convergencia. Ello debido a que al ser regiones cercanas entre sí tendrían economías en el mejor de los casos idénticas, lo cual llevaría a una convergencia absoluta; y en el caso que no sean economías parecidas conduciría a una convergencia condicional. Asimismo, basándonos en los hechos estilizados revisados, esta relación teórica parece afirmarse, inclinándose por la existencia de un proceso de convergencia condicional en el país apoyado por un incremento de infraestructura vial. Aunque como se mencionó antes, los gráficos no permiten concluir que tan significativa ha sido la infraestructura vial en este proceso convergente. En resumen, las figuras, gráficos y tablas anteriores sugieren la existencia de un proceso de convergencia económica condicional a la infraestructura vial entre las regiones del Perú.

5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Se han previsto 2 hipótesis específicas en este trabajo y son las siguientes:

- Existe un proceso de convergencia económica condicional a través del Producto Bruto Interno en el Perú.

Dado el crecimiento económico que el Perú ha experimentado desde el inicio del tercer milenio y bajo el supuesto de que las regiones de un país poseen individuos con preferencias similares, empresas con funciones de producción similares, instituciones y sistemas impositivos parecidos; la evidencia que se observa en los datos y figuras de la sección anterior muestran que también existen diferencias estructurales económicas que conducen a un proceso de convergencia de tipo condicional.

- Existe un impacto positivo de la infraestructura vial en el proceso de convergencia económica entre las regiones del país.

La infraestructura vial genera la reducción de costos de transacción y de transporte para las empresas privadas que producen bienes, lo cual conlleva a mayor eficiencia e incremento de la producción. Asimismo, la expansión de infraestructura vial estimula la inversión privada en capital al generar condiciones de mercado para el desarrollo de empresas en las regiones. Todo ello implementa las bases para un proceso de convergencia económica. En ese sentido, los supuestos teóricos previos se corroboran en la sección de hechos estilizados, donde se observa que en varias regiones existe un aumento de infraestructura vial p/c acompañado del mismo comportamiento para la tasa de crecimiento del PBI p/c.

6. LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS

Con la finalidad de estudiar la convergencia económica en las regiones del Perú, el enfoque base utilizado para el presente trabajo será la **Aproximación clásica del análisis de β -convergencia** formulada por Sala-i-Martin (1990), el cual también utiliza de manera complementaria a **σ -convergencia** como herramienta de análisis. La elección de este enfoque se justifica principalmente por permitir considerar el rol de variables explicativas como la infraestructura vial dentro del análisis de convergencia económica.

Ventaja que no es posible en un enfoque de convergencia estocástica que usa únicamente series de tiempo, pues no se cuenta con la suficiente cantidad de observaciones para realizar un análisis econométrico de ese tipo sin obtener resultados sesgados e inconsistentes. No obstante, la convergencia espacial sí es un enfoque más general y preciso que la β -convergencia, pero lamentablemente esta implica el uso de más variables explicativas que reducen los grados de libertad de un análisis econométrico. Haciendo su uso ideal para análisis con largos periodos de tiempo y con mayor cantidad de individuos, escenario que no ocurre en el presente trabajo.

En consecuencia, como ya se mencionó en la sub sección 2.2, el enfoque de convergencia económica beta se analiza desde dos ópticas: la convergencia absoluta y la convergencia condicional; siendo esta última una definición más general que la convergencia absoluta. Donde, a modo de resumen, la convergencia condicional se entiende como la correlación negativa entre la tasa de crecimiento y el nivel de renta inicial de una economía, condicional al estado estacionario.

Asimismo, desde una perspectiva empírica, Sala-i-Martin (2000) indica que para este enfoque existen dos métodos de condicionar los datos. El primer método implica condicionar los datos al estudio de un conjunto de regiones parecidas, es decir, que tengan individuos con preferencias similares, instituciones y sistemas impositivos idénticos, y empresas con funciones de producción semejantes. Si se cumplen todos estos factores, las economías a

estudiar tenderán hacia un mismo estado estacionario, produciéndose una convergencia absoluta.

El segundo método para condicionar los datos implica introducir un grupo de variables adicionales que actúan como variables proxy del estado estacionario, posteriormente se efectúan regresiones múltiples de sección cruzada. Esta forma de condicionar es recomendada cuando las regiones a estudiar no son idénticas, no comparten los mismos fundamentos. Y por lo tanto tienden hacia un estado estacionario propio, produciéndose una convergencia condicional.

Finalmente, en la presente investigación se usarán ambas maneras de condicionar los datos, pero se hará énfasis en el segundo método por dos razones. Primero, porque el presente estudio busca medir el efecto de la infraestructura vial en las regiones del Perú, y por lo cual este factor será utilizado como una de las variables proxy del estado estacionario de cada una de las regiones analizadas. Segundo, porque al observar los hechos estilizados presentados en la sección 4, no se observa una notoria evidencia de convergencia absoluta.

6.1 MODELOS A UTILIZAR

Antes de presentar matemáticamente los modelos a utilizar, es importante recordar dos conceptos que se relacionan entre sí, a saber: β -convergencia y σ -convergencia. Y como ya se señaló en la sección 2.2, cuando ambos conceptos suceden simultáneamente se producirá una convergencia absoluta, en ese caso se asevera que los datos fueron condicionados por el primer método; mientras que si solo se cumple β -convergencia se producirá una convergencia condicional, en ese caso los datos habrán sido condicionados por el segundo método.

A continuación, se presentan las ecuaciones de convergencia absoluta. Para ello, la ecuación de β -convergencia se formula algebraicamente de la siguiente manera:

$$\gamma_{i,t} = \ln(y_{i,t}) - \ln(y_{i,t-1}) = \alpha - (1 - e^{-\beta}) \ln(y_{i,t-1}) + u_{i,t} \quad \dots \dots (i)$$

donde $y_{i,t}$ representa el PBI per cápita de cada una de las regiones en el año t , mientras que $y_{i,t-1}$ es el PBI per cápita inicial de cada una de las regiones. En ese sentido, $\gamma_{i,t}$ se entiende como la tasa de crecimiento del PBI per cápita de la región i entre los periodos $t - 1$ y t , la cual a su vez muestra una relación inversa con el PBI per cápita inicial.

Asimismo, α es un término constante para todas las economías, lo cual significa que el factor de progreso tecnológico y el estado estacionario son idénticas en todas las regiones. Mientras que el coeficiente del logaritmo del PBI per cápita inicial $(1 - e^{-\beta}) = b$ es una constante positiva tal que $0 < b < 1$, donde una mayor magnitud de b implica una mayor tendencia hacia la convergencia.⁷ Por ello, el parámetro β es el porcentaje periódico al cual se reduce la brecha existente entre el PBI per cápita inicial y el estado estacionario; es decir, mide la velocidad de convergencia en las regiones. Finalmente, $u_{i,t}$ es el término que captura el efecto de las perturbaciones transitorias en la función de producción.

Sumando a ambos lados $\ln(y_{i,t-1})$ en la ecuación (i), es posible que el PBI per cápita de la economía se pueda aproximar a través de la siguiente expresión:

$$\ln(y_{i,t}) = \alpha + (1 - b) \ln(y_{i,t-1}) + u_{i,t} \quad \dots \dots (ii)$$

Además, dado cualquier nivel inicial del PBI per cápita, el modelo introduce dos supuestos: a) El valor esperado de $u_{i,t}$ es cero, es decir, el promedio de los efectos de variables no incluidas en el modelo es cero; b) La varianza de $u_{i,t}$ es una constante en el tiempo expresada como σ_u^2 , vale decir, la

⁷ La condición $b < 1$ elimina la posibilidad de adelantamientos sistemáticos, en el sentido que las economías que inician siendo pobres acaben siendo más ricas que aquellas economías que empezaron siendo ricas.

dispersión de los efectos de las perturbaciones transitorias en el modelo son la misma.

En consecuencia, bajo los supuestos anteriores, al aplicar varianzas a la ecuación (ii) se obtiene la ecuación de σ -convergencia:

$$\sigma_t^2 \cong (1 - b)^2 \sigma_{t-1}^2 + \sigma_u^2 \quad \dots \dots \text{(iii)}$$

donde al cumplirse que $0 < b < 1$, el coeficiente de variación o desviación estándar muestral se reducirá con el tiempo hasta converger a $\sigma_t^2 = \frac{\sigma_u^2}{1 - (1 - b)^2}$.

A continuación, se presentará la ecuación de convergencia condicional. Para ello, es necesario que a la ecuación (i) se le adicionen variables de control que capturen las diferencias intrínsecas entre regiones, y permitan así estimar el estado estacionario propio de cada región.⁸ De este modo, la ecuación de β -convergencia condicional se expresa de la siguiente manera:

$$\gamma_{i,t} = \alpha - (1 - e^{-\beta}) \ln(y_{i,t-1}) + \phi X_{i,t} + u_{i,t} \quad \dots \dots \text{(iv)}$$

donde $X_{i,t}$ es el vector de variables control que determinan la posición del estado estacionario de cada región. Mientras que esta vez α es un término constante, donde solamente el factor de progreso tecnológico es igual para las economías. Todas las demás variables son las mismas que ya se definieron en la ecuación (i). En ese sentido, la ecuación (iv) indica que la tasa de crecimiento de una región depende negativamente de su nivel de PBI per cápita en el periodo inicial y positivamente de su nivel de estado estacionario propio (y^*).

Un elemento a tener en cuenta es si las variables de $X_{i,t}$ son los determinantes del crecimiento o si es el crecimiento quien los determina, generándose un problema de simultaneidad: las variables explicativas no son exógenas, sea porque éstas a su vez dependen de la tasa de crecimiento o

8 El estado estacionario propio es un variable no observada (y^*), siendo solamente posible estimarla a través de aquellas variables incluidas en el vector $X_{i,t}$.

porque son causadas por alguna variable no considerada en el modelo. Los problemas de medición que la simultaneidad genera serán tema de discusión en la sección 6.3.

6.2 VARIABLES A UTILIZAR Y SUS FUENTES

Según Barro (1997) las variables de control que determinan el estado estacionario propio de una economía no son las mismas para todos los casos, por ello recomienda que sean elegidas de acuerdo al criterio del investigador. Es decir, se tendrá que evaluar la relevancia de las variables determinantes a utilizar, considerando la revisión teoría, la revisión empírica y sobre todo la disponibilidad de datos para tales variables.

En ese sentido, para fines de la presente investigación, se toman en cuenta los resultados obtenidos por Sala-i-Martin, Doppelhofer y Miller (2004) y Chirinos (2007); quienes analizan a nivel global las principales variables que determinan el estado estacionario para una economía. A su vez, se revisó la literatura empírica existente para el caso peruano, y se tuvo en cuenta la disponibilidad de datos y la calidad de las mismas. En consecuencia, las variables determinantes a utilizar son las siguientes: infraestructura vial, infraestructura de telecomunicaciones, infraestructura de energía, capital humano y desarrollo financiero.

Por otro lado, en general, los modelos presentan dos tipos de variables: la variable endógena y las variables exógenas. El primer tipo de variable se define como la tasa de crecimiento del PBI per cápita de cada región. Los datos del PBI per cápita correspondientes a las regiones del sur se obtuvieron de dos series estadísticas del INEI: el periodo 2001-2011 a precios constantes del año 1994 y en el caso del periodo 2007-2019 a precios constantes del año 2007. Para ello, se unificaron ambas series tomando como referencia al año base más reciente, obteniéndose así una serie expresada en soles constantes del 2007 para el periodo 2001-2019.

El segundo tipo de variables contempla al nivel inicial de PBI per cápita regional y a las cinco variables determinantes del estado estacionario. Para la infraestructura vial se usa como variable proxy al “Gasto público en transporte terrestre”,⁹ pues este tipo de gasto no solo incluye la construcción de carreteras, sino también el mantenimiento de las mismas. Los datos se obtuvieron de la Consulta de Ejecución de Gasto del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Dado que estos están expresados en precios corrientes fue necesario deflactarlas a precios constantes del año 2007 usando el índice de deflación del PBI, el cual se obtuvo gracias a la base de datos del Banco Mundial.

En relación a la infraestructura de telecomunicaciones, se utiliza como variable proxy a las “Líneas telefónicas en servicio” ya sean fijas o móviles, el cual es extraído del Sistema de Información Regional para la toma de decisiones del INEI. Mientras que la infraestructura de energía¹⁰ es medida por la variable proxy “Tasa de luz eléctrica”, el cual es obtenido de la base de datos del INEI. Para analizar el capital humano, se usa como variable proxy al “Promedio de años de estudio”, el cual es recogido del Compendio Estadístico del INEI.

Finalmente, para medir el desarrollo financiero se usa como variable proxy a los “Créditos al sector privado”, datos que son extraídos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Asimismo, al igual que los datos extraídos del MEF correspondiente al gasto público en transporte terrestre, los créditos están expresados en soles a precios corrientes, siendo necesario deflactarlas a precios constantes del año 2007 mediante el índice de deflación del PBI. Posteriormente se compara y expresa los créditos al sector privado regional como porcentajes del PBI real.

9 En la variable “Gasto público en transporte terrestre” por departamento, el MEF considera dentro de este rubro montos que fueron designados a las Vías nacionales, Vías departamentales, Vías Vecinales, Vías urbanas y Servicios de transporte terrestre. Este último incluye el monto para el mantenimiento de las carreteras más importantes no concesionadas.

10 Para el caso de la variable “Infraestructura de energía” por departamento, también se consideró a la variable proxy “Potencia eléctrica efectiva” por departamento. Sin embargo, esta no superó los test de raíces unitarias que corroboran la estacionariedad de una variable en una serie de tiempo, ocasionando que se escoja a la “Tasa de luz eléctrica” como variable proxy.

A continuación, la terminología del modelo se resume mediante el siguiente cuadro.

VARIABLES EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y SUS DEFINICIONES	
Variable	Definición
Crecimiento del PBI per cápita	Diferencia del logaritmo en niveles del PBI per cápita entre los periodos t y t-T
PBI inicial	Logaritmo del PBI per cápita en el periodo t-T
Infraestructura vial	Logaritmo del gasto público per cápita en transporte terrestre
Infraestructura de telecomunicaciones	Logaritmo del número de líneas telefónicas en servicio por cada mil habitantes
Infraestructura de energía	Logaritmo de la tasa de la población que cuenta con luz eléctrica
Capital humano	Logaritmo del promedio de años de estudio alcanzado por la población de 15 y más años de edad
Desarrollo financiero	Logaritmo del crédito al sector privado provisto por el sistema financiero como % del PBI

Elaboración propia

6.3 METODOLOGÍA

En la sección 6.1 se señaló los dos modelos de convergencia beta a usar en la presente investigación: convergencia absoluta y convergencia condicional; siendo estas representadas mediante las ecuaciones (i) y (iv), respectivamente. No obstante, la metodología propuesta por Barro y Sala-i-Martin (1992) tiene el inconveniente de que en tales ecuaciones el coeficiente que estima la velocidad de convergencia (β) está sujeto a los shocks económicos y a los efectos negativos de la tendencia temporal.

Siguiendo la metodología de Coulombe y Lee (1995), quienes modifican levemente la metodología anterior, es posible abstraerse de los shocks y de los efectos negativos de la tendencia temporal sin alterar el sentido de los modelos. Para ello, es necesario convertir las variables de las ecuaciones (i) y (iv) en

desviaciones de la media. Asimismo, en ambas ecuaciones, se evitará estimar el parámetro β de forma directa porque ello supondrá utilizar el método de mínimos cuadrados no lineales, lo cual es muy engorroso.

En ese sentido, las ecuaciones anteriores se modificarán y tendrán la siguiente forma econométrica:

$$\gamma_{i,t} = (1/T) \ln(RY_{i,t} / RY_{i,t-T}) = a + \lambda \ln(RY_{i,t-T}) + v_{i,t} \quad \dots\dots (v)$$

$$\gamma_{i,t} = (1/T) \ln(RY_{i,t} / RY_{i,t-T}) = a + \lambda \ln(RY_{i,t-T}) + \sum_{i=1}^k \phi_i RX_{i,t} + v_{i,t} \quad \dots\dots (vi)$$

donde, para ambas ecuaciones, el término T es la magnitud del período hacia atrás con respecto al periodo actual. Mientras que RY_i representa el PBI per cápita relativo de la región i, lo cual se entiende como el ratio del PBI per cápita de la región i sobre el promedio nacional no ponderado. Asimismo, en la ecuación (vi) el término RX_i corresponde al ratio de variables control que determinan el estado estacionario en la región i sobre el promedio nacional no ponderado.

Todos los demás términos y variables correspondiente a las dos especificaciones econométricas tienen la misma definición expuesta en la sección 6.1. Por lo tanto, en general, $\gamma_{i,t}$ se entiende como la tasa de crecimiento promedio del PBI per cápita de la región i relativo al promedio nacional no ponderado entre los periodos t – T y T, la cual a su vez muestra una relación inversa con el PBI per cápita inicial relativo al promedio nacional no ponderado.

En ese marco, ya sea β -convergencia regional absoluta o β -convergencia regional condicional, esta se verificará mediante la significancia estadística del parámetro $\lambda = -(1 - e^{-\beta T})/T$. Donde existirá convergencia si el signo del coeficiente λ es negativo. Asimismo, existe una relación directa entre λ y el parámetro de velocidad de convergencia, a saber, $-\beta = \ln(1 + \lambda T)/T$. En tanto, el tiempo de ajuste que le toma a una economía alcanzar la mitad de la brecha

existente entre el PBI per cápita inicial y el estado estacionario se podrá calcular mediante la siguiente fórmula: $t = \ln(2)/\beta$ (Ver Sala-i-Martin, 1992).

Por otro lado, la presente investigación utilizará el enfoque convencional de panel de datos. Este enfoque combina el análisis de series de tiempo y de corte transversal, permitiendo observar cada región a través del tiempo, y tiene al menos tres ventajas. En primer lugar, las observaciones repetidas en el tiempo permiten eliminar efectos cíclicos, útil para probar modelos teóricos de largo plazo. En segundo lugar, permiten controlar el efecto de variables omitidas que son constantes periodo a periodo. Por último, permiten identificar y medir efectos no detectables en muestras de corte transversal, mejorando la precisión de los estimadores (Baltagi, 2008).

Asimismo, como se mencionó en la sección 6.1, para el modelo de convergencia condicional existe un problema latente de simultaneidad entre las variables de control y la variable explicada. El cual, de no ser abordada con algún método, ocasionará en términos econométricos un problema de endogeneidad que a la vez sesgará los resultados del presente estudio. Por ello, según Gujarati y Porter (2010), a continuación se presentan los principales métodos de estimación econométricos para un panel de datos:

a) Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios agrupados (Pool Model)

El Pool Model se caracteriza por agrupar a todas las observaciones existentes y estimarlas en una única regresión. Además, supone homocedasticidad en el término de error y, ausencia de correlación entre alguna variable y el término de error.

b) Método de Efecto Fijos (EF)

Este método permite disipar el efecto negativo de las variables omitidas cuando estas varían entre las regiones, pero no en el tiempo. Asimismo, los Efectos Fijos son consistentes y eficientes cuando existe una

correlación entre el término de error y alguna variable independiente (endogeneidad de los regresores).

c) Método de Efectos Aleatorios (EA)

Los Efectos Aleatorios cumplen el mismo objetivo que el modelo de Efectos Fijos. Sin embargo, su uso será consistente y eficiente solo cuando exista autocorrelación residual, mas no cuando existan problemas de correlación o endogeneidad entre el término de error y alguna de las variables independientes.

d) Método de Variables Instrumentales (VI)

Las Variables Instrumentales permiten reducir el sesgo producido por las variables omitidas no observables que varían tanto entre entidades individuales como en el tiempo. Es decir, es un método potente y general capaz de eliminar la correlación y endogeneidad que los métodos anteriores no pueden hacer.

Por lo expuesto anteriormente, la existencia de convergencia absoluta expresada por la ecuación (v) será evaluada mediante el método econométrico de MCO agrupados, mas no por efectos fijos o efectos aleatorios. Esto debido a que la especificación asume que las regiones a investigar son homogéneas entre sí, convergiendo a un mismo estado estacionario. Y si se asume efectos idiosincráticos no observables, sean fijos o estocásticos, estas serían capturadas por el término de error generando problemas de especificación y/o aseverar que las regiones convergen a distintos estados estacionarios.

La existencia de convergencia condicional, expresado por la ecuación (vi), será evaluada por el método de Variables Instrumentales: los instrumentos serán los propios valores de las variables de control, rezagadas un periodo. Disipando así la endogeneidad producida por la simultaneidad entre las variables de control y la variable explicada. A su vez, se aplicará MCO pool para poner a

prueba la significancia de las variables control en un escenario de ausencia de efectos no observables. Y de manera complementaria, se utilizarán EF y/o EA con el propósito de eliminar efectos no observables que difieren entre las regiones, pero que son constantes en el tiempo.



7. RESULTADOS

La discusión planteada en las secciones anteriores es ahora complementada con el análisis de los resultados econométricos correspondiente a la convergencia regional en el Perú. Para ello, se debe precisar que las ecuaciones (v) y (vi) vistas en la sección 6.3 fueron presentadas con logaritmos naturales a ambos lados, donde los coeficientes de interés a estimar se interpretan como elasticidades que capturan el impacto directo sobre la tasa de crecimiento. Asimismo, es importante señalar que las dos especificaciones de convergencia se trabajarán por medio de paneles de datos estáticos ¹¹ y balanceados durante el periodo 2001-2019.

En principio, tanto en el análisis de convergencia absoluta como en el de convergencia condicional, las series de datos anuales se agruparán en 4 subperiodos: 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 y 2016-2019; ello con el propósito de suavizar los movimientos asociados al ciclo económico¹². Obteniéndose así dos paneles idénticos de 24 regiones por 4 periodos, lo cual equivale a tan solo 96 observaciones para ambas especificaciones.

Posteriormente, para superar las dificultades que ocasiona el trabajar paneles de datos con pocas observaciones, se utilizarán las series de datos anuales en el análisis de los tipos de convergencia. Teniendo así dos paneles idénticos de 24 regiones por 18 periodos, dando un total de 432 observaciones para ambas especificaciones. No obstante, al trabajar con un periodo de tiempo largo se estaría ante un panel de datos macro, donde se debe lidiar con aspectos como la no estacionariedad de las variables ¹³, así como las fluctuaciones de los ciclos económicos.

11 La especificación de un modelo es estático cuando esta no presenta valores rezagados de la variable dependiente como variable explicativa.

12 La existencia de ciclos económicos tiende a sesgar las estimaciones de velocidades de convergencia, esto debido a que las tasas de crecimiento tienden a capturar ajustes de corto plazo alrededor de la tendencia, en vez de la convergencia a largo plazo.

13 Los test de raíz unitaria que evalúan la estacionariedad de las variables del presente estudio se encuentran en el Anexo A.

En virtud de lo mencionado anteriormente, a continuación, se muestran los resultados econométricos correspondientes al análisis de convergencia económica absoluta. El Cuadro 1 presenta los resultados del modelo usando datos agrupados en subperiodos, donde se observa que en la columna (I) el coeficiente estimado del PBI pc inicial es negativo y significativo, encontrándose así evidencia de β -convergencia absoluta a una velocidad de 1.6 % y alcanzando la mitad de la brecha existente entre el PBI per cápita inicial y el estado estacionario en 44 años.

Al respecto, es preciso recordar que el resultado anterior no es suficiente para afirmar la presencia de una convergencia absoluta regional, pues para ello se debe corroborar la existencia de σ -convergencia también (ver Gráfico 9). En ese sentido, la columna (II) del mismo cuadro evaluó mediante dummies aditivas el proceso de convergencia dentro las tres macro regiones del Perú: norte, centro y sur; aunque ninguno de esos coeficientes terminó siendo significativo, lo cual potencia la idea de encontrarnos ante una convergencia absoluta regional en el Perú.

Cuadro 1

 β -convergencia absoluta con dummies regionales

Variable dependiente: Tasa de crecimiento del PBI pc

	(I)	(II)
Constante	0.000995 (0.003045)	0.000067 (0.004047)
PBI inicial (log)	-0.015291 *** (0.005007)	-0.015888 *** (0.005485)
Macro región centro (dummy 1, 0)		0.000004 (0.005653)
Macro región sur (dummy 1, 0)		0.002452 (0.007635)
Periodo de estimación	2001-2019	2001-2019
Frecuencia	Quinquenal	Quinquenal
Velocidad de convergencia	1.6%	n.a.
Tiempo de ajuste (años)	43.9	n.a.
R-cuadrado	0.09	0.10
Número de observaciones	96	96

Nota: Estimación por MCO lineal corregida por heterocedasticidad. Errores estándar figuran entre paréntesis. En tanto, ***, **, * representa significativo al 1,5 y 10 por ciento, respectivamente.

Fuente: Estimaciones propias

Como ya se mencionó antes, la poca disponibilidad de datos en un panel podría sesgar los resultados del modelo. Por ello, el Cuadro 2 muestra los resultados de β -convergencia absoluta en el mismo orden que el cuadro anterior, pero usando series de datos anuales. Donde las columnas (III) y (IV) muestran el mismo comportamiento que las columnas (I) y (II), es decir, el coeficiente estimado del PBI pc inicial es negativo y significativo cuando evaluamos a todas las regiones, mientras que al añadir dummies para encontrar diferencias macro regionales, estas resultan no significativas.

No obstante, a diferencia de la columna (I), la evidencia de β -convergencia absoluta hallada en la columna (III) ocurre a una velocidad de 2 %, alcanzando la mitad de la brecha existente entre el PBI per cápita inicial y el estado estacionario en 35 años.

Cuadro 2

 β -convergencia absoluta con dummies regionales

Variable dependiente: Tasa de crecimiento del PBI pc

	(III)	(IV)
Constante	0.001067 (0.001760)	-0.008815 (0.008723)
PBI inicial (log)	-0.019672 ** (0.008140)	-0.024676 ** (0.009773)
Macro región centro (dummy 1, 0)		0.007592 (0.007463)
Macro región sur (dummy 1, 0)		0.019297 (0.016188)
Periodo de estimación	2001-2019	2001-2019
Frecuencia	Anual	Anual
Velocidad de convergencia	2.0%	n.a
Tiempo de ajuste (años)	34.9	n.a
R-cuadrado	0.02	0.03
Número de observaciones	432	432

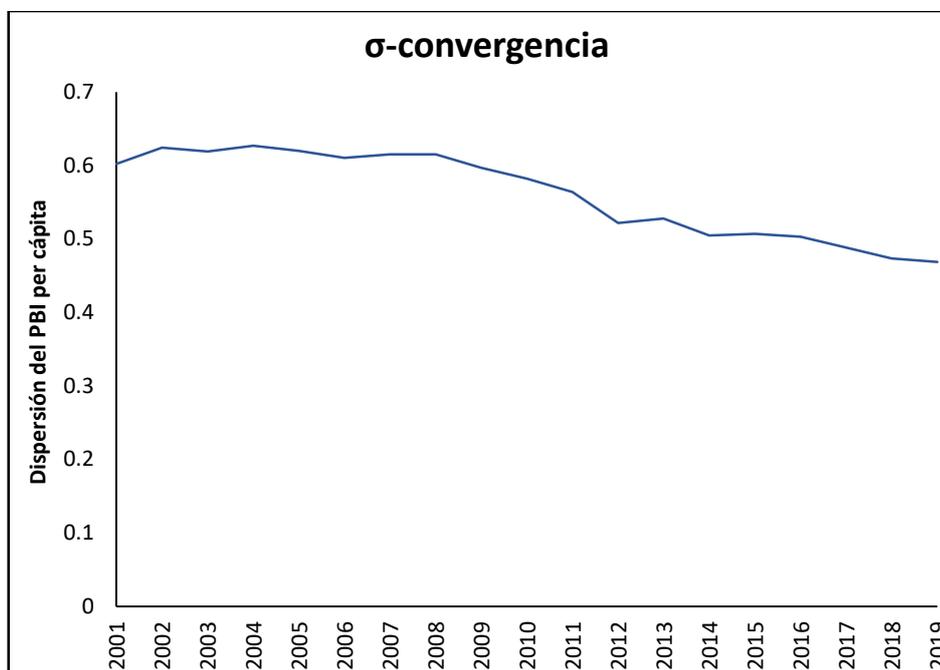
Nota: Estimación por MCO lineal corregida por autocorrelación y heterocedasticidad. Errores estándar figuran entre paréntesis. En tanto, ***, **, * representa significativo al 1,5 y 10 por ciento,

Fuente: Estimaciones propias

Para finalizar con el análisis de convergencia económica absoluta, en el Gráfico 9 se presenta la evolución de la dispersión del PBI per cápita entre las regiones del Perú. El resultado que se visualiza es una reducción mínima de la dispersión en el tiempo, siendo el subperiodo 2008-2014 donde más se redujo la dispersión; no obstante, en los demás subperiodos se observa que en general la dispersión se ha mantenido constante en el tiempo.

Al año 2019, la dispersión alcanza la cifra de 0.46, la cual es un monto elevado si tomamos en cuenta que el presente estudio ha evaluado uno de los periodos con mayor crecimiento económico en la historia peruana: 2001-2019. Por tal razón, se rechaza la existencia de σ -convergencia entre las regiones y, del mismo modo que la mayoría de la literatura empírica peruana, también se rechaza la existencia de convergencia económica absoluta en el Perú.

Gráfico 9



Fuente: Elaboración propia

Concluido el análisis y rechazo de la convergencia absoluta, se justifica y procede a evaluar la existencia de convergencia condicional en el Perú. Por ello, el Cuadro 3 presenta los resultados del modelo usando datos agrupados en subperiodos y evaluando las variables presentadas en la sección 6.2, encontrándose significativas solamente a las líneas telefónicas y los créditos. De ese modo, en la columna (V) se observa que el coeficiente estimado del PBI pc inicial es negativo y significativo cuando se añade como variable de control a las líneas telefónicas.

Al respecto, el coeficiente estimado de líneas telefónicas es positivo y significativo, lo cual indica que cuanto mayor es el nivel de infraestructura de comunicaciones en una región, mayor será el crecimiento de dicha región hacia su propio estado estacionario. En ese sentido, para las regiones en general, se halla evidencia de β -convergencia condicional a una velocidad de 2.3 %, alcanzando la mitad de la brecha existente entre el PBI per cápita inicial y su propio estado estacionario en 31 años.

Asimismo, la columna (VI) muestra que la existencia de convergencia condicional no es alterada cuando se introduce a los créditos como variable de control. En esta, el coeficiente estimado del PBI pc inicial es negativo y significativo, mientras que la de los créditos es positiva y significativa; por lo que un mayor nivel de desarrollo financiero en una región reflejará un mayor crecimiento de dicha región hacia su propio estado estacionario. De ese modo, para las regiones, existirá evidencia de β -convergencia condicional a una velocidad de 1.6 %, alcanzando la mitad de la brecha existente entre el PBI per cápita inicial y su propio estado estacionario en 44 años.

A modo de complemento, se procede a evaluar la convergencia condicional con variables de control y EF ¹⁴. Así, en la columna (VII) se observa que de todas las variables analizadas solo los créditos son significativos; mientras que el coeficiente del PBI pc inicial no es significativo. Esto no se debe entender como la ausencia de convergencia condicional, sino como el rechazo del uso de efectos fijos en el modelo. Dicha afirmación se entiende al observar el test de Hausman (0.42), donde se acepta utilizar el método de MCO pooled ¹⁵ antes que el método de EF.

14 El uso de efectos fijos en vez de efectos aleatorios se sustenta en la literatura empírica y criterios estadísticos, estos sugieren que los efectos fijos son generalmente más apropiados que los efectos aleatorios.

15 Para recomendar el uso de MCO pooled sobre el de efectos aleatorios se utilizó el test de Breusch-Pagan.

Cuadro 3

 β -convergencia condicional con variables de control y efectos fijos

Variable dependiente: Tasa de crecimiento del PBI pc

	(V)	(VI)	(VII)
Constante	0.001454 (0.003095)	0.002514 (0.003083)	0.000609 (0.004683)
PBI inicial (log)	-0.02152 *** (0.005523)	-0.01537 *** (0.005054)	-0.03522 (0.02116)
Líneas telefónicas (log)	0.010263 ** (0.004429)		0.020916 ** (0.010286)
Créditos (log)		0.00412 *** (0.001501)	
Periodo de estimación	2001-2019	2001-2019	2001-2019
Frecuencia	Quinquenal	Quinquenal	Quinquenal
Velocidad de convergencia	2.3%	1.6%	n.a
Tiempo de ajuste (años)	30.8	43.7	n.a
R-cuadrado	0.13	0.12	0.07
Test de Hausman	n.a	n.a	0.42
Número de observaciones	96	96	96

Nota: Estimación por MCO lineal corregida por heterocedasticidad. Errores estándar figuran entre paréntesis. En tanto, ***, **, * representa significativo al 1,5 y 10 por ciento, respectivamente.

Fuente: Estimaciones propias

Continuando con el análisis de convergencia condicional, se procede a evaluar el modelo usando series de datos anuales, y así superar los problemas econométricos de trabajar con escasas observaciones. Por ello, el Cuadro 4 muestra los resultados en el mismo orden que el cuadro anterior, encontrando que las columnas (VIII) y (IX) tienen el mismo comportamiento que las columnas (V) y (VI). Es decir, el coeficiente estimado del PBI pc inicial es negativo y significativo, mientras que las únicas variables de control que resultaron con coeficientes positivos y significativos fueron las líneas telefónicas y los créditos cuando se añadieron de manera individual en la especificación.

Un mayor nivel de la infraestructura de comunicaciones y del desarrollo financiero en una región representará un mayor crecimiento de dicha región

hacia su propio estado estacionario. No obstante, a diferencia de la columna (V), la evidencia de β -convergencia condicional hallada en la columna (VIII) ocurre a una velocidad de 2.9 %, alcanzando la mitad de la brecha existente entre el PBI per cápita inicial y el estado estacionario en 24 años. La evidencia de β -convergencia condicional hallada en la columna (IX), a diferencia de la columna (VI), sucede a una velocidad de 2 % y alcanza la mitad de la brecha existente entre el PBI per cápita inicial y su propio estado estacionario en 35 años.

Por último, la columna (X) del mismo cuadro evalúa la convergencia condicional con variables de control y a su vez la complementa con el método de efectos fijos. En esta se observa que el coeficiente estimado del PBI pc inicial es negativo y significativo, mientras que de todas las variables de control analizadas con efectos fijos solo se encuentra que el coeficiente de los créditos es positivo y significativo. De ese modo, se corrobora la existencia de una convergencia condicional, donde un mayor nivel del desarrollo financiero en una región representará un mayor crecimiento de dicha región hacia su propio estado estacionario.

Asimismo, los resultados indican que la velocidad de β -convergencia condicional a las variables de control y a los efectos fijos ocurre a una velocidad acelerada de 4.6 %, alcanzando la mitad de la brecha existente entre el PBI per cápita inicial y su propio estado estacionario en 15 años. En ese contexto, es necesario mencionar que el test de Hausman (0.08) avala el uso del método de efectos fijos antes que el método de efectos aleatorios al momento de lidiar con los efectos idiosincráticos no observables de las regiones.

Cuadro 4

 β -convergencia condicional con variables de control y efectos fijos

Variable dependiente: Tasa de crecimiento del PBI pc

	(VIII)	(IX)	(X)
Constante	0.001751 (0.001722)	0.003128 (0.001983)	0.001436 (0.004395)
PBI inicial (log)	-0.0287 *** (0.008286)	-0.01941 ** (0.007892)	-0.04511 *** (0.015729)
Líneas telefónicas (log)	0.015937 *** (0.005412)		
Créditos (log)		0.007192 ** (0.002934)	0.016752 *** (0.005249)
Periodo de estimación	2001-2019	2001-2019	2001-2019
Frecuencia	Anual	Anual	Anual
Velocidad de convergencia	2.9%	2.0%	4.6%
Tiempo de ajuste (años)	23.8	35.4	15.0
R-cuadrado	0.04	0.03	0.05
Test de Hausman	n.a	n.a	0.08
Número de observaciones	432	432	432

Nota: Estimación por MCO lineal corregida por autocorrelación y heterocedasticidad. Errores estándar figuran entre paréntesis. En tanto, ***, **, * representa significativo al 1,5 y 10 por ciento, respectivamente.

Fuente: Estimaciones propias

Para culminar el análisis de convergencia económica condicional con variables de control y efectos fijos, es preciso mencionar que posiblemente la existencia de un grupo de regiones que experimentan crecimiento no significativo e inclusive negativo como Madre de Dios, mostrando su exclusión del proceso de crecimiento, hayan ocasionado que los resultados anteriores no encuentren significancia para la variable de gasto público en carreteras. Por ello, el Cuadro 5, evalúa únicamente el impacto de la variable gasto público en carreteras sobre el modelo especificado, y el análisis se realizará por subperiodos de series anuales donde se encuentre significancia para la variable en asunto.

De esa manera, la columna (XI) estudia el modelo con gasto vial y efectos fijos para el periodo 2001-2015. Así, se observa que el coeficiente estimado del PBI pc inicial es negativo y significativo, mientras que el coeficiente de la variable

control de gasto vial es positivo y significativo. Por lo cual, se corrobora la existencia de una convergencia condicional, donde un incremento del 1 % en gasto vial per cápita de una región generaría un pequeño aumento de 0.007 % en el crecimiento económico de dicha región hacia su propio estado estacionario.

Así también, los resultados de la misma columna indican que la convergencia condicional sucederá a una velocidad elevada de 10.8 %, alcanzando la mitad de la brecha existente entre el PBI per cápita inicial y su propio estado estacionario en 7 años. Adicionalmente, el test de Hausman (0.03) avala el uso del método de efectos fijos antes que el método de efectos aleatorios al momento de lidiar con los efectos idiosincráticos no observables de las regiones.

La columna (XII) por su parte evalúa el subperiodo anual 2006-2010, donde se confirma que el coeficiente estimado del PBI pc inicial es negativo y significativo, mientras que a diferencia de las otras columnas del Cuadro 5 el gasto vial per cápita tiene un rol más importante en el proceso de convergencia condicional. En efecto, un incremento del 1 % en gasto vial per cápita de una región generaría un aumento de 0.015 % en el crecimiento económico de dicha región hacia su propio estado estacionario.

De ese modo, se observa que los resultados del subperiodo 2006-2010 afirman que la convergencia condicional regional ocurrirá a una elevada velocidad de 26.7 %, donde las regiones alcanzarán la mitad de la brecha existente entre el PBI per cápita inicial y su propio estado estacionario en un breve tiempo de 3 años. Asimismo, al evaluar el test de Hausman se observa que el resultado (0.01) confirma que el uso del método de efectos fijos es más adecuado que el método de efectos aleatorios al momento de lidiar con los efectos idiosincráticos no observables de las regiones. No obstante, todos estos resultados atípicos podrían estar sujetos a sesgos econométricos producto de una regresión con poca disponibilidad de datos: 120 observaciones.

Respecto al análisis de las columnas (XIII) y (XIV), estas evalúan los subperiodos anuales 2006-2014 y 2006-2015, respectivamente. Donde en

general se encuentra evidencia de convergencia condicional con efecto positivo y significativo del gasto vial per cápita, aunque en estos casos el efecto de la variable control sea bastante menor que en la columna (XII). Igualmente, para ambos subperiodos el proceso de convergencia ocurre a una velocidad muy acelerada, incluso más que la encontrada en la columna (XI), resultando que las economías alcancen la mitad de la brecha existente entre el PBI pc inicial y su propio estado estacionario en tiempos muy cortos. Por último, se observa que los tests de Hausman confirman que la mejor opción para el análisis de convergencia condicional de los subperiodos anteriores era el método de efectos fijos.

Cuadro 5

 β -convergencia condicional con gasto vial y efectos fijos por sub-periodos

Variable dependiente: Tasa de crecimiento del PBI pc

	(XI)	(XII)	(XIII)	(XIV)
Constante	-0.04638 (0.047724)	-0.2194 * (0.116561)	-0.11051 * (0.056961)	-0.14179 ** (0.056342)
PBI inicial (log)	-0.10197 * (0.056671)	-0.23418 * (0.141816)	-0.16689 ** (0.067837)	-0.20088 *** (0.068551)
Gasto vial (log)	0.007348 *** (0.002533)	0.015336 *** (0.003626)	0.013658 ** (0.006893)	0.012793 ** (0.006477)
Periodo de estimación	2001-2015	2006-2010	2006-2014	2006-2015
Frecuencia	Anual	Anual	Anual	Anual
Velocidad de convergencia	10.8%	26.7%	18.3%	22.4%
Tiempo de ajuste (años)	6.4	2.6	3.8	3.1
R-cuadrado	0.12	0.44	0.27	0.25
Test de Hausman	0.03	0.01	0.01	0.00
Número de observaciones	336	120	216	240

Nota: Estimación por MCO lineal corregida por autocorrelación y heterocedasticidad. Errores estándar figuran entre paréntesis. En tanto, ***, **, * representa significativo al 1,5 y 10 por ciento, respectivamente.

Fuente: Estimaciones propias

Por lo expuesto en el Cuadro 5, se debe mencionar que el análisis por subperiodos anuales de convergencia condicional con Gasto vial y efectos fijos resultaron en general con velocidades muy elevadas en comparación con el 2 % que la evidencia empírica internacional encuentra. No obstante, también es cierto que estas elevadas velocidades son usuales en investigaciones que utilizan series de datos anuales. Siendo el subperiodo 2001-2015 aquel que posee más años de análisis y menor velocidad de convergencia.

Finalmente, tomando en consideración lo propuesto por Gonzales de Olarte y Trelles (2004), se encuentra que, en el análisis de convergencia condicional con gasto vial por subperiodos anuales, los efectos fijos de algunas regiones resultan consistentemente positivos y/o negativos. Es decir, algunas regiones poseen efectos impulso y otras poseen efectos retardo, respectivamente.

En ese sentido, entre las regiones que poseen efectos de impulso figuran Cusco, Ica, Lima y Piura; estos se deben entender como regiones que tienden a crecer a una velocidad mayor de lo que el modelo de convergencia condicional con gasto vial pronostica. Mientras que la única región que posee efecto de retardo es Apurímac, y se entiende como aquella región que tiende a crecer a una velocidad menor de lo que el modelo de convergencia condicional con gasto vial pronostica (ver Anexo B).

8. CONCLUSIONES

La investigación realizada en el presente documento analiza principalmente la relación entre la inversión en infraestructura vial y la convergencia económica sobre la base de datos de panel para las 24 regiones del Perú durante el periodo 2001-2019. Para tal efecto, se realizaron dos estimaciones econométricas de convergencia distintas, pero complementarias dentro del marco de la Teoría del Crecimiento Exógeno.

En primer lugar, se realiza una estimación econométrica para comprobar la existencia de convergencia absoluta mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios agrupados, donde la tasa de crecimiento del producto per cápita relativo al promedio nacional está inversamente relacionada con el producto per cápita inicial relativo al promedio nacional. Esta estimación se realiza de dos maneras: uno donde los datos se analizan por periodos quinquenales y otro donde se analizan por periodos anuales.

En ambas maneras, los parámetros estimados para el coeficiente β resultaron negativos y estadísticamente significativos a los niveles de confianza usuales. Mostrando a su vez velocidades de convergencia cercanas al 2%, la cual es idéntica a lo señalado por la evidencia empírica internacional. Asimismo, al utilizar dummies que agrupen y analicen las macro regiones del país, no se encuentra significancia estadística, lo cual corrobora la existencia de β -convergencia regional en el Perú.

En el caso de σ -convergencia, se encontró que la dispersión en los niveles del PBI per cápita se ha venido reduciendo desde el año 2002. Aunque tal proceso ha ocurrido lentamente, alcanzando la cifra de 0.46 para el año 2019, lo cual es una cifra muy elevada para haberse analizado uno de los periodos con mayor crecimiento en el país. Asimismo, al parecer la dispersión muestra un proceso anticíclico, tendiendo a disminuir en épocas de expansión y aumentar en los de recesión. Por tal razón, se rechaza la existencia de σ -convergencia entre las regiones y en consecuencia se rechaza la existencia de convergencia económica absoluta para el Perú.

En segundo lugar, se realiza una estimación econométrica para comprobar la existencia de convergencia condicional mediante el método de variables instrumentales. Donde la tasa de crecimiento del PBI per cápita relativo al promedio nacional esta inversamente relacionado con el PBI per cápita inicial relativo al promedio nacional, pero directamente vinculado con los rezagos de las variables de control relativas al promedio nacional. Esta estimación se realiza de dos maneras: uno donde los datos se analizan por periodos quinquenales y otro donde se analizan por periodos anuales.

En ambos casos, se encuentra convergencia condicional regional pues los parámetros estimados de β resultaron negativos y estadísticamente significativos a los niveles de confianza convencionales, mostrando velocidades de convergencia cercanas al 2 %, igual que la evidencia empírica internacional. Respecto al efecto de las variables de control, se encuentra que las únicas variables que resultaron significativas fueron las líneas telefónicas per cápita y los créditos privados per cápita para el periodo 2001-2019. No obstante, en términos de magnitud, las elasticidades asociadas a tales variables resultaron pequeñas.

Adicionalmente, el análisis de convergencia condicional mediante variables instrumentales se complementa mediante el método de efectos fijos. Encontrándose un proceso de convergencia condicional solamente para el análisis con datos anuales, pues el parámetro estimado de β resultó negativo y estadísticamente significativo. No obstante, la velocidad de convergencia encontrada fue de un 4.6 %, siendo alta en comparación con el método anterior. Asimismo, la única variable significativa resultó ser la de los créditos privados per cápita, cuyo efecto en el proceso de convergencia resultó siendo pequeño.

Por otro lado, dado la ausencia de significancia por parte de la variable proxy de infraestructura vial en el proceso de convergencia condicional para el periodo de estudio, se procedió a realizar regresiones por subperiodos anuales: 2001-2015, 2006-2010, 2006-2014, 2006-2015. Las regresiones se ejecutaron mediante el uso de variables instrumentales y efectos fijos, hallándose así la

existencia de convergencia económica en el Perú condicionada a la infraestructura vial para tales subperiodos.

En otras palabras, las estimaciones econométricas mostraron que el coeficiente β resultó negativo y estadísticamente significativo para todos los subperiodos anuales del análisis, pero las velocidades de convergencia resultaron estar por encima del 10 %, lo cual es elevado y frecuente en aquellos trabajos empíricos que utilizaron series anuales. Asimismo, se observa en general que la variable proxy de infraestructura vial per cápita resultó ser significativa a los niveles de confianza usuales, pero en términos de magnitud resultó ser pequeño. Así, un aumento del 1 % en la inversión de infraestructura vial per cápita de una determinada región se traducirá en un incremento aproximado de 0.010 % en el crecimiento económico de dicha región hacia su propio estado estacionario.

Si bien los efectos de la infraestructura vial pueden parecer temporales y mínimos, se debe mencionar que dado el rezago de un año las estimaciones consideran solo un efecto de corto plazo para el gasto en transportes terrestre sobre la tasa de crecimiento del PBI regional. Cuando en muchos casos el gasto público en infraestructura vial tarda varios años en hacer sentir su efecto sobre el producto. Por lo tanto, el efecto de mediano y largo plazo del gasto público en infraestructura vial sobre el proceso de convergencia sería mayor que los estimados en el presente estudio.

Asimismo, es importante señalar que las obras en infraestructura vial generan beneficios en la población, más allá del PBI. Los gastos que construyen y/o mejoran carreteras, sean asfaltadas o no, resultarán en una mejor calidad de vida para cada una de las regiones. Por ello, no se puede desestimar el impacto que el gasto en transporte terrestre puede tener sobre la calidad de vida de la población y sobre el PBI per cápita en el mediano plazo y largo plazo solo porque este gasto muestra una baja elasticidad respecto a la tasa de crecimiento del PBI per cápita regional en el corto plazo.

Finalmente, los resultados encontrados de las estimaciones sugieren que las políticas económicas respecto al gasto público en infraestructura vial deberían buscar centrarse en un incremento general a nivel nacional. No obstante, en un contexto de restricción presupuestaria del sector público, debería priorizarse en regiones específicas como las denominadas regiones con efecto impulso (Cusco, Ica, Lima y Piura). Así, se incrementaría el producto per cápita en estas regiones de manera directa, estimulándose el proceso de convergencia económica condicional en el Perú.



9. BIBLIOGRAFÍA

- AFIN (2015). *Un plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016-2025*. Lima: Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional.
- Alcántara, M. A. (2001). Análisis de La Convergencia de Ingresos Departamentales en el Perú en el período 1961-1995. En *Anales Científicos*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina 48, 20-32.
- Albala-Bertrand, J. M., y Mamatzakis, E. C. (2004). *The impact of public infrastructure on the productivity of the Chilean economy*. Review of Development Economics, 8(2), 266-278.
- Almeida, E., y Guimarães, P. (2014). *Economic Growth and Infrastructure in Brazil: A Spatial Multilevel Approach*. Louvain-la-Neuve: European Regional Science Association (ERSA).
- Aschauer, D. A. (1989). *Is Public expenditure productive*. Journal of Econometrics, vol. 68, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Aschauer, D. A. (1997). *Output and employment effects of public capital*. Economic Working Paper 190, New York: The Jerome Levy Economics Institute, Bard College.
- Asuad Sanén, N. y Quintana Romero, L. (2010). *Crecimiento económico, convergencia y concentración económica espacial en las entidades federativas de México 1970-2008*. Investigaciones Regionales, 18, 83-106.
- Baltagi, B. H. (2008). *Econometric analysis of panel data*. Chichester, UK: John Wiley y Sons.
- Banco Mundial. (2004). *Informe sobre desarrollo mundial 1994: Infraestructura y desarrollo*. Washington, D.C. Web Site Banco Mundial. www.world.org.
- Barro, R. J. (1997). *Determinants of economic growth: A cross-country empirical study*. Cambridge: MIT Press.

- Barro, R. J., y Sala-i-Martin, X. (1991). *Convergence Across States and Regions*. Brookings Papers on Economic Activity, 1, 107-182.
- Barro, R. J., y Sala-i-Martin, X. (1992). *Convergence*. The Journal of Political Economy, 100, 2, 223-251.
- Barro, R. J., & Sala-I-Martin, X. (2004). *Economic growth*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Bernard, A. B., y Durlauf, S. N. (1995). *Convergence in international output*. Journal of Applied Econometrics, 10, 2, 97-108.
- Bernard, A. B., y Garcia, M. G. (1997). *Public and private provision of infrastructure and economic development*. Rio de Janeiro: Pontificia Universidad Católica do Rio de Janeiro.
- Bonet, M. J. y Meisel R., A. (1999). *La convergencia regional en Colombia: una revisión de largo plazo, 1926-1995*. Documentos de trabajo sobre Economía Regional, (8).
- Carlino, G. A., y Mills, L. O. (1996). *Convergence and the US states: A time-series analysis*. Journal of Regional Science, 36, 4, 597-616.
- Chirinos, R. (2007). *Determinantes del crecimiento económico: Una revisión de la literatura existente y estimaciones para el período 1960-2000*. Banco Central de Reserva del Perú.
- Chirinos, R. (2008). *¿Convergen las regiones en el Perú? Evidencia empírica para el período 1994-2007*. Banco Central de Reserva del Perú.
- Coulombe S., y Lee, F. (1995). *Convergence across Canadian provinces, 1961 to 1991*. Canadian Journal Economics, 28, 886-898.
- De Rus, G., Campos, J., y Nombela, G. (2003). *Economía del transporte*. Barcelona: Antoni Bosch.

Delgado, A., y Del Pozo, J. M. (2011). *Convergencia y ciclos económicos departamentales en el Perú: 1979-2008*. Lima, Perú: Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES).

Delgado, A., y Rodríguez, G. (2015). "Structural Breaks and Convergence in the Regions of Peru: 1970-2010". *Review of Development Economics* 19(2), 346-357.

Delgado, A., y Rodríguez, G. (2017). "Convergencia en los departamentos del Perú: ¿inclusión o exclusión en el crecimiento de la economía peruana (1970-2010)?" en Francke, P. y J. Rodríguez (Editores), *Exclusión e Inclusión Social en el Perú*, 249-294, Fondo Editorial PUCP.

Duncan, R., y Fuentes, R. (2005). *Convergencia regional en Chile: nuevos tests, viejos resultados*. Documentos de Trabajo. Santiago de Chile: Banco Central de Chile, (313), 1-40.

Durlauf, S. N., Johnson, P. A., y Temple, J. R. (2005). *Growth econometrics*. *Handbook of economic growth*, 1, 555-677.

Elburz, Z., y Cubukcu, K. M. (2020). *Spatial effects of transport infrastructure on regional growth: the case of Turkey*. *Spatial Information Research*.

Flores, J., Correa, R., Álvarez, J., y De la Cruz del Río, M. (2019). *Spatial Economic Convergence and Public Expenditure in Ecuador*. *Symmetry*, 11, 2, 130.

Fujita, M., Krugman, P. R., y Venables, A. (1999). *The spatial economy: Cities, regions and international trade*. Cambridge, Mass: MIT Press.

Garrido, R., y Mancha, T. (2010). *The Spanish regional puzzle: convergence, divergence and structural change*. In *Regional policy, economic growth and convergence* (pp. 103-124). Springer Berlin Heidelberg.

Gonzales de Olarte, E., y Trelles Cassinelli, J. (2004). *Divergencia y convergencia regional en el Perú: 1978-1992*. *Revista Economía* 27 (53-54), 35-63.

Goschin, Z. (2017). *Exploring regional economic convergence in Romania. A spatial modeling approach*. Eastern Journal of European Studies, 8, 2, 127-146.

Gujarati, D. N., y Porter, D. C. (2010). *Econometría*. México: Mc-Graw Hill Interamericana.

Hamit-Haggag, M. (2013). A note on convergence across Canadian provinces: new insights from the club clustering algorithm. *The Annals of Regional Science*, 50, 2, 591-601.

INEI. (2013). *Producto Bruto Interno por Departamentos 2001-2012*. Lima: INEI.

Lucas, R. (1988). *On the Mechanics of Development Planning*. *Journal of Monetary Economics*, 22, 1, 3-42.

Machado, R., y Toma, H. (2017). Crecimiento económico e infraestructura de transportes y comunicaciones en el Perú. *Revista Economía*, 40, 79, 9-46.

Mankiw, N. G. (2009). *Macroeconomics*. New York, NY: Worth Publishers.

Montero, C., y Del Río, M. (2013). *Convergencia en Bolivia: Un enfoque espacial con datos de panel dinámicos*. *Revista De Economía Del Rosario*, 16, 2, 233-256.

Palomino, J., y Rodríguez, G. (2020). "Peru's Regional Growth and Convergence in 1979-2017: An Empirical Spatial Panel Data Analysis". Documento de Trabajo 478, Departamento de Economía, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Phillips, P., y Sul, D. (2009). *Economic Transition and Growth*. *Journal of Applied Econometrics*, 24, 7, 1153-1185.

Reinikka, R., y Svensson, J. (1999). *How inadequate provision of public infrastructure and services affects private investment*. Washington, D.C: World Bank.

Remy, M. (2015). *Desigualdad territorial en el Perú. Reflexiones preliminares*. Lima: IEP.

- Rodríguez, G. (2006). "The Role of the Interprovincial Transfers in the Beta-Convergence Process. Further Empirical Evidence for Canada." *Journal of Economic Studies*, 33(1), 12-29.
- Romer, P. (1986). *Increasing Returns and Long-Run Growth*. *The Journal of Political Economy*, 94, 5, 1002-1037.
- Sala-i-Martin, X. (1990). *Lecture notes on economic growth I - introduction to the literature and neoclassical models*. Cambridge Massachusetts: National Bureau of Economic Research, 3563.
- Sala-i-Martin, X. (1996). *The classical approach to convergence analysis*. *Economic Journal*, 106, 437, 1019-1036.
- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Barcelona: Antoni Bosch Editor.
- Sala-i-Martin, X., Doppelhofer, G., y Miller, R. I. (2004). *Determinants of Long-Term Growth: A Bayesian Averaging of Classical Estimates (BACE) Approach*. *The American Economic Review*, 94, 4, 813-835.
- Serra, M., Pazmino, M., Lindow, G., Sutton, B., y Ramirez, G. (2006). *Regional convergence in Latin America*. Washington, DC: IMF, 6-125.
- Servén, L. (2015). Infrastructure and economic development. Presentación en la Reunión Anual del Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial. Lima. Mimeo.
- Solow, R. (1956). *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. *The Quarterly Journal of Economics*, 70, 1, 65-94.
- Swan, T. (1956). *Economic Growth and Capital Accumulation*. *Economic Record*, 32, 334-361.
- Tomljanovich, M., y Vogelsang, T. J. (2002). *Are US regions converging? Using new econometric methods to examine old issues*. *Empirical Economics*, 27, 1, 49-62.

Urrunaga, R., y Aparicio, C. (2012). *Infraestructura y crecimiento económico en el Perú*. Revista Cepal, 107, 157-177.

Vásquez, C. A., & Bendezú, M. L. (2008). *Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú*. Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES).

Zegarra, L. (2010). *Competitividad, infraestructura y desarrollo regional*. En: M. Tello y J. Rodríguez, editores. *Opciones de política económica en el Perú: 2011-2015*. Lima: PUCP, 205-234.



10. ANEXOS

ANEXO A: TEST DE RAÍZ UNITARIA EN PANEL

La investigación empírica como la existencia de convergencia económica en la teoría del crecimiento se ha visto beneficiado con los métodos de series de tiempo aplicados a los paneles de datos. Al incorporar la dimensión de sección transversal a la dimensión temporal, se encuentran ventajas importantes en la evaluación de la no estacionariedad. En otras palabras, la confianza de la econometría de paneles no estacionarios se encuentra en combinar lo mejor de ambos enfoques: el tratamiento de la no estacionariedad según los modelos de series de tiempo y al mismo tiempo incrementar datos y potencia de los test a partir de la incorporación de la sección transversal.

En ese sentido, al igual que en el análisis empírico de los modelos de series de tiempo, los test de raíces unitarias que aceptan o rechazan la existencia de estacionariedad se han convertido en una práctica usual en los modelos de panel de datos actuales. Es así que a finales de los años 90 empiezan a desarrollarse los primeros test de raíces unitarias para panel, diferenciándose esencialmente en los supuestos acerca de la relación con el que el número de unidades (N) y el número de periodos (T) tienden al infinito.

A continuación, se considera un modelo simple de panel datos con un componente autorregresivo de primer orden:

$$y_{i,t} = \rho_i y_{i,t-1} + \mathbf{z}'_{it} \gamma_i + \varepsilon_{i,t} \quad \dots \dots (1)$$

donde $i = 1, \dots, N$ son los índices de los paneles; $t = 1, \dots, T_i$ son los índices del tiempo; $y_{i,t}$ es la variable a ser evaluada; y $\varepsilon_{i,t}$ es un término de error estacionario. El término \mathbf{z}'_{it} puede representar distintas especificaciones de panel: media específica, media específica con tendencia temporal o media cero.

Los test de raíces unitarias son usados para probar la hipótesis nula $H_0: \rho_i = 1$ para toda i versus la hipótesis alternativa $H_a: \rho_i < 1$. Dependiendo del tipo de test, la H_a podría mantenerse para una i , para una fracción de los i o para

todos los i ; donde los resultados de los respectivos test establecerán con precisión la hipótesis alternativa. Adicionalmente, mediante diferencias, la ecuación (1) es a menudo escrita como

$$\Delta y_{i,t} = \phi_i y_{i,t-1} + \mathbf{z}'_{it} \gamma_i + \varepsilon_{i,t} \quad \dots\dots (1')$$

de modo que ahora la hipótesis nula es $H_0: \phi_i = 0$ para todo i versus la hipótesis alternativa $H_0: \phi_i < 0$.

Test de Levin, Lin y Chu (1992)

El punto de partida para el test de Levin-Lin-Chu (LLC) es la ecuación (1'), a la cual se le añade la restricción de que todos los paneles comparten un parámetro autorregresivo común. Además, dado el modelo anterior, es probable que $\varepsilon_{i,t}$ presente correlación serial. Y para mitigar este problema, LLC refuerza la ecuación (1') permitiendo rezagos adicionales en la variable dependiente:

$$\Delta y_{i,t} = \phi y_{i,t-1} + \mathbf{z}'_{it} \gamma_i + \sum_{j=1}^p \theta_{ij} \Delta y_{i,t-j} + u_{i,t} \quad \dots\dots (2)$$

El test de LLC asume que $\varepsilon_{i,t}$ está distribuido independientemente entre los paneles y sigue un proceso ARMA invertible estacionario para cada panel. Así también, en la ecuación (2), una determinada adición de rezagos en $\Delta y_{i,t}$ podría ocasionar que $u_{i,t}$ sea un ruido blanco; por ello, el test no requiere que $u_{i,t}$ tenga la misma varianza entre paneles.

Bajo la hipótesis nula de una raíz unitaria, $y_{i,t}$ no es estacionaria, por lo que al aplicar una regresión estándar de MCO con t-estadístico, el coeficiente ϕ tendrá una distribución no estándar que dependerá de la especificación del término \mathbf{z}'_{it} . Mientras que el uso de efectos fijos en un modelo dinámico como el visto en la ecuación (2) ocasiona que el coeficiente estimado de ϕ por medio de MCO sea sesgado hacia cero (ver Nickell, 1981). No obstante, el método LLC produce un sesgo ajustado en el t-estadístico que los autores denotan como t_{δ}^* , el cual se caracteriza por tener una distribución asintóticamente normal.

Test de Breitung (2000)

Dado que el test de LLC toma el enfoque de primero ajustar al modelo de regresión y posteriormente ajustar el parámetro autorregresivo o su t-estadístico para compensar el sesgo inducido por tener un regresor dinámico y por los efectos fijos en el modelo. El test de Breitung se caracteriza por realizar otro proceso, primero ajusta los datos antes de ajustar el modelo de regresión para que no se necesiten ajustes por sesgo.

Dicho de otra manera, en el test de LLC los rezagos adicionales de la variable dependiente podían ser incluidos en la ecuación (2) para controlar la correlación serial, mientras que el proceso de Breitung permitirá realizar una limpieza preliminar de las series de datos antes de ejecutar el test.

Asimismo, las simulaciones de Monte Carlo realizadas por Breitung (2000) muestran que los estadísticos que corrigen el sesgo, tales como t_{δ}^* de LLC, poseen baja potencia contra hipótesis alternativas con parámetros autorregresivos cercanos a 1 y cuando se incluyen efectos específicos de panel. Mientras que el test estadístico de Breitung exhibe una mayor potencia en esos casos, incluso con bases de datos pequeñas.

Test de Pesaran (2007)

Antes de desarrollar el presente test, es necesario mencionar una prueba de raíz propuesta inicialmente por Im, Pesaran y Shin (1999). Para el cual, dado la ecuación (1'), se permite la heterogeneidad del coeficiente ϕ_i y se propone un procedimiento donde los t-estadísticos individuales de raíz unitaria son promediados. Por ello, tanto el test de IPS como el de Breitung y LLC son conocidos como los test de primera generación, las cuales se caracterizan por asumir independencia entre las unidades del panel, situación que rara vez se observa en los estudios.

De ese modo, nace la prueba de Pesaran (2007) o el test CIPS, la cual controla la dependencia entre unidades y es conocida también como el test de segunda generación. En resumen, el test CIPS permite que los efectos comunes

no observables tengan impacto diferencial sobre las unidades, que los errores por individuo muestren correlación serial y heterocedasticidad, y que no sea necesario que los regresores por individuo sean idénticos o se distribuyan de forma independiente a través de los individuos.

En esa línea, el estadístico del test CIPS es igual a la media de sección cruzada de la media estadística t de los coeficientes de MCO de $y_{i,t-1}$ en la regresión CADF (cross-sectionally ADF) individual para cada unidad de panel. Las regresiones CADF corresponden con la prueba ADF, donde se incorporan como regresores los promedios de sección cruzada de los niveles y rezagos correspondientes a las primeras diferencias de las series individuales.

$$\Delta y_{i,t} = \phi_i y_{i,t-1} + \mathbf{z}'_{it} \gamma_i + \lambda_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=1}^p \eta_{ij} \Delta \bar{y}_{t-j} + \sum_{j=1}^p \theta_{ij} \Delta y_{i,t-j} + u_{i,t} \quad \dots \dots (3)$$

En esta ecuación (3), la prueba la hipótesis nula ($\phi_i = 0, \forall_i$) es que todas las unidades en el panel poseen una raíz unitaria frente a la alternativa de estacionariedad en varianza en por lo menos alguna de ellas.

A continuación, se presentan los cuadros donde se evaluó la estacionariedad de las variables de investigación, observándose que todas resultaron significativas en al menos un test.

Cuadro A.1

Test de Raíz unitaria en paneles para las variables

Ho: Los paneles contienen raíz unitaria

	PBI		Gasto vial		Líneas telefónicas	
Levin, Lin y Chu (stat - t)	-1.8065	**	-7.3653	***	-5.5903	***
Breitung (sta - λ)	1.3693		-4.8442	***	1.8045	
Im, Pesaran y Shin (sta - W)	2.9189		-8.7468	***	-4.9199	***
Pesaran 2007 (sta - F)	-1.605		-2.268	**	-2.604	***
Periodo de estimación	2001-2018		2001-2018		2001-2018	
Frecuencia	Anual		Anual		Anual	
Número de observaciones	432		432		432	

Nota: El promedio de rezagos de la variable se define por el Criterio de Información Akaike. En tanto, el rechazo de la Ho se representa por ***, **, * los cuales significan al 1,5 y 10 por ciento, respectivamente.

Fuente: Estimaciones propias

Cuadro A.2

Test de Raíz unitaria en paneles para las variables

Ho: Los paneles contienen raíz unitaria

	Luz eléctrica		Años de estudio		Créditos	
Levin, Lin y Chu (stat - t)	-4.5306	***	-3.4316	***	-2.1767	**
Breitung (sta - λ)	4.2849		-4.7217	***	2.439	
Im, Pesaran y Shin (sta - W)	-11.9107	***	-3.4419	***	-12.675	***
Pesaran 2007 (sta - F)	-2.383	***	-3.608	***	-3.009	***
Periodo de estimación	2001-2018		2001-2018		2001-2018	
Frecuencia	Anual		Anual		Anual	
Número de observaciones	432		432		432	

Nota: El promedio de rezagos de la variable se define por el Criterio de Información Akaike. En tanto, el rechazo de la Ho se representa por ***, **, * los cuales significan al 1,5 y 10 por ciento, respectivamente.

Fuente: Estimaciones propias

Anexo B: Modelo condicionado al gasto vial con efectos fijos regionales

Variable dependiente: Tasa de crecimiento del PBI pc

	<u>2001-2015</u>	<u>2006-2010</u>	<u>2006-2015</u>
PBI inicial (log)	-0.10197 * (0.056671)	-0.23418 * (0.141816)	-0.20088 *** (0.068551)
Gasto vial (log)	0.007348 *** (0.002533)	0.015336 *** (0.003626)	0.012793 ** (0.006477)
R-cuadrado	0.12	0.44	0.25
Observaciones	336	120	240
Efectos fijos			
Amazonas	-0.04639	-0.24318 *	-0.14179 **
Áncash	0.099935	0.315239	0.180013 **
Apurímac	-0.01652	-0.069960 **	-0.03177
Arequipa	0.117035 *	0.369113 *	0.221347 ***
Ayacucho	0.019455 *	0.051247 ***	0.040899 ***
Cajamarca	0.019973	0.081688	0.033769
Cusco	0.101313 **	0.258908 **	0.186591 ***
Huancavelica	0.013335	0.050253	0.038986 **
Huánuco	-0.001480	-0.02679 *	0.000295
Ica	0.124760 **	0.345404 **	0.229805 ***
Junín	0.047723	0.126153	0.095607 **
La Libertad	0.069098 *	0.220782 **	0.133545 ***
Lambayeque	0.040142 *	0.119326 **	0.085273 ***
Lima	0.133859 **	0.384314 **	0.258673 ***
Loreto	0.039856	0.165613 *	0.091035 **
Madre de Dios	0.088750	0.349941	0.168516 *
Moquegua	0.224067 *	0.675584 *	0.400585 **
Pasco	0.110630	0.364205	0.210903 **
Piura	0.056507 **	0.171919 **	0.111758 ***
Puno	0.002813	0.017297 **	0.013350
San Martín	-0.0038	-0.0077	-0.00028
Tacna	0.118110	0.362236	0.219138 **
Tumbes	0.061339	0.201732 *	0.115883 **
Ucayali	0.019807	0.087698	0.043547

Nota: Estimación por MCO lineal corregida por autocorrelación y heterocedasticidad. Errores estándar figuran entre paréntesis. En tanto, ***, **, * representa significativo al 1,5 y 10 por ciento, respectivamente.

Fuente: Estimaciones propias

Anexo C: PBI per cápita por región (en soles constantes del 2007)

Región	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Amazonas	3,188	3,319	3,468	3,616	3,843	4,081	4,361	4,736	5,052	5,426	5,615	6,268	6,591	6,933	6,806	6,766	7,078	7,427	7,510
Áncash	10,673	12,434	12,617	12,891	13,217	13,455	14,298	15,375	14,954	14,581	14,685	16,030	16,724	14,448	15,755	16,300	16,938	17,929	17,062
Apurímac	3,084	3,241	3,383	3,550	3,789	4,106	4,192	3,898	3,766	4,112	4,373	4,962	5,533	5,776	6,240	15,012	18,173	16,681	16,718
Arequipa	9,961	10,662	10,900	11,359	11,997	12,587	14,397	15,823	15,755	16,467	16,946	17,491	17,686	17,495	17,726	21,823	22,070	22,043	21,468
Ayacucho	3,369	3,523	3,659	3,580	3,853	4,158	4,612	5,265	5,802	6,066	6,361	6,949	7,621	7,586	8,012	7,993	8,348	8,738	8,939
Cajamarca	4,921	5,390	5,817	5,858	6,247	6,144	5,653	6,478	7,010	7,094	7,435	7,937	7,833	7,685	7,642	7,461	7,636	7,789	7,949
Cusco	5,902	5,612	5,905	6,900	7,446	8,261	8,985	9,579	11,162	12,565	14,116	14,314	16,645	16,540	16,666	17,106	16,602	16,439	16,458
Huancavelica	4,969	4,844	4,938	4,964	5,271	5,547	5,343	5,725	6,005	6,388	6,728	7,443	7,707	8,163	8,300	8,308	8,799	9,442	9,590
Huánuco	3,521	3,555	3,846	3,916	3,966	4,018	4,075	4,429	4,497	4,828	5,137	5,728	6,114	6,359	6,800	7,106	7,730	7,933	8,010
Ica	8,082	8,488	8,656	9,293	10,392	11,125	12,008	14,029	14,386	15,150	16,521	16,452	17,770	17,895	18,053	17,612	18,088	18,392	18,563
Junín	5,771	5,889	5,958	6,273	6,234	6,858	7,242	7,850	7,073	7,438	7,812	8,358	8,641	9,625	11,140	10,950	11,336	11,575	11,374
La Libertad	6,070	6,365	6,686	6,546	7,097	8,093	8,803	9,337	9,281	9,711	10,040	10,694	11,034	11,052	11,132	11,019	10,969	11,298	11,448
Lambayeque	4,908	5,083	5,227	4,938	5,280	5,507	6,033	6,554	6,863	7,284	7,653	8,320	8,559	8,663	8,943	9,035	9,115	9,317	9,393
Lima	10,925	11,142	11,347	11,728	12,336	13,238	14,429	15,536	15,403	16,812	18,020	18,872	19,680	20,124	20,392	20,511	20,442	20,812	20,832
Loreto	6,484	6,690	6,734	6,869	7,062	7,321	7,539	7,951	7,967	8,497	8,135	8,741	9,008	9,239	8,956	7,836	8,213	8,932	9,231
Madre de Dios	12,965	13,744	13,283	14,147	15,096	15,224	16,398	16,285	16,936	18,046	19,313	14,911	16,634	13,845	16,338	17,872	15,540	13,939	12,651
Moquegua	34,922	40,164	42,524	45,158	46,591	46,296	45,665	52,187	50,437	50,149	45,788	45,261	49,749	47,954	49,195	48,107	47,566	47,105	44,511
Pasco	14,713	15,902	15,698	16,136	16,165	17,362	19,221	19,057	17,830	16,724	16,619	17,620	17,796	18,524	19,228	19,691	19,679	19,626	20,046
Piura	5,308	5,400	5,530	5,922	6,200	6,744	7,342	7,823	8,001	8,559	9,188	9,492	9,770	10,202	10,124	9,982	9,552	10,018	10,200
Puno	3,645	3,872	3,869	3,931	4,096	4,260	4,532	4,893	5,122	5,458	5,813	6,139	6,641	6,847	6,908	7,368	7,648	7,886	7,994
San Martín	3,319	3,374	3,431	3,657	3,921	4,057	4,350	4,747	4,887	5,218	5,436	6,026	6,060	6,417	6,686	6,717	7,002	6,994	6,907
Tacna	14,427	14,716	15,336	15,963	16,297	16,679	17,436	16,804	15,957	17,429	17,604	17,558	18,106	18,782	19,970	19,270	19,036	20,057	24,032
Tumbes	6,402	6,538	6,703	7,042	7,898	7,494	7,996	9,195	9,958	10,911	10,133	11,269	11,358	11,721	11,238	10,873	11,234	11,459	11,613
Ucayali	5,457	5,610	5,706	6,077	6,385	6,688	6,852	7,100	7,058	7,171	7,462	8,023	8,008	7,869	8,095	7,915	7,931	7,948	8,102

Fuente: INEI

Elaboración propia

Anexo D: Gasto público en carreteras per cápita por región (en soles constantes del 2007)

Región	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Amazonas	47.91	46.92	98.71	75.34	58.97	108.98	600.86	718.40	1,206.53	984.91	1,094.65	708.71	892.36	756.67	646.36	600.63	597.95	732.90	516.00
Áncash	28.77	26.59	86.51	115.11	122.76	109.67	283.09	175.84	235.91	637.30	423.14	289.50	201.61	211.08	161.45	116.97	183.38	246.35	398.09
Apurímac	195.27	627.49	344.54	77.04	105.35	99.53	64.72	105.10	151.50	828.04	589.36	627.91	793.43	512.66	388.75	621.86	499.30	706.09	505.18
Arequipa	144.01	25.66	63.25	29.31	19.81	22.18	73.33	96.24	117.71	178.63	216.53	151.21	433.62	479.64	296.98	233.89	347.17	347.66	264.41
Ayacucho	50.32	29.58	61.87	69.75	106.26	98.77	107.71	118.63	290.24	300.45	771.28	1,006.58	1,044.58	829.48	721.43	396.46	435.23	507.34	499.84
Cajamarca	40.98	32.10	76.76	161.74	50.47	59.19	69.56	107.48	174.63	220.96	422.01	563.30	561.62	426.46	386.04	298.03	248.67	235.56	285.49
Cusco	123.32	36.54	55.73	52.90	109.66	101.39	198.05	280.84	788.54	1,391.29	650.73	714.43	729.91	678.77	672.61	491.77	362.20	526.68	390.67
Huancavelica	35.89	46.05	233.12	100.45	199.22	223.49	166.60	117.13	149.11	191.57	210.99	458.24	387.13	653.32	719.27	687.59	379.40	317.88	359.57
Huánuco	23.04	26.41	43.08	50.70	40.79	33.96	64.42	152.60	206.37	211.74	233.27	262.07	212.20	239.06	314.12	324.34	383.00	385.52	369.05
Ica	23.51	19.92	20.74	101.10	46.20	16.93	33.99	21.64	99.24	134.07	148.22	96.56	83.04	71.40	81.27	43.17	86.25	150.25	192.96
Junín	62.22	64.25	61.28	138.45	144.79	57.09	51.07	69.51	138.16	173.77	247.34	234.54	286.08	208.88	200.22	195.99	238.17	228.57	200.59
La Libertad	9.97	15.63	25.84	20.46	11.35	8.83	58.21	96.52	101.96	130.78	104.93	103.83	164.99	176.53	129.48	92.01	99.99	111.90	206.58
Lambayeque	8.40	6.25	10.46	27.74	61.28	15.22	10.40	43.30	53.52	93.46	139.56	61.05	50.69	79.07	39.95	40.37	55.44	82.47	120.79
Lima	26.08	22.29	20.14	31.66	16.91	13.59	20.35	12.48	24.55	33.51	45.90	49.97	62.29	94.84	107.90	83.37	39.47	65.14	65.07
Loreto	24.93	64.54	34.20	58.81	49.78	14.17	16.34	19.15	24.69	29.17	51.58	92.92	72.79	50.62	83.68	60.61	111.77	203.83	187.46
Madre de Dios	180.59	141.20	160.89	212.82	76.34	959.47	593.07	850.60	5,320.70	1,846.00	1,620.50	1,896.97	2,771.55	1,526.79	1,619.62	1,509.81	1,421.84	1,774.70	1,608.67
Moquegua	53.97	41.29	63.93	112.76	120.82	145.37	495.18	540.28	433.27	807.54	204.35	345.06	399.59	340.43	202.33	321.09	580.41	610.81	489.59
Pasco	45.11	24.42	66.41	151.55	255.17	404.06	262.01	300.37	527.60	355.35	436.26	329.16	406.55	338.34	606.64	450.48	400.36	649.21	665.72
Piura	33.50	42.49	9.47	25.22	17.14	20.73	34.53	51.50	97.69	117.70	58.87	111.86	114.95	155.11	254.68	235.13	143.34	275.44	315.01
Puno	67.64	63.56	59.84	34.47	26.14	40.59	70.52	137.74	244.90	306.25	512.50	328.08	455.93	471.33	370.49	452.53	429.64	508.33	531.78
San Martín	258.13	237.98	113.68	69.75	88.96	107.20	233.10	427.18	367.23	265.02	198.01	363.28	425.74	381.12	467.19	313.98	395.85	492.41	354.73
Tacna	11.67	9.91	38.26	31.83	25.52	93.55	218.65	183.62	298.60	264.82	208.26	157.81	200.43	229.10	283.25	928.18	983.93	151.89	170.82
Tumbes	85.87	56.25	32.41	23.49	48.54	147.72	287.96	272.96	288.63	355.76	403.84	188.69	141.50	157.18	167.09	255.55	227.83	325.40	359.13
Ucayali	52.05	33.00	332.52	157.71	213.96	334.24	307.59	368.13	444.84	271.95	98.80	70.95	202.35	365.97	418.20	628.87	539.65	140.53	338.46

Fuente: MEF

Elaboración propia