

Inversión en Infraestructura y Desigualdad Regional en el Perú: Nuevas Evidencias

Arturo Vásquez Cordano

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG)
Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)

Luis Bendezú Medina

Universidad de Chile – Centro de Economía Aplicada (CEA)

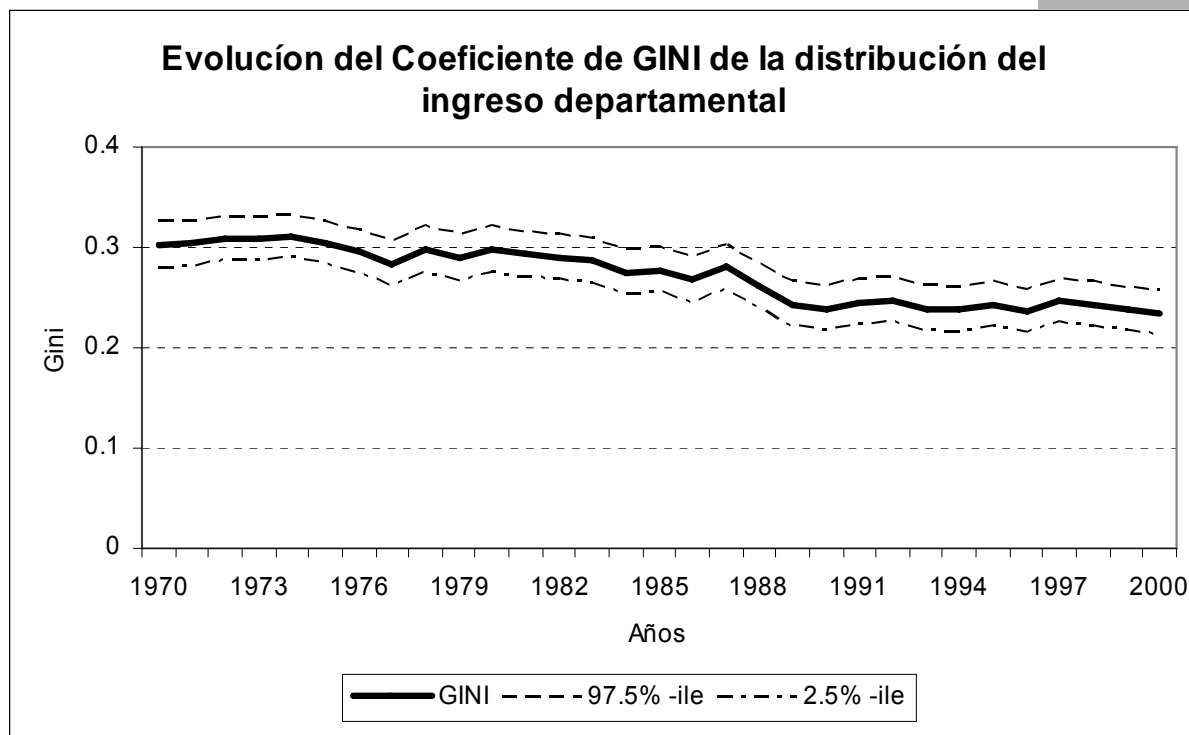
Introducción (1): Contexto

Gonzáles de Olarte (2000): en el Perú existe una suerte de centralismo económico perverso. El dinamismo de sectores primarios exportadores y de servicios urbanos provoca que Lima (el centro) crezca más rápido que la periferia.

Perú funcionaría, a nivel espacial, como un sistema regional con grados de desarrollo muy desiguales. Posibles factores:

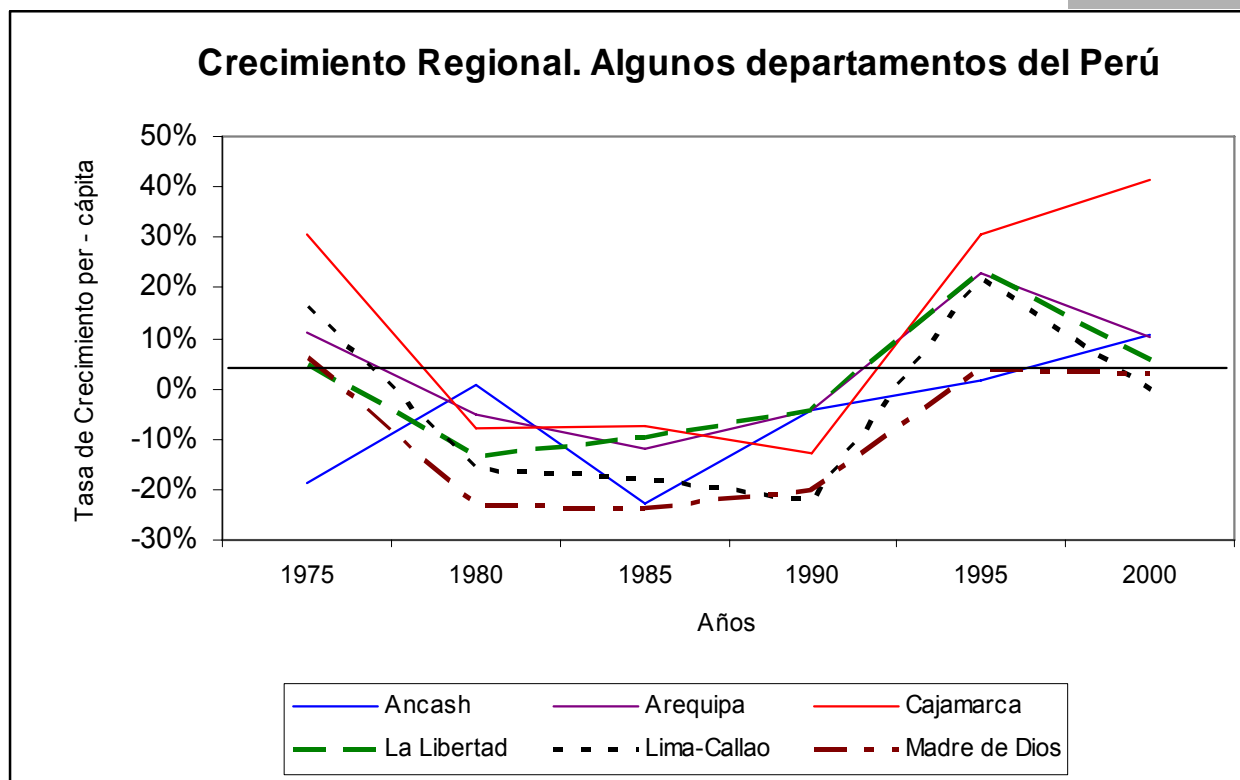
- Reformas estructurales → fomentan la aglomeración de la infraestructura de servicios públicos en las zonas de mayor demanda. Crecimiento del centro sin industrializarse → no articulación de los sectores productivos de la periferia.
- Lima genera el 44% del PBI total, el 55.4% de la producción industrial, el 57.7% del comercio a nivel nacional, el 83% de las colocaciones de la banca comercial, el 55% del gasto público y el 50% del ingreso nacional.
- Según Gonzales de Olarte esto se debe a la existencia de fuertes economías externas y de aglomeración que, en conjunto, hacen que Lima posea una gran densidad económica con la que difícilmente pueden competir las otras regiones.

Introducción (2): Evolución del Gini



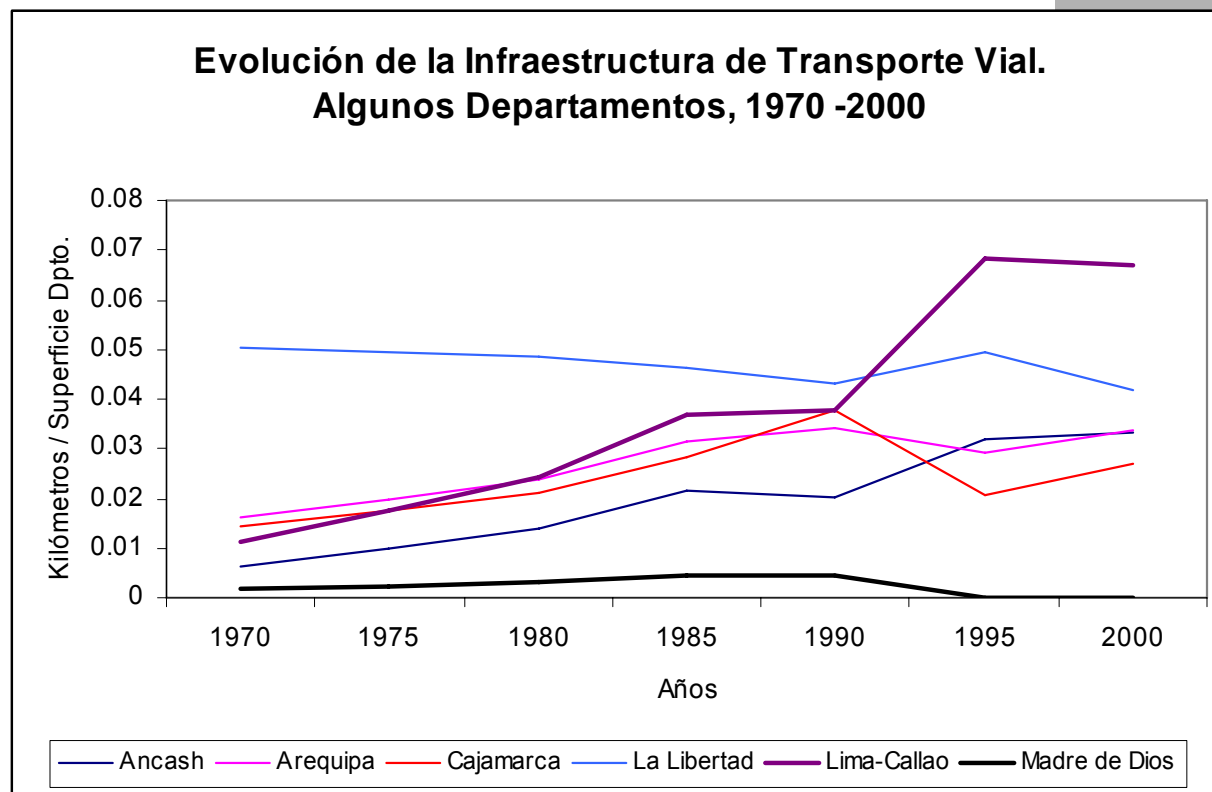
- **Factores:** a) crisis hiperinflacionaria generó depresión económica afectando la base productiva y consumo del centro, b) Principios de los 90's incremento del gasto social para el alivio de la pobreza en la periferia, c) mayores inversiones en departamentos (minería, petróleo, expansión de la cobertura de los servicios públicos, etc).

Introducción (3): Crecimiento Regional



- Período 1980 – 1990: estancamiento y depresión económica
- Período 1990 – 2000: recuperación de la senda de crecimiento (explotación minera, reactivación económica luego de la crisis inflacionaria, mayor dinamismo de los mercados regionales, inversiones privadas en los departamentos (reformas est.).

Introducción (4): Infraestructura Vial



- Lima concentra la mayor cantidad de las obras viales. De otro lado, durante la década de 1980, se produjo un relativo estancamiento en la expansión de este tipo de infraestructura en las regiones, aunque el indicador tiende a recuperarse a mediados de la década de 1990.

Introducción (5): Síntesis

- En el Perú se ha dado un proceso de crecimiento regional desigual, así como una expansión de la infraestructura centralizada en Lima.
- Este último hecho puede haber sido crucial para explicar el marcado crecimiento desigual en las regiones.
- El objetivo del trabajo es evaluar el impacto de la infraestructura sobre el crecimiento regional en el Perú.
- Se desarrollará un modelo teórico y un marco metodológico que permitirá evaluar cuáles son los efectos de la expansión de los distintos tipos de infraestructura, en especial la infraestructura vial, sobre el crecimiento regional.
- El período de análisis comprende los años entre 1970 y 2000 debido a la poca disponibilidad de datos a nivel departamental.

Modelo Teórico (1)

Se asume que la producción de las unidades económicas es una función de varios insumos privados pero depende positivamente de ciertos activos públicos (infraestructura de servicios públicos).

Siguiendo a Barro (1990), Aschauer (1997b) y Jalan y Ravallion (2002), se plantea un programa de optimización intertemporal asumiendo que las unidades económicas en la región “j” maximizan su bienestar intertemporal a través de la elección de su consumo.

Se asume que todo lo que se consume, se produce: $C_{jt} = Y_{jt}$

Existe persistencia en el consumo:

$$\tilde{C}_{jt} = C_{jt} - \phi C_{jt-1} \rightarrow \tilde{Y}_{jt} = \tilde{Y}_{jt} = Y_{jt} - \phi Y_{jt-1}$$

Modelo Teórico (2)

Los servicios de la producción regional en el período “t” están positivamente relacionados a la producción corriente y negativamente relacionados con el rezago de la producción. El parámetro ϕ mide el grado de persistencia de la producción pasada, o sea mide la magnitud de la formación de hábitos en la producción (consumo). El programa de optimización se plantea como sigue:

$$\text{Max}_{\tilde{Y}_{jt}} U(\tilde{Y}_{jt}) = E_t \left[\sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t \left(\frac{\tilde{Y}_{jt}^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \right) \right]$$

Forma
Estructural

s.a.

$$Q(K_{jt}, F_{jt}) = K_{jt+1} + \tilde{Y}_{jt}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \beta^{t-1} K_{jt} = 0$$

$$K_0 \text{ dado}$$

Modelo Teórico (3)

Ecuación de Bellman:

Ecuación de Euler:

$$V_{jt}(K_{jt}) = \text{Max}_{\tilde{Y}_{jt}} \left\{ \left(\frac{\tilde{Y}_{jt}^{1-\sigma} - 1}{1 - \sigma} \right) + \gamma E_t V_{jt+1}(K_{jt+1}) \right\} \longrightarrow \gamma E_t \left[\left(\frac{\tilde{Y}_{jt}}{\tilde{Y}_{jt+1}} \right)^\sigma Q_K(K_{jt+1}, F_{jt+1}) \right] = 1$$

s.a. $Q(K_{jt}, F_{jt}) = K_{jt+1} + \tilde{Y}_{jt}$

Seguindo a Dynan (2000):

$$\gamma \left(\frac{\tilde{Y}_{jt}}{\tilde{Y}_{jt-1}} \right)^{-\sigma} Q_K(K_{jt}, F_{jt}) = 1 + \xi_{jt}$$

ξ_{jt} Representa el error que cometen los agentes al formar sus expectativas.

Tomando logaritmos y haciendo algunas manipulaciones algebraicas:

Forma
Reducida

$$\Delta \ln(Y_{jt}) = \frac{1}{\sigma} \gamma + \phi \Delta \ln(Y_{jt-1}) + \frac{1}{\sigma} \ln Q_k + \xi_{jt}$$

Implementación Empírica (1)

La medición del PBI regional en el Perú adolece de diversas limitaciones asociadas a: i) la metodología contable que se emplea para su estimación, y ii) las fuentes estadísticas de poca confiabilidad que se utilizan en su estimación. Estas limitaciones hacen que esta variable sea pobremente medida, lo cual provoca la presencia de una fuerte correlación negativa en las mediciones de los cambios en la producción regional.

Para corregir esto, supóngase: $\ln(\hat{Y}_{jt}) = \ln(Y_{jt}) + \theta_{jt} \Rightarrow \ln(Y_{jt}) = \ln(\hat{Y}_{jt}) - \theta_{jt}$

\hat{Y}_{jt} es el PBI de la región “j” en el período “t”, Y_{jt} es el verdadero valor del PBI regional y θ_{jt} es el error de medición.

Asumiendo una función de producción Cobb-Douglas y realizando ciertas manipulaciones algebraicas:

Ecuación Econométrica: Panel Dinámico

$$\Delta \ln(\hat{Y}_{jt}) = \beta_0 + \phi \Delta \ln(\hat{Y}_{jt-1}) + \beta_1 \ln K_{jt} + \beta_2 \ln F_{jt} + v_j + \varepsilon_{jt}$$

Implementación Empírica (2)

La ecuación anterior no puede estimarse mediante MCO puesto que se obtendrían estimadores inconsistentes e ineficientes debido a la correlación entre el rezago de $\Delta \ln Y_{jt}$ y el término de error ε_{jt} que posee una estructura MA(2); así como a la presencia del efecto específico regional v_j .

Se propone utilizar el método de diferenciación de Anderson y Hsiao (1982), así como el método de estimación GMM propuesto por Arellano y Bond (1991).

La metodología de datos de panel que se utiliza permite explotar la información proveniente de las características diferenciadas de las regiones junto con la información proveniente de la evolución temporal de las variables, lo que proporciona un número más elevado de grados de libertad que el análisis de corte transversal y reduce la posible multicolinealidad entre las variables. Todo lo anteriormente mencionado junto con la aplicación de la metodología de estimación GMM hace posible que los parámetros del modelo sean estimados con mayor precisión y controlando el problema del error de medición del PBI regional.

Desigualdad Regional e Infraestructura (1)

Vásquez (2003) propone utilizar la descomposición del índice de Gini del ingreso regional sugerida por Wagtaff et al. (2001) a partir del siguiente modelo:

$$y_{jt} = \sum_{i=1}^k \beta_i x_{ijt} + \sum_{s=1}^m \gamma_s f_{sjt} + a_j + \varepsilon_{tj} \longrightarrow \text{Gini}_{(y_t)} = \sum_{k=1}^K \left(\beta_k \frac{\bar{h}_{tk}}{\bar{y}_t} \right) \text{Gini}_{(h_{tk})} + \frac{G_\varepsilon}{\bar{y}_t}$$

Sin embargo, esta expresión no es plenamente compatible con el modelo de crecimiento endógeno presentado anteriormente. Para ello, se debe obtener una forma funcional que permita relacionar tanto la forma econométrica del modelo junto con la expresión del coeficiente de Gini (indicador de desigualdad):

$$\text{Gini}_{y_t} = \left(\frac{2}{n\bar{Y}_t} \sum_{j=1}^n y_{jt} R_{jt} \right) - 1$$

“n” es el número de departamentos, \bar{Y}_t barra es el PBI regional promedio del período “t” y R_{jt} es una variable que indica la clasificación de las regiones.

Desigualdad Regional e Infraestructura (2)

El modelo econométrico es:
$$\Delta y_{jt} = \alpha + \phi \Delta y_{jt-1} + \sum_{k=1}^K \beta_k h_{jtk} + v_j + \varepsilon_{jt}$$

Diferenciando un período:
$$Gini_{y_t} - Gini_{y_{t-1}} = \frac{2}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{\bar{Y}_t} y_{jt} R_{jt} - \frac{1}{\bar{Y}_{t-1}} y_{jt-1} R_{jt-1} \right)$$

Suponiendo que la clasificación de las regiones es persistente en el tiempo ($R_{jt} = R_{jt-1} = R_j$) y luego de un poco de álgebra:

$$Gini_{y_t} = \underbrace{\frac{2}{n} \sum_{j=1}^n \frac{1}{\bar{Y}_t} \Delta y_{jt} R_j}_{\text{Variabilidad PBI}} + \underbrace{\left(\frac{1}{1 + g_Y} \right) Gini_{y_{t-1}}}_{\text{Efecto Persistencia}}$$

Dos factores que explican la desigualdad regional: a) variación de la producción interna (que se ve afectada por la inversión en infraestructura), b) coeficiente de Gini rezagado \rightarrow factor de persistencia de la desigualdad, el cual se ve afectado por la tasa de crecimiento del PBI regional entre períodos (a mayor crecimiento, menor efecto persistencia).

Desigualdad Regional e Infraestructura (3)

A partir de la ecuación anterior, se realiza la descomposición del coeficiente de Gini en base a las variables del modelo estimado:

$$\begin{aligned} Gini_{y_t} &= \sum_{k=1}^K \left(\frac{\beta_k \bar{h}_{tk}}{\bar{Y}_t} \right) (Gini_{h_{tk}} + 1) - \sum_{k=1}^K \left(\frac{\beta_k \bar{h}_{t-1,k}}{\bar{Y}_t} \right) (Gini_{h_{t-1,k}} + 1) \\ &\quad + \frac{G_{\omega_t}}{\bar{Y}_t} + \left(\frac{1}{1 + g_Y} \right) Gini_{y_{t-1}} \end{aligned}$$

La descomposición del índice de Gini todavía está en una fase experimental por lo que para los propósitos de esta presentación se aplicará la descomposición propuesta por Wagtaff et al. (2001).

Los Datos (1)

Se ha utilizado la base de datos elaborada por Vasquez (2003): panel de datos para 24 departamentos del Perú (períodos quinquenales desde 1970 hasta el 2000).

Variables:

- Población (Proyecciones INEI)
- Líneas Telefónicas en Servicio (INEI, OSIPTEL)
- Caminos pavimentados y asfaltados (INEI, MTC)
- PBI regional (base 1994) sujeto a error de medición (corregido por el modelo econométrico).
- Consumo eléctrico y potencia instalada (INEI, GART – OSINERG)
- Superficie Agrícola (CENAGRO 1961, 1972, 1964)
- Capital Humano: PEA con estudios secundarios o superiores (Censos de 1972, 1981, 1993, 2005, interpolación con las proyecciones de las tasas de crecimiento de la PEA proyectadas por el INEI).

Los Datos (2)

Stock de Capital Regional

- Información del II Censo Económico de 1974 del INE (censo a empresas comerciales e industriales sobre el valor de sus activos fijos).
- Información del III Censo Económico de 1992-1993 del INEI (censo a empresas comerciales e industriales sobre el valor de sus activos fijos, revaluación de los activos, saldos finales de activos, etc.).
- Cobertura: 24 departamentos y provincia constitucional del Callao.

Número de Empresas Entrevistas en el II y III Censo Económico

Año	Total Establecimientos Censados	Incremento Intercensal		Incremento Anual	Tasa de Crecimiento Anual
		Absoluto	Porcentaje		
1964	109707	-	-	-	-
1974	185691	75984	69.3	7598	5.4
1994	389675	203984	109.8	10199	3.8

Fuente: INEI. Elaboración: Propia.

Los Datos (3)

- El stock de capital regional privado se habrían incrementado en 7 veces entre los períodos censales.

LIMITACIONES DE LA MEDICION

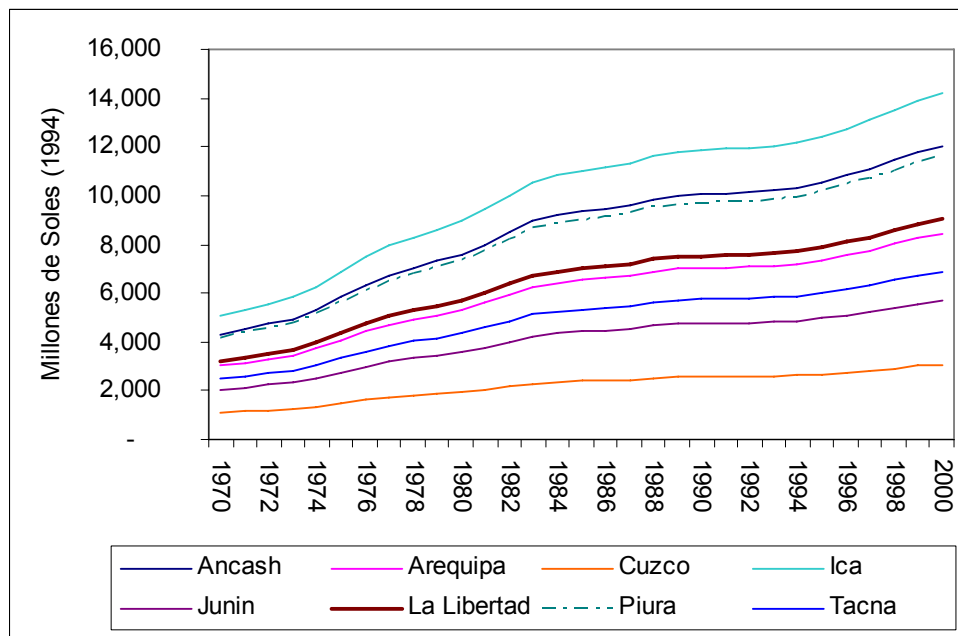
- No uniformidad en las actividades económicas entre los censos.
- No levanta información sobre el valor de la infraestructura de servicios públicos.
- Limitaciones en el levantamiento de los datos y subcobertura intradepartamental (carencia de marcos muestrales adecuados de establecimientos y empresas).
- Tasa de no respuesta elevada.
- Informalidad (57% del PBI peruano según Loayza 1997).

Estimación del Valor de los Activos Fijos a Nivel Departamental
(Miles de Nuevos Soles de 1994)

Departamentos	1973	1993
Amazonas	17,184	13,344
Ancash	613,007	972,224
Apurimac	6,586	9,296
Arequipa	280,390	1,717,192
Ayacucho	26,012	11,730
Cajamarca	46,019	103,507
Cusco	70,855	848,070
Huancavelica	57,244	4,154
Huánuco	182,045	56,623
Ica	788,698	684,446
Junin	255,520	697,386
La Libertad	294,859	1,876,956
Lambayeque	85,161	603,473
Lima-Callao	3,631,686	42,116,396
Loreto	86,993	472,782
Madre de Dios	2,301	15,717
Moquegua	153,283	1,310,981
Pasco	119,577	90,803
Piura	526,988	1,382,731
Puno	48,101	79,695
San Martín	24,446	31,676
Tacna	342,398	611,198
Tumbes	11,778	87,512
Valor de Activos Censados	7,671,132	53,797,893

Los Datos (4)

- Debido a las limitaciones para medir directamente el stock de capital regional, se optó por utilizar el porcentaje de participación promedio que los departamentos muestran en el stock. Si bien no se puede decir que los datos censales son del todo confiables, es probable que esta información en promedio refleje la composición, distribución y concentración del capital en el espacio geográfico regional dada la cobertura de los censos. Los porcentajes de participación se aplican a la serie del stock de capital estimada por Seminario y Beltrán (1998)



Resultados (1)

Resultados de la estimación del modelo de Panel Dinámico

Variables	Parámetros	t-est	[95% Intervalo Confianza]	
$\Delta \log(\text{pbi})_{t-1}$	-0.064	-5.530 ***	-0.086	-0.041
potencia eléctrica	0.100	3.760 ***	0.047	0.153
telecom	0.043	2.500 ***	0.009	0.077
caminos	0.008	0.240	-0.060	0.077
superficie agrícola	-0.092	-3.060 ***	-0.152	-0.032
PEA educada	-0.284	-4.290 ***	-0.415	-0.152
capital regional	0.440	1.760 *	-0.057	0.937
dummy	0.404	13.440 ***	0.344	0.464
constante	-0.081	-4.170 ***	-0.120	-0.043
Observaciones		92		
F-estadístico		196.72 ***		
Estadístico de Sargan		13.28	p-value = 0.35	
Prueba de Autocorrelación (orden 1)		-0.41	p-value = 0.68	
Prueba de Autocorrelación (orden 2)		-0.76	p-value = 0.45	

- El test de Sargan y la prueba Ar(2) de Arellano y Bond indican que los instrumentos utilizados para estimar el modelo se hayan adecuadamente especificados. Se controla el efecto del error de medición del PBI regional.

Resultados (2)

- Parámetro ϕ es significativo y pequeño: efecto persistencia en el proceso de crecimiento regional (coeficiente de ajuste que garantiza que la tasa de crecimiento regional sea estacionaria y converja a un valor de largo plazo).
- Infraestructura eléctrica y de telecom: efecto positivo y significativo.
- Infraestructura vial: efecto positivo pero no significativo → a) red vial no alcanza el grado de calidad o la extensión suficiente como para impulsar significativamente el crecimiento regional, b) distribución de la infraestructura de manera desigual en el espacio, c) nula expansión y deterioro de la infraestructura en los 80's.
- Stock de capital regional: efecto positivo y significativo.

Resultados Exploratorios: Desigualdad Regional e Infraestructura (1)

Descomposición de Wagtaff et al:

Contribución de los indicadores de infraestructura a la desigualdad regional en el PBI

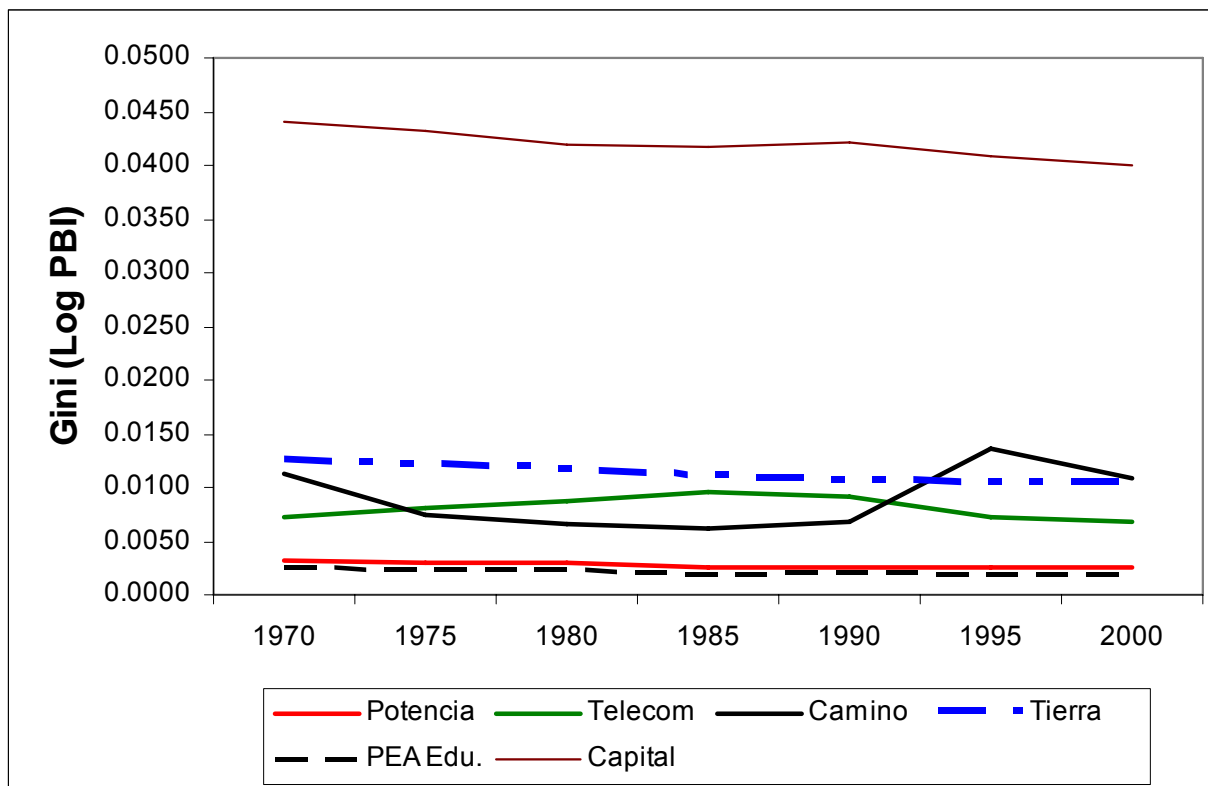
Descomposición del coeficiente de GINI del logaritmo del PBI regional								
Año	Gini (LPBI)	Potencia	Telecom	Camino	Tierra	PEA Edu.	Capital	Residuo
1970	0.0851	0.0031	0.0073	0.0113	0.0125	0.002463	0.0440	0.004
1975	0.0832	0.0030	0.0082	0.0075	0.0121	0.002412	0.0431	0.007
1980	0.0759	0.0029	0.0087	0.0065	0.0118	0.002426	0.0418	0.002
1985	0.0739	0.0025	0.0095	0.0062	0.0110	0.002008	0.0417	0.001
1990	0.0736	0.0025	0.0092	0.0068	0.0107	0.002026	0.0421	0.000
1995	0.0730	0.0025	0.0072	0.0136	0.0104	0.001962	0.0408	-0.003
2000	0.0717	0.0025	0.0067	0.0109	0.0105	0.001990	0.0399	-0.001
Promedio	0.0766	0.0027	0.0081	0.0090	0.0113	0.0022	0.0419	0.0014
Escenario Pesimista	100%	15%	23%	19%	23%	14%	72%	-66%
Contribución Porcentual Promedio	100%	4%	11%	12%	15%	3%	55%	2%
Escenario Optimista	100%	-8%	-2%	5%	6%	-9%	38%	70%

Los escenarios han sido construidos en base a los intervalos de confianza al 95% de los parámetros estimados en la regresión auxiliar (ver Anexo N° 3). Elaboración: Propia.

Resultados Exploratorios: Desigualdad Regional e Infraestructura (2)

■ Descomposición de Wagtaff et al:

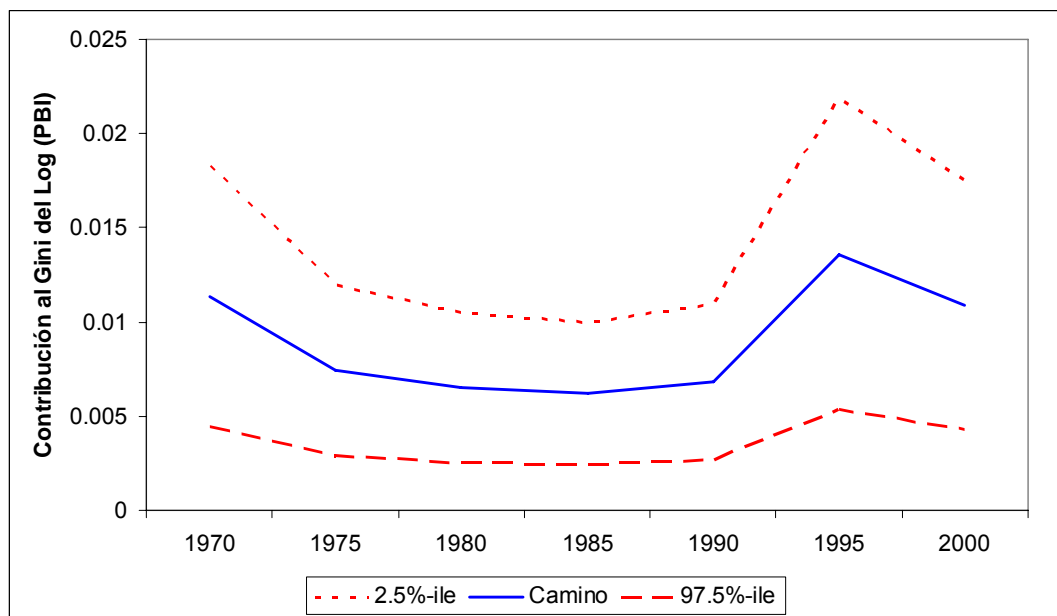
Relación entre los indicadores de infraestructura y el coeficiente de GINI del logaritmo del PBI regional



La desigual distribución de estos activos podría estar generando problemas para alcanzar una mayor equidad regional y podría estar afectado el proceso de crecimiento regional, tal como se ha mencionado anteriormente

Resultados Exploratorios: Desigualdad Regional e Infraestructura Vial (3)

Efecto de la Infraestructura Vial sobre la Desigualdad Regional



Su contribución a la desigualdad regional es diferenciada. En promedio contribuye en 12% al indicador de desigualdad.

- Articulación de mercados regionales favoreciendo el dinamismo del comercio entre departamenteo: 1970's era del proteccionismo militar, habilitación de vías de penetración y rehabilitación de carreteras existentes.
- Deterioro de la infraestructura (crisis fiscal y de deuda, inflación, terrorismo): 1980's.
- Promoción de inversiones en caminos (pública y estatal): 1990's.

Conclusiones (1)

- El análisis realizado en el documento otorga mayores luces sobre los vínculos entre infraestructura, crecimiento y desigualdad regional (medida como la disparidad en el PBI departamental) bajo un modelo unificado de crecimiento que permite analizar simultáneamente ambas relaciones.

- El método econométrico permite superar el problema de endogenidad (determinación simultánea de la variables infraestructura y la tasa de crecimiento), controlar por los efectos específicos atribuibles a cada región, y controlar el problema de la medición de la variable PBI.

- Los indicadores de infraestructura eléctrica y de telecom tiene un impacto significativo y positivo sobre el crecimiento regional, La infraestructura vial muestra un efecto positivo pero no significativo:

- Calidad y extensión de la infraestructura insuficientes.
- Desigual dotación de la infraestructura (deterioro de la red vial).

Conclusiones (2)

- Se necesita estudiar con más detenimiento los datos sobre la extensión y el grado de conservación de los caminos como primer paso para planificar y ejecutar proyectos de mejora de la red vial.

- El stock de capital regional sería una variable relevante que explicaría la desigualdad regional en el Perú. La desigual dotación de la infraestructura en el espacio regional tendría efectos adversos sobre el grado de equidad de la producción regional. La infraestructura eléctrica contribuiría en menor medida a la desigualdad regional.

- La infraestructura puede constituir un factor clave para estimular el desarrollo de la actividad privada, promover la inversión, generando condiciones para el crecimiento económico de las regiones. Sin embargo, una inadecuada y desigual dotación de los activos públicos como la infraestructura vial en el espacio regional puede ocasionar que las disparidades en el crecimiento departamental se acentúen, provocan divergencias en los patrones de desarrollo regional.

Conclusiones (3)

- Los resultados obtenidos hasta el momento son de alta relevancia para la implementación de futuras políticas públicas. Sin embargo, este análisis se encuentra aun en una etapa preliminar, puesto que la descomposición del indicador de desigualdad empleada en el análisis empírico se basa en una expresión obtenida a partir de un modelo de forma reducida.

- En una futura etapa de esta investigación se buscará realizar la descomposición del índice de Gini mostrada en el documento.

- Una pregunta interesante que queda por responder a partir de dicha expresión es si la desigualdad es persistente y cuál es el grado de la misma.

Inversión en Infraestructura y Desigualdad Regional en el Perú: Nuevas Evidencias

avasquez@osinerg.gob.pe

vasquez.al@pucp.edu.pe

lbendezu@ing.uchile.cl

lbendezu@pucp.edu.pe