

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



TESIS DE GRADO

**“IMPACTO DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO
REGIONAL PERUANO, PERIODO 2005 - 2017”**

BACH. ECON. PAOLA JASMIN DEL AGUILA CHISTAMA
BACH. ECON. ANABEL ULLOA ESQUIVEL

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS – UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMISTA

ASESOR: ÁNGEL RENATO MENESES CRISPÍN

Callao, 2022

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN

- | | |
|--|------------|
| • Mg. MONCADA SALCEDO, LUIS ENRIQUE | PRESIDENTE |
| • Dr. PALOMARES PALOMARES, CARLOS IVÁN | SECRETARIO |
| • Mg. SALINAS CASTAÑEDA, CESAR ALBERTO | MIEMBRO |
| • Eco. DEL CARPIO ALVA, ISABEL MARGARITA | SUPLENTE |

ASESOR: Dr. ÁNGEL RENATO MENESES CRISPÍN

N° de Libro: 01

N° de Folio: 253

N° de Acta: 14

Fecha de Aprobación de la tesis:

21 de octubre del 2022

Resolución de Sustentación:

RESOLUCIÓN DECANAL N° 035-2022-D-FCE

DEDICATORIA (Anabel Ulloa):

A Dios, por bendecirme en cada etapa de mi vida, a mis padres Teófilo y Ana, por su gran amor y soporte incondicional.

DEDICATORIA (Paola Del Aguila):

A mis padres Luis y Consuelo, porque a pesar de la distancia, me acompañaron y me brindaron educación, valores y cariño en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Le agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera y por brindarnos una vida llena de experiencias, aprendizajes y logros.

Agradecemos a nuestros padres, por los valores que nos inculcaron y por brindarnos cariño y apoyo incondicional siempre, sobre todo durante nuestra etapa universitaria. Gracias también a nuestros hermanos, tíos y primos, por siempre alentarnos a seguir adelante.

Un sincero agradecimiento a los miembros del jurado, los profesores: Mg. Luis Moncada, Mg. Cesar Salinas y Dr. Carlos Palomares, por su invaluable contribución al desarrollo de esta investigación.

Un sincero agradecimiento al profesor Ángel Renato Meneses Crispín, por haber aceptado ser nuestro asesor y por estar siempre dispuesto a ayudar con sus consejos y motivación. Un agradecimiento especial al profesor Juan Manuel Rivas, por su invaluable contribución al desarrollo de esta investigación, por su paciencia y sus palabras de aliento, que nos impulsó a seguir adelante.

Agradecemos a nuestros amigos, quienes fueron de gran apoyo durante la elaboración de este trabajo. Gracias también a esos amigos, con quienes tuvimos la fortuna de coincidir en las aulas, gracias por todos los momentos que pasamos juntos mientras éramos estudiantes y por haber hecho de nuestra etapa universitaria, una de las más bonitas de nuestras vidas.

Finalmente, agradecemos profundamente a la Universidad Nacional del Callao, y en especial a la Facultad de Ciencias Económicas, profesores y personal administrativo, gracias por ser parte de este largo camino y habernos dado la oportunidad de culminar nuestra carrera profesional.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| Resumen | 8 |
| Abstrac..... | 8 |
| Introducción..... | 9 |
| Planteamiento del Problema..... | 11 |
| Descripción de la Realidad Problemática..... | 11 |
| Formulación del problema..... | 14 |
| Objetivos | 15 |
| <i>General.....</i> | 15 |
| <i>Específicos</i> | 15 |
| Limitantes de la investigación | 15 |
| <i>Limitante teórica</i> | 15 |
| <i>Limitante temporal</i> | 15 |
| <i>Limitante espacial.....</i> | 16 |
| Marco Teórico..... | 16 |
| Antecedentes..... | 16 |
| Marco:..... | 24 |
| <i>Teórico</i> | 24 |
| <i>Conceptual.....</i> | 38 |
| Hipótesis y Variables..... | 40 |
| Hipótesis | 40 |
| <i>Variables</i> | 41 |
| Operacionalización de variables..... | 56 |
| Metodología de la Investigación..... | 58 |
| Tipo y diseño de la investigación | 58 |
| Población y muestra | 61 |
| <i>Población.....</i> | 61 |
| <i>Muestra</i> | 61 |
| Técnicas e instrumentos para la recolección de la información documental..... | 62 |
| Análisis y procesamiento de datos | 62 |
| Resultados | 64 |
| Resultados descriptivos..... | 65 |
| Resultados Inferenciales | 66 |
| <i>Grupo de regiones según niveles de consumo y crecimiento económico.</i> | 66 |
| <i>Modelo de Efectos Fijos con Efectos Espaciales</i> | 69 |
| Discusión de Resultados | 75 |

| | |
|---|-----------|
| Contrastación de la hipótesis | 75 |
| Contrastación de los resultados con estudios similares. | 76 |
| Responsabilidad ética | 76 |
| Conclusiones..... | 77 |
| Recomendaciones..... | 78 |
| Referencias Bibliográficas | 80 |
| Anexos | 86 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|----------------------|-----------|
| TABLA 1..... | 19 |
| TABLA 2..... | 22 |
| TABLA 3..... | 48 |
| TABLA 4..... | 57 |
| TABLA 5..... | 64 |
| TABLA 6..... | 65 |
| TABLA 7..... | 66 |
| TABLA 8..... | 67 |
| TABLA 9..... | 68 |
| TABLA 10..... | 69 |
| TABLA 11..... | 70 |
| TABLA 12..... | 71 |
| TABLA 13..... | 73 |
| TABLA 14..... | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|-----------------------|-----------|
| FIGURA 1 | 12 |
| FIGURA 2 | 13 |
| FIGURA 3 | 41 |
| FIGURA 4 | 42 |
| FIGURA 5 | 43 |
| FIGURA 6 | 45 |
| FIGURA 7 | 47 |
| FIGURA 8 | 50 |
| FIGURA 9 | 52 |
| FIGURA 10..... | 54 |
| FIGURA 11..... | 56 |
| FIGURA 12..... | 67 |

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como propósito analizar el impacto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional del Perú, en el periodo 2005 – 2017. Para alcanzar el objetivo de esta investigación, se emplea un modelo de efectos fijos con efectos espaciales utilizando datos panel. Los resultados muestran que el consumo de energía eléctrica contribuye de manera positiva y significativa al crecimiento económico regional en alrededor del 2%. Así mismo, se encontró evidencia que, la matriz de ponderaciones espaciales (que representa la ubicación geográfica entre regiones) contribuye a que el modelo sea robusto, en comparación a otras estimaciones.

Abstrac

The purpose of this research work is to analyze the impact of electricity consumption on the regional economic growth of Peru, in the period 2005 - 2017. To achieve the objective of this research, a fixed effects model with spatial effects is used using data panel. The results show that the consumption of electrical energy contributes in a positive and significant way to the regional economic growth in around 2%. Likewise, evidence was found that the spatial weighting matrix (which represents the geographical location between regions) contributes to the robustness of the model, compared to other estimates.

Introducción

El consumo de electricidad establece un efecto causal con el crecimiento económico, puesto que es un insumo esencial para el desarrollo de actividades productivas, comerciales y de servicios. Este efecto presupone la existencia de mecanismos de transmisión que implican un mayor crecimiento económico; sin embargo, aún existen cuestionamientos de si la relación entre ambas variables es de carácter unidireccional o bidireccional.

La vinculación entre el sector electricidad y el crecimiento económico se evidencia en que este es uno de los sectores que más contribuye al crecimiento económico de nuestro país y que presenta, incluso, tasas de crecimiento mayores que las de la economía. En el año 2019 su contribución en el PBI fue de 1.87% y la economía mostró un crecimiento promedio anual de 4.5%, entre los años 2010 -2019; y el sector eléctrico de 5.5%, durante el mismo periodo (BCRP, 2019).

No obstante, si se analiza esta relación a nivel de regiones del país se evidencia que el consumo de energía eléctrica muestra una heterogeneidad marcada. Como ejemplo de ello, en el 2018 Lima representó el 38% del consumo nacional, seguido de Arequipa, con un 11.3%; en contraste, Amazonas y Apurímac participaron solamente con 0.2% y 0.3%, respectivamente (Minem, 2018). Esta heterogeneidad nos da una idea inicial de los efectos en el crecimiento económico regional.

Concerniente a estudios previos, realizados en nuestro país, acerca del impacto del consumo de energía eléctrica en el crecimiento económico regional, no se identifica algún estudio a nivel de regiones en Perú. Por tal razón se considera relevante este trabajo, pues cubre un campo de investigación aún no estudiado; por lo que se espera que contribuya a la discusión sobre el aporte del consumo de energía eléctrica en el crecimiento económico peruano.

A nivel internacional sí se identifican un conjunto de estudios en los cuales se estima el efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico. Al respecto, en el trabajo de Barreto Nieto y Campo Robledo (2012) se concluye que un incremento del consumo de energía en un 1% genera, a largo plazo, un aumento del PBI de 0.40%. En esa misma línea, Campo y Sarmiento (2011) estiman un efecto causal de 0.59%.

Cabe mencionar que, a nivel internacional si se han desarrollado estudios que incluyen a nuestro país, cuyo objetivo ha sido el de determinar no el impacto del crecimiento de electricidad sino la relación causal entre ambas variables. Estos estudios agotan la discusión respecto a la dirección de la causalidad, al encontrar una relación causal unidireccional positiva para el Perú que va desde el consumo de electricidad hacia el crecimiento económico (Apergis y Payne, 2010; Destek y Aslan, 2017; Campo y Sarmiento, 2011; Tillaguango y Loaiza, 2018).

Dada la evidencia empírica de la relación causal identificada, debe quedar claro que la presente investigación no tiene por objetivo el determinar la relación causal entre ambas variables para nuestro país; sino que se asume la evidencia de unidireccionalidad encontrada por diversos investigadores, para así enfocarse en el objetivo de determinar el efecto causal del consumo de electricidad en el crecimiento económico de las regiones de nuestro país. Para efectos de análisis, se realizará una matriz de correlación entre ambas variables. Dicha prueba formará parte de la estadística descriptiva de los resultados de la presente investigación.

Ante esto, la presente tesis tiene por objetivo el estimar el efecto causal del consumo de electricidad en el crecimiento económico de las regiones del país en el periodo 2005-2017. Dado que la variable a modelar es el crecimiento económico, se toman en cuenta las recomendaciones para implementar modelos de panel de datos de crecimiento económico realizadas por (Loayza et al., 2005) y aquellas para modelos de crecimiento económico regional brindadas por Lehmann et

al. (2020), quien realizó un análisis del crecimiento económico regional en Rusia, considerando como variables explicativas a la inversión, empleo, trabajadores con educación superior y migración.

Finalmente, esta tesis se organiza en nueve capítulos. Inicia con el planteamiento del problema, seguido por el marco teórico que sustenta esta investigación. En el tercer capítulo se desarrolla la hipótesis y determinación de variables, en el cuarto se presenta la metodología a utilizar, en el quinto capítulo los resultados, en el sexto se presenta la discusión de resultados, en el séptimo las conclusiones de esta investigación, en el octavo capítulo las recomendaciones y finalmente las referencias bibliográficas.

Planteamiento del Problema

Descripción de la Realidad Problemática

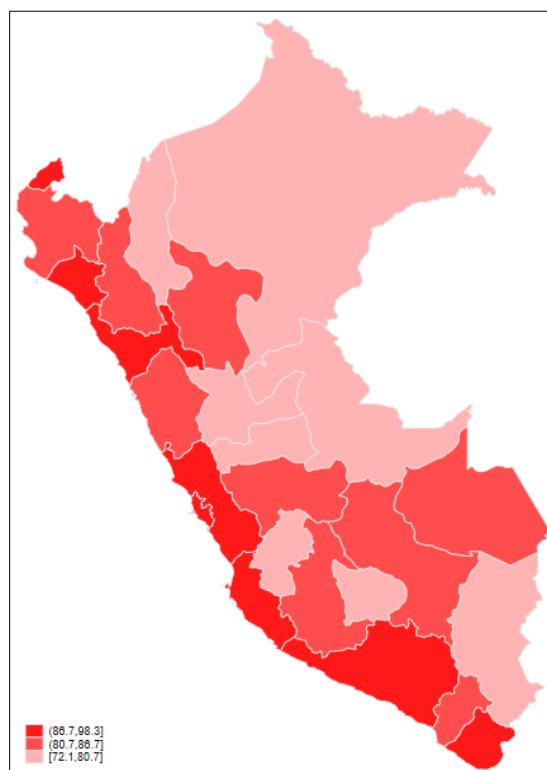
El acceso al consumo de energía eléctrica posibilita el alcanzar diversas formas de optimizar actividades, tanto industriales, de servicios como domésticas, mejorando la calidad de vida de las personas y generando ganancias en productividad. Un indicador que permite medir cómo es el acceso al servicio de electricidad es el Índice de Electrificación (IE), el cual es presentado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Este índice señala el porcentaje de la población con acceso a dicho servicio para un conjunto de regiones específicas.

Para explicar el canal por donde interviene el consumo de electricidad en el modelo de crecimiento económico, recurrimos a otros estudios generados por la discusión en torno a la relación energía – capital. “La energía es un input esencial para el funcionamiento del capital y del trabajo, los cuales convierten la energía en algo útil” (Ducoing et al., 2019, p. 31). Por lo cual, el efecto de la energía, y de la electricidad, en el PBI se da a través del capital, el cual ha sido probado en un estudio de los países de la OECD (Lee et al., 2008).

De la figura 1 se puede ver la cobertura de electrificación para las diferentes regiones de nuestro país. Un hecho que se evidencia es que aún existe una brecha por cubrir, que para algunas regiones se encuentra cercana al 30% (población sin acceso a electricidad). Una interrogante que surge, y que va más allá de esta investigación, es: ¿Cuál sería el impacto en términos de crecimiento económico regional si se cubriera la brecha de acceso en cada una de las regiones del país?

Figura 1

Nivel de electrificación por departamento - 2018



Fuente: INEI

Elaboración: Propia

Nota: El color rojo más claro indica que el departamento tiene un nivel de electrificación que va del 72.1 al 80.7%, el color intermedio indica que el nivel de electrificación va del 80.7 al 86.7% y el color más intenso indica que dicho indicador va del 86.7% al 98.3%.

Tal como se muestra en la Figura 1, la cobertura de electrificación de los departamentos del Perú se divide en 3 rangos diferenciados, según el nivel porcentual de hogares con energía eléctrica. Los departamentos como Huánuco, Amazonas y Puno muestran la cobertura de electrificación más baja del país con 72.1, 73.7 y 74.2% respectivamente, a diferencia de departamentos como Lima, Lambayeque e Ica que muestran porcentajes de electrificación más altos, con 97%, 91.7% y 90.6%, respectivamente.

Esta brecha en el acceso y consumo de electricidad en el Perú resulta un problema latente, pues el menor consumo de electricidad implica perjuicios no solo para la economía regional sino también para el desarrollo de su población. Dada este efecto económico negativo, una pregunta que si se pretende resolver con la presente tesis es: ¿Cuál es la magnitud del efecto causal que tiene un aumento del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional?

Figura 2

Correlación entre consumo de electricidad y PBI por región – 2017



Fuente y elaboración: Propia

Nota: *growth* (Crecimiento económico), *Fitted Values* (Valores ajustados), *celec* (consumo de electricidad)

Si observamos la correlación entre las variables consumo de electricidad y nivel de PBI por cada región del Perú, tal como se muestra en la Figura 2, podemos rescatar que en la mayoría de los departamentos la tendencia es positiva. Es decir, se puede considerar que el consumo de electricidad para el Perú actúa como un determinante del crecimiento económico. A nivel internacional, se ha estimado que los efectos en el crecimiento económico del país producto de un mayor consumo de energía van de 0.22% a 0.59% (Apergis y Payne, 2010; Campo y Sarmiento, 2011; Barreto y Campo, 2012; Tillaguango y Loaiza; 2018). Si bien dichos estudios son a nivel de país, se podría inferir que el desarrollo de políticas regionales que aumenten el acceso y el consumo de energía eléctrica tendrían un impacto en el crecimiento económico regional.

Tal como se mencionó, los estudios descritos son internacionales y muestran impactos a nivel de país. No existiendo investigaciones de dicho efecto para nuestro país y menos a nivel regional. Con la presente tesis se pretende responder la pregunta principal que motiva esta investigación: ¿Cuál es la magnitud del efecto causal que tiene un aumento del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional?

Formulación del problema

Problema General

¿Cuál es la magnitud del efecto causal que tiene un aumento del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional del Perú en el periodo 2005 - 2017?

Por otro lado, se tiene como problemas específicos:

- ¿Cuál es la variable más influyente en el crecimiento económico de las regiones del Perú, tomando en cuenta similares niveles de consumo de energía eléctrica?

- ¿Cuál es la incidencia de las variables migración, capital humano y telefonía fija en un modelo de crecimiento económico a nivel regional que tiene como principal variable explicativa al consumo de electricidad?
- ¿Es importante la ubicación geográfica entre regiones para el efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional?

Objetivos

General

Determinar la magnitud del efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional del Perú en el periodo 2005-2017

Específicos

- a. Identificar la variable más influyente en el crecimiento económico de las regiones del Perú, tomando en cuenta similares niveles de consumo de energía eléctrica.
- b. Analizar la incidencia de las variables migración, capital humano y telefonía fija en un modelo de crecimiento económico a nivel regional que tiene como principal variable explicativa al consumo de electricidad.
- c. Analizar la importancia de la ubicación geográfica entre regiones para el efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional.

Limitantes de la investigación

Limitante teórica

La principal limitante es que no existen modelos de crecimiento económico regional, por lo que para esta investigación se tomará como base el estudio realizado por Lehmann et al. (2020), quien modifica el modelo ampliado de Solow, para realizar un análisis regional en Rusia.

Limitante temporal

El conjunto de datos empleados en la presente investigación corresponde al periodo 2005

– 2017. Por lo que los resultados que se presentan se circunscriben al período de estudio y no se consideran efectos coyunturales ocurridos fuera del período de estudio; por ejemplo, la pandemia por COVID 19.

Limitante espacial

Esta investigación no implica trabajo de campo y se limita a la búsqueda de información secundaria, de las diferentes páginas oficiales a nivel nacional. Dado lo descrito, las conclusiones presentadas se acotan a la realidad específica del Perú; por lo que se debería tomar en cuenta esta limitante al momento de querer extrapolar estas conclusiones a espacios geográficos distintos.

Marco Teórico

Antecedentes

De la revisión de la literatura económica empírica se identifica que durante los últimos 30 años no se han realizado trabajos para el Perú, respecto del efecto que genera el consumo de electricidad en el crecimiento económico. No obstante, sí se encuentran estudios a nivel internacional que incluyen a Perú, como el de Apergis y Payne (2010) quienes examinaron la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico para un panel de 9 países de América del Sur, en el período 1980-2005. Estos autores emplearon un modelo de cointegración de panel de datos y corrección de errores, donde obtuvieron que un aumento del 1% en el consumo de energía incrementa el PBI real en un 0,42%. En esa misma línea, Campo y Sarmiento (2011) utilizando una prueba de cointegración de panel de Pedroni para 10 países de América Latina, en el periodo 1971 hasta 2007, identificaron que un aumento del 1% en el consumo de energía incrementa el PBI real en 0,59%. Barreto y Campo (2012), quienes utilizando la metodología de datos panel no estacionario, para algunos países de Latinoamérica en el periodo 1980-2009, concluyeron que el incremento del consumo de energía en un 1%

genera a largo plazo un aumento del PBI de 0,40%. Estos resultados coinciden también con la investigación realizada por Tillaguango y Loaiza (2018), quienes analizaron un panel de datos de 94 países durante el periodo 2000-2016, donde, utilizando un modelo de Mínimos Cuadrados Generalizado, concluyeron que cuando el consumo energía renovable aumenta en una unidad, el crecimiento económico se incrementa en 0.22.

La magnitud de los efectos encontrados en los estudios internacionales que incluyen al Perú, se encuentra en la misma línea de investigaciones realizadas para países de la región, como la investigación de Galindo (2014) quien aplicando una metodología de causalidad trivariada para Chile en el periodo 1975 – 2011, concluye que ante un aumento de 1% en el consumo de electricidad, el crecimiento económico se incrementa en 4.32%. Se realizó el mismo análisis en la investigación de Huarachi, M (2016), quien en un estudio para Bolivia, en el periodo 1999-2014 empleó un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y muestra que un aumento en el consumo de energía en 1% provoca un incremento del PBI en 0.30%.

Del mismo modo, se identifican estudios similares para países más alejados de América Latina, tales como el de Kirikkaleli et al. (2018) quienes analizan la relación entre el consumo de electricidad y crecimiento económico para 35 países de la OCDE en el periodo 1993 - 2014, utilizando cointegración de datos panel concluye que un aumento de 1% del consumo de electricidad incrementa en 0.068% el crecimiento económico. Otro estudio similar fue realizado por Garcia y Ramirez (2018) quienes analizan también el vínculo entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico para 11 países de Europa Central en el periodo 1989 - 2014, estos autores concluyeron que el aumento en 1% del consumo de la energía eléctrica genera un incremento de 5.77% en el crecimiento económico.

A nivel de regiones en Perú, se realizaron investigaciones, como las de Peñafrol (2016), quien examina la asociación entre las variables Inversión Pública, consumo de electricidad y crecimiento económico de la Región Puno, en el periodo 2000-2012. Mediante un análisis correlacional concluye que la inversión y el consumo de electricidad tienen un efecto positivo sobre el crecimiento económico de la región. Mientras que Vásquez (2004) realiza una investigación sobre el vínculo que existe entre la infraestructura eléctrica y el crecimiento económico en el Perú, para el periodo 1940-2000. En este estudio se utilizó un modelo de tipo vector de corrección de errores (MVCE), con el cual se verificó la existencia de relaciones de largo plazo entre la expansión de la infraestructura eléctrica y el crecimiento económico

Existen estudios relacionados donde no se emplea de manera específica la variable consumo de electricidad sino precio o producción de electricidad, tales como Espinoza et al. (2010) quien estudia la relación entre el crecimiento y el precio de la electricidad en Chile para el periodo 1992 - 2007 y concluye que incrementos sostenidos en el precio de la energía, en torno al 100%, podrían mermar la tasa de crecimiento económico entre 2 a 4%. En esa misma línea, Murias et al. (2012) realiza un estudio para Uruguay y concluye que un incremento en los precios relativos de la energía en un 100% impacta negativamente en el PBI en 10%. Para el caso peruano, el estudio de Zárate y Tolentino (2014) analiza el impacto de un shock energético, causado por el incremento de precios, sobre las principales variables macroeconómicas para el periodo 2012 - 2013, para ello utilizan el modelo VAR y concluyen que, ante un shock energético, el PIB disminuye en 0.68%. Finalmente, el estudio de Pucachaqui (2019) quien mediante un modelo SVAR, analiza el efecto del incremento de la producción de energía renovable sobre el crecimiento económico en Ecuador para el periodo 1970 - 2016. Este autor

concluyó que un shock positivo de la producción de energía renovable impacta positivamente al crecimiento económico en 3%.

A continuación, se consolida en el siguiente cuadro el conjunto de investigaciones revisadas, así como las metodologías econométricas que se emplearon en cada uno de los casos y que sirven de antecedente en la presente investigación:

Tabla 1

Evidencia Empírica - Metodologías

| Autor | Título | Metodología |
|----------------------------|---|--|
| (1) Beaudreau, B. (1995) | The impact of electric power on productivity. A study of US manufacturing 1950 - 84 | Para determinar la relación entre el consumo de energía eléctrica en la productividad de industrias manufactureras utilizan la metodología Minimos Cuadrados Ordinarios (MCO). |
| (2) Apergis y Payne (2010) | Energy consumption and growth in south America: Evidence from a panel error correction model | Este autor emplea un modelo de cointegración de panel y corrección de error para inferir la relación causal entre las variables. |
| (3) Blumen et al (2010) | Crecimiento económico, precios de la energía e innovación tecnológica | Este autor emplea un modelo de cointegración y corrección de errores (MCE). |
| (4) Campo et al (2011) | Energy consumption and GDP relationship: evidence from panel cointegration of ten Latin America Countries between 1971 - 2007 | Utilizan la prueba de cointegración de Westerlud (2006) para datos panel. |
| (5) Barreto y Campo (2012) | Relación a largo plazo entre el consumo de energía y PBI en América Latina: Una evaluación empírica con datos panel | Utilizan la metodología de datos panel no estacionario y cointegrado. |

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| (6) Mendaro, S. (2012) | Precio de la energía y crecimiento económico 1990 - 2010 | Este autor primero desarrolla índices de precios de la energía y luego estudia la relación de esta con el PBI, siguiendo la metodología de Hamilton el cual consiste en formular una ecuación en términos no lineales. |
| (7) Campo y Sarmiento (2013) | The relationship between energy consumption and GDP: evidence from a panel of 10 latin american countries | La metodología que emplearon fue la prueba de cointegración de panel de Pedroni. |
| (8) Zárate & Tolentino (2014) | Impacto macroeconómico de un shock energético en el Perú | La metodología utilizada fue un modelo de ecuaciones simultáneas y Vectores autorregresivos VAR. |
| (9) Galindo, A. (2014) | La relación entre el consumo de electricidad y el crecimiento económico empleando un modelo trivariado para Chile | Este autor aplica la metodología de causalidad trivariada desarrollada por Odhiambo (2009). |
| (10) Huarachi, M. (2016) | Consumo de energía eléctrica y crecimiento económico: evidencia empírica para Bolivia 1999-2004 | Para su análisis, el autor usó la metodología MCO. |
| (11) Marroquin y Ríos (2016) | Crecimiento económico, precios y consumo de energía en México | Este autor utiliza la prueba de cointegración de Johansen - Juselius. |
| (12) Caraballo, M. (2017) | Energías renovables y desarrollo económico. Un análisis para España y las grandes económicas europeas. | Este autor utiliza la metodología de cointegración de largo plazo. |
| (13) Destek y Aslan (2017) | Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in emerging economies. Evidence from bootstrap panel causality | La metodología utilizada fue causalidad de panel bootstrap. |

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| (14) Tillaguango y Loaiza (2018) | Efecto causal de la energía sustentable y no sustentable en el crecimiento económico: nueva evidencia empírica global por grupos de países. | Estos autores utilizan la prueba de Hausman y el procedimiento de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG). |
| (15) Loayza, V. (2018) | Crecimiento económico y el uso de energía sustentable y no sustentable: un enfoque del caso ecuatoriano usando técnicas de cointegración | Para este estudio utilizan el modelo VAR. |
| (16) Salazar, H. (2018) | Impacto del consumo de energía y del valor agregado de las manufacturas en el crecimiento económico de los países que integran el TLCAN: un modelo de datos panel cointegrado con cambio estructural | Este autor utiliza la metodología de cointegración de datos panel que requiere pruebas de estacionariedad, cointegración y métodos de estimación de parámetros. |
| (17) Candemir, M. (2018) | Panel cointegration: Long - run relationship between internet, electricity consumption and economic growth . Evidence from OECD countries | Utiliza el modelo de cointegración de panel y mínimos cuadrados ordinarios. |
| (18) García y Ramirez (2018) | Conexión entre el consumo eléctrico, el uso energético y el crecimiento económico: evidencias a través de datos panel para Europa central y los Balcanes | Utilizan la metodología MCO. |
| (19) Pucachaqui, M. (2019) | Análisis del efecto sobre el crecimiento económico del incremento de la producción de energía renovable en el Ecuador para el periodo 1970 - 2016 | Este autor utiliza la metodología SVAR. |
| (20) Gomez, et al (2019) | Generación de electricidad, PBI, exportaciones e INPC. Un análisis de causalidad para México 1970 - 2015 | Para este estudio utilizan la prueba de cointegración de Johansen. |

Hasta este punto, se tiene evidencia del efecto positivo del consumo de electricidad en el crecimiento económico y de que este sería unidireccional para el Perú, es decir, iría desde el consumo de electricidad al crecimiento económico. No obstante, la mayoría de los estudios revisados, en los cuales se estima el efecto causal, tienen un enfoque de series de tiempo y se alejan del hecho de que la variable a modelar es el crecimiento económico y que los datos son de tipo panel. Tomando estas nuevas consideraciones se toman las recomendaciones de (Loayza et al., 2005), quien emplea un modelo de panel de datos para estudiar el crecimiento económico de los países de América Latina y El Caribe.

Es preciso mencionar que si bien Loayza et al. (2005) brinda un marco para estimar modelos de crecimiento económico para panel de datos de países, las variables que se incluyeron fueron analizadas a nivel de países, más no a nivel de regiones; por lo que resulta conveniente complementar sus alcances con los de Lehmann et al. (2020), quien realizó un análisis del crecimiento económico regional en Rusia, este autor considera como variables explicativas a la inversión, empleo, trabajadores con educación superior y migración. La ecuación que estima Lehmann es la siguiente:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(y_t) = & \beta \ln(y_{t-1}) + \beta_1 \ln(s_t) + \beta_2 \ln(HC_t) - \beta_3 \ln(n + g + \delta) + \beta_4 migr_t \\ & + regionFE + Timeeffects + \beta_5 W * \Delta \ln(y_t) \\ & + v_t) \end{aligned} \quad [1]$$

Marco:

Teórico

a. Teoría del Crecimiento Económico

La teoría del crecimiento económico es la rama más importante de la economía que estudia los determinantes del crecimiento económico a largo plazo y las políticas que deben

aplicarse para estimular el crecimiento. “No es difícil darse cuenta de que pequeñas diferencias en la tasa de crecimiento sostenidas durante largos períodos de tiempo generan enormes diferencias en los niveles de renta per cápita” (Benito, 2011, p. 2).

La historia del crecimiento económico va a la par con la evolución del pensamiento económico. Al respecto, los primeros Clásicos como Adam Smith, David Ricardo o Thomas Maltus abordaron el tema del crecimiento económico introduciendo los conceptos de acumulación de capital físico o humano y su relación con los rendimientos decrecientes, la relación entre progreso tecnológico y la especialización del trabajo y el enfoque competitivo (ventaja absoluta) entre países como instrumento de análisis de equilibrio dinámico.

Los clásicos del siglo XX como Ramsey, Schumpeter, Young o Knight contribuyeron de manera importante a conocer los determinantes del crecimiento económico y el progreso tecnológico.

El libro de Xavier Sala y Martin llamado “Apuntes sobre el crecimiento económico” está basado en los conceptos desarrollados por los economistas neoclásicos de la segunda mitad del siglo XX.

La revolución neoclásica de los años 1950 y 1960 con el trabajo de Solow (1956) sentó las bases metodológicas para la teoría del crecimiento. El análisis neoclásico se completó con el trabajo de Cass (1965) que introdujeron el enfoque Inter temporal desarrollado por Ramsey F.P (1928).

Los investigadores neoclásicos introdujeron la variable exógena de progreso tecnológico debido a que el supuesto neoclásico de rendimientos decrecientes de los factores productivos a largo plazo era insostenible debido a la acumulación de capital.

El trabajo de Romer (1985) y su posterior aporte de Lucas (1988) hicieron renacer la teoría de crecimiento debido a que, a diferencia de los modelos neoclásicos, estos tuvieron como objetivo principal construir modelos en los que la tasa de crecimiento a largo plazo fuera positiva sin necesidad de introducir variables de crecimiento exógeno. Estas nuevas teorías fueron bautizadas como teorías de crecimiento endógeno.

Un primer grupo de modelos (Romer, 1985; Lucas, 1988; Rebelo, 1990; R. Barro, 1989) consiguieron generar tasas positivas de crecimiento, basándose en excluir los rendimientos decrecientes a escala a través de externalidades o de introducir capital humano.

Un segundo grupo de estudio utilizó la competencia imperfecta para construir modelos en los que la inversión en investigación y desarrollo (I+D) de las empresas generaban progreso tecnológico de forma endógena. Algunos trabajos son como los de Aghion & Howitt (1990) y Grossman & Helpman (1991) .

A continuación, se explica, los principales supuestos de las teorías de crecimiento exógeno y endógeno.

b. Modelo de Crecimiento Exógeno

El propósito de este modelo era mostrar que la economía capitalista puede crecer a la tasa de crecimiento de su fuerza laboral y que este crecimiento es estable o converge a su equilibrio de largo plazo entre oferta y demanda agregada (Jimenez et al., 2012).

Supuestos

- ◆ Utiliza una función de producción neoclásica $Y = f(K, L) = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$
- ◆ Rendimientos constantes a escala
- ◆ La productividad marginal es positiva pero decreciente
- ◆ Se cumple las condiciones de *INADA*

- ◆ Libre acumulación de capital
- ◆ No existe gobierno
- ◆ Economía cerrada y de pleno empleo
- ◆ La tasa de depreciación del capital es constante
- ◆ La economía produce un solo bien

Modelo

$$Y_t = F(K, L) = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad [2]$$

$$Y_t = C_t + S_t \quad [3]$$

$$S_t = I_t = sY_t \quad [4]$$

$$\dot{K}_t = I_t - \delta K_t \quad [5]$$

Donde:

Y: Producto bruto interno

K: Capital

L: Trabajo

C: Consumo

S: Ahorro

\dot{K} : Acumulación de capital

I: Inversión

Las ecuaciones anteriores en términos per cápita

$$y_t = Y_t/L_t \quad [6]$$

$$\dot{K}_t/L_t = sY_t/L_t - \delta K_t/L_t = sy_t - \delta k_t \quad [7]$$

Si: $k_t = K_t/L_t$ y se aplica logaritmo y luego se deriva en función del tiempo se obtiene:

$$\dot{k}_t/k_t = \dot{K}_t/K_t - n \quad [8]$$

Se modifica la estructura de (8) a través de operaciones algebraicas:

$$\dot{K}_t/L_t = \dot{k}_t + nk_t \quad [9]$$

Reemplazando (7) en (9) se obtiene

$$\dot{k} = sy_t - (n + \delta)k_t \quad [10]$$

Dicha expresión es la Ecuación fundamental de crecimiento de Solow. Esto demuestra que el crecimiento económico está determinado por el crecimiento del capital per cápita, el cual es igual a la diferencia del ahorro per cápita menos la inversión de reposición necesaria para mantener el capital per cápita constante.

c. Modelo de Crecimiento Endógeno

Esta nueva teoría fue capaz de crear un modelo incorporando externalidades de capital, que explica por sí mismo el crecimiento económico. Dicho enfoque tiene otras series de premisas, puesto que se basan en la existencia de rendimientos constantes de capital o en la existencia de contextos de competencia imperfecta, además incorporan la endogeneidad del progreso técnico, la importancia de la acumulación de capital humano, el aprendizaje en el trabajo y la relevancia de la inversión en investigación y desarrollo. Esto le permite diseñar un escenario donde predicen:

- Si habrá crecimiento económico en el largo plazo
- No existe la convergencia económica entre los países

Modelo AK

Supuestos

- ◆ Utiliza una función de producción $Y = f(K) = A$
- ◆ Rendimientos constantes a escala
- ◆ Rendimientos positivos, pero no decrecientes de capital

- ◆ No cumple las condiciones de INADA
- ◆ No existe gobierno
- ◆ Economía cerrada y de pleno empleo
- ◆ La tasa de depreciación del capital es constante
- ◆ La economía produce un solo bien

Modelo

$$Y_t = F(K) = AK \quad [11]$$

$$Y_t = C_t + S_t \quad [12]$$

$$S_t = I_t = sY_t = sAk \quad [13]$$

$$\dot{K}_t = I_t - \delta K_t \quad [14]$$

Donde:

Y: Producto bruto interno

K: Capital

L: Trabajo

C: Consumo

S: Ahorro

\dot{K} : Acumulación de capital

I: Inversión

Siguiendo el procedimiento de la ecuación anterior, pero cambiando la función de producción, se

obtiene

$$\dot{k} = sAk_t - (n + \delta)k_t \quad [15]$$

Dicha expresión es la ecuación de crecimiento de Solow con tecnología AK. Dividiendo por k a ambos lados de la ecuación, obtenemos que la tasa de crecimiento del capital por persona es igual a:

$$\frac{\dot{k}}{k} = sA - (n + \delta) \quad [16]$$

En esta nueva expresión se observa que la tasa de crecimiento es constante y positiva, es decir, todas las variables en términos per cápita crecen a un mismo ritmo.

Luego, Lucas (1988) presenta un modelo donde lo novedoso es la incorporación del capital humano y por último el modelo de Barro (2001), donde incluye en su modelo el gasto público productivo.

Siguiendo el hilo de la literatura empírica sobre el crecimiento endógeno, un modelo más actual es el desarrollado por Loayza et al., (2005), quien presenta una propuesta para explicar y predecir el crecimiento económico de los países de América Latina y el Caribe de manera individual y grupal.

En base a la estructura de ecuación de regresión que tienen la mayoría de los estudios de crecimiento:

$$y_{i,t} - y_{i,t-1} = \alpha y_{i,t-1} + \beta' X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad [17]$$

Donde y es el logaritmo del producto per cápita, X un conjunto de variables postuladas como determinantes de crecimiento y ε es el residuo de la regresión. Los subíndices i y t se refieren al país y al periodo de tiempo respectivamente.

Norman Loayza propone estimar la siguiente especificación:

$$y_{i,t} - y_{i,t-1} = \alpha y_{i,t-1} + \alpha_c (y_{i,t-1} - y_{i,t-1}^T) + \beta' X_{i,t} + \mu_t + n_i + \varepsilon_{i,t} \quad [18]$$

Donde y^T representa el componente de tendencia del producto per cápita, $y_{i,t-1} - y_{i,t-1}^T$ es la brecha de producción al comienzo del período, μ_t es un efecto específico del periodo y n_i representa factores no observados específicos del país que impulsa el crecimiento y están potencialmente correlacionados con las variables explicativas.

Esta metodología desarrollada por el autor relaciona el crecimiento económico con el comportamiento de variables determinantes del crecimiento.

Según el autor, estas variables pueden agruparse en cinco categorías: convergencia transicional, reversión cíclica, políticas estructurales e institucionales, políticas de estabilización y condiciones externas.

A partir de lo descrito hasta este punto, queda claro que la teoría del crecimiento económico ha sido desarrollada ampliamente por diversos autores. Ante esto, la presente propuesta plantea una especificación entre consumo de electricidad y crecimiento económico, partiendo del modelo de Solow y Swan aumentado, donde el consumo de electricidad será tomado como una variable proxy del capital dentro del modelo. Para explicar su uso como variable proxy del capital recurrimos a otros estudios, generados por la discusión en torno a la relación energía-capital (Ducoing et al., 2019; Lee et al., 2008; Pablo-Romero et al., 2019).

Cabe precisar que el análisis que se realizará en la presente investigación será a nivel regional, por lo que resulta necesario desarrollar el modelo de Lehmann et al. (2020), quien basándose precisamente en el modelo de Solow y Swan aumentado (Solow, 1956) con capital humano (Mankiw et al., 1990) e incluyendo migración (Dolado et al., 1994) analiza el crecimiento económico de Rusia, a nivel regional.

Con el trabajo realizado por Lehmann et al. (2020) se tiene sustento empírico y teórico para analizar el crecimiento económico a nivel regional, por lo que se partirá de este modelo para

realizar la presente investigación.

El punto de partida del modelo Lehmann et al. (2020) es que la economía tiene una función de producción de tipo Cobb-Douglas con progreso tecnológico que aumenta la mano de obra:

$$Y = HC^\varphi * K^\alpha * (A * L)^{1-\alpha-\varphi} \quad [19]$$

Donde Y es ingreso; K es capital físico; HC es capital humano; L es mano de obra, incluyendo nativos más inmigrantes; A es el nivel de tecnología que crece exógenamente con una tasa g:

$$A_t = A_0 e^{gt} \quad [20]$$

L crece con la tasa (n + m):

$$L_t = L_0 e^{(n+m)t} \quad [21]$$

donde n es la tasa de crecimiento de la población nativa; m es la tasa neta de inmigración, $m = M/L$, M es el número neto de nuevos inmigrantes.

La dinámica del capital físico se describe como:

$$\dot{K} = s_k Y - \delta_k K \quad [22]$$

donde s_k es la fracción de la producción invertida, mientras que δ_k es la tasa de depreciación.

La dinámica del capital humano se caracteriza por la siguiente ecuación:

$$\dot{HC} = s_h Y - \delta_{hc} HC + m * \varepsilon * HC \quad [23]$$

donde s_h es la fracción de la producción invertida en capital humano; δ_{hc} es la tasa de depreciación del capital humano; ε es la razón de HC de inmigrantes frente a nativos. La inmigración aumenta la cantidad total de capital humano en la región si $\varepsilon > 0.4$.

En términos de unidades efectivas de trabajo (AL), la función de producción y las ecuaciones dinámicas del capital físico y humano se pueden escribir de la siguiente manera:

$$y = hc^\varphi * k^\alpha \quad [24]$$

$$\dot{k} = s_k y - (g + \delta_k + n + m)k \quad [25]$$

$$\dot{hc} = s_{hc} y - (g + \delta_{hc} + n + m * (1 - \varepsilon) * hc) \quad [26]$$

En el modelo, las ecuaciones [25] y [26] muestran que la migración tiene un impacto negativo en el crecimiento económico de la región, es decir, evidencian que la migración contribuye al crecimiento de la población en general, lo que, a su vez, impide la acumulación de capital tanto físico como humano. Como resultado, la migración de regiones pobres a ricas debería contribuir a la convergencia regional, que es la predicción estándar de la teoría neoclásica del crecimiento (Sala i Martín et al., 1995).

Sin embargo, la Ecuación [26] indica que cuando $\varepsilon > 1$, la migración comienza a disminuir el impacto negativo del crecimiento poblacional general sobre el capital humano en una región. Además, cuando $\varepsilon > 2$ y $|m| > |n|$, es decir, cuando la tasa de migración es mayor que la tasa de crecimiento de la población nativa, el impacto positivo de la migración en el capital humano contrarresta el impacto negativo del crecimiento de la población total. Como resultado, la migración tendrá una influencia positiva en el crecimiento económico (por mano de obra efectiva), lo que significa que la migración interregional puede impedir la convergencia regional.

Las ecuaciones [27] y [28] implican niveles de capital físico y humano en estado estacionario (cuando $\dot{k} = 0$ y $\dot{hc} = 0$) de la siguiente manera:

$$k^* = \left(\frac{s_k}{g + \delta_k + n + m} \right)^{\frac{1-\varphi}{1-\alpha-\varphi}} \left(\frac{s_{hc}}{g + \delta_k n + m(1-\varepsilon)} \right)^{\frac{\varphi}{1-\alpha-\varphi}} \quad [27]$$

$$hc^* = \left(\frac{s_k}{g + \delta_k + n + m} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\varphi}} \left(\frac{s_{hc}}{g + \delta_k n + m(1-\varepsilon)} \right)^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha-\varphi}} \quad [28]$$

Sustituyendo [27] y [28] en la función de producción [24] y tomando logaritmos, y asumiendo que $\delta_{hc} = \delta_k$, se obtiene una función de producción per cápita en estado estacionario:

$$\begin{aligned} \ln(y^*) &= \frac{\alpha}{1-\alpha-\varphi} \ln(s_k) + \frac{\varphi}{1-\alpha-\varphi} \ln(s_{hc}) - \frac{\alpha}{1-\alpha-\varphi} \ln(g + \delta + n + m) \\ &\quad - \frac{\varphi}{1-\alpha-\varphi} \ln(g + \delta + n + m - \varepsilon * m) \end{aligned} \quad [29]$$

El último término puede reescribirse como:

$$\begin{aligned} \frac{\varphi}{1-\alpha-\varphi} \ln(g + \delta + n + m - \varepsilon * m) &= \frac{\varphi}{1-\alpha-\varphi} \ln(g + \delta + n + m) * \left(1 - \frac{\varepsilon * m}{g + \delta + n + m}\right) \\ &= \frac{\varphi}{1-\alpha-\varphi} \ln(g + \delta + n + m) \\ &\quad + \frac{\varphi}{1-\alpha-\varphi} \left(1 - \frac{\varepsilon * m}{g + \delta + n + m}\right) \end{aligned} \quad [30]$$

Además, suponiendo que $\ln(1-x) \approx -x$, la producción per cápita en estado estacionario es:

$$\begin{aligned} \ln(y^*) &= \frac{\alpha}{1-\alpha-\varphi} \ln(s_k) + \frac{\varphi}{1-\alpha-\varphi} \ln(s_{hc}) - \frac{\alpha + \varphi}{1-\alpha-\varphi} \ln(g + \delta + n + m) - \frac{\varphi}{1-\alpha-\varphi} * \varepsilon \\ &\quad * \frac{m}{g + \delta + n + m} \end{aligned} \quad [31]$$

Finalmente, como señalan Mankiw et al. (1990), la Ecuación [31] puede reescribirse en términos del stock de capital humano:

$$\begin{aligned} \ln(y^*) &= \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_k) + \frac{\varphi}{1-\alpha} \ln(hc^*) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(g + \delta + n + m) - \frac{\alpha}{1-\alpha} * \varepsilon \\ &\quad * \frac{m}{g + \delta + n + m} \end{aligned} \quad [32]$$

En la práctica, la elección entre la Ecuación [31] y la Ecuación [32] debería depender de "si los datos disponibles sobre capital humano corresponden más estrechamente a la tasa de acumulación o al nivel de capital humano". (Mankiw et al., 1990).

El ritmo de convergencia de la producción a su nivel de estado estacionario viene dado por:

$$\ln(y_t) - \ln(y_{t-1}) = (1 - e^{-\lambda\tau})(\ln(y^*) - \ln(y_{t-1})) \quad [33]$$

donde τ es el período entre los momentos t y $t-1$, y λ es la tasa de convergencia.

Finalmente, la ecuación de crecimiento teórico que captura la dinámica hacia el estado estacionario se convierte en:

$$\begin{aligned}
& \ln(y_t) - \ln(y_{t-1}) \\
&= -(1 - e^{-\lambda\tau}) \ln(y_{t-1}) + (1 - e^{-\lambda\tau}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(s_{kt}) + (1 - e^{-\lambda\tau}) \frac{\varphi}{1 - \alpha} \ln(hc_t) \\
&\quad - (1 - e^{-\lambda\tau}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(g + \delta + n + m) + (1 - e^{-\lambda\tau}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \varepsilon * migr_t \\
&\quad + (1 - e^{-\lambda\tau}) \ln(A_0) \\
&\quad + v_t \tag{34}
\end{aligned}$$

Donde $migr = \frac{m}{g + \delta + n + m}$

El modelo teórico (Ecuación 34) puede reescribirse como una regresión de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
\Delta \ln(y_t) = & \beta \ln(y_{t-1}) + \beta_1 \ln(s_{kt}) + \beta_2 \ln(hc_t) - \beta_3 \ln(g + \delta + n + m) + \beta_4 migr_t + regionFE \\
& + TimeFE + v_t \tag{35}
\end{aligned}$$

Esta última ecuación, en comparación con el modelo teórico, incluye dos variables adicionales, *region FE* y *Time FE*, que reflejan efectos fijos regionales y temporales, respectivamente.

Islam (1995) menciona que es una práctica común incluir en las ecuaciones de crecimiento empírico efectos fijos de región (o país), lo que permite controlar la heterogeneidad no observada de las regiones. Más específicamente, el efecto fijo regional controla las diferencias interregionales no observadas en los niveles iniciales de desarrollo tecnológico ($\ln(A_0)$ en la Ecuación [16]), así como para otras diferencias, como la dotación de recursos y las condiciones geo-climáticas (Islam, 2003).

Finalmente, Lehmann et al. (2020) indica que el proceso de convergencia general puede verse afectado por la interdependencia espacial entre regiones. Omitir las interdependencias

espaciales entre regiones puede distorsionar los resultados de la estimación de la ecuación de crecimiento regional. Para ello, se basó en López-Bazo et al. (2004) e introdujo dos términos espaciales en la especificación de la Ecuación [16]: el rezago espacial de la variable dependiente y el rezago espacial del nivel inicial del Producto Regional Bruto (PRB) per cápita. Por lo tanto, la ecuación de crecimiento extendido toma la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(y_t) = & \beta \ln(y_{t-1}) + \beta_1 \ln(s_t) + \beta_2 \ln(HC_t) - \beta_3 \ln(n + g + \delta) + \beta_4 migr_t + regionFE \\ & + Timeeffects + \beta_5 W * \Delta \ln(y_t) \\ & + v_t \end{aligned} \quad [36]$$

donde $W \cdot \Delta \ln(yt)$ es un rezago espacial de $\Delta \ln(yt)$; W es una matriz de ponderación espacial, normalizada por filas $w_{ij} = 1/d_{ij}$, donde d es la distancia geográfica (arco) entre las regiones i y j . Se espera que la estimación de β_5 sea significativa y positiva, es decir, que las regiones en crecimiento tienden a ubicarse más cerca de otras regiones en crecimiento, ya sea debido a los efectos indirectos del crecimiento o porque las regiones en crecimiento tienen estructuras económicas similares predeterminadas. por condiciones geo-climáticas similares (Lehmann et al., 2020).

Tomando como base el modelo de Lehmann et al. (2020) se analizará el efecto del consumo de electricidad sobre el crecimiento económico de nivel regional. Para explicar su uso como variable proxy del capital recurrimos a otros estudios, generados por la discusión en torno a la relación energía-capital. “La energía es un input esencial para el funcionamiento del capital y del trabajo, los cuales convierten la energía en algo útil” (Ducoing et al., 2019, p.31). Por lo cual, el efecto de la energía (y electricidad) en el PBI se da a través del capital, algo que puede inferirse por intuición y ha sido probado en un estudio de los países de la OECD (Lee et al., 2008). Por lo tanto, el modelo quedaría de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(y_t) = & \beta \ln(y_{t-1}) + \beta_1 \ln(s_t) + \beta_2 \ln(HC_t) - \beta_3 \ln(n + g + \delta) + \beta_4 migr_t + \beta_5 (\ln(c_t) \\ & - \ln(c_{t-1})) + regionFE + Timeeffects + \beta_5 W * \Delta \ln(y_t) \\ & + v_t) \end{aligned} \quad [37]$$

Teoría del desarrollo económico Regional

La economía espacial o también conocido como economía regional, ha tenido un auge notable en los últimos años debido a la conciencia que están adquiriendo los países en vías de desarrollo sobre los problemas socioeconómicos que los afectan y la necesidad de encontrar solución a dichos problemas. Esto ha hecho que los tomadores de decisiones se preocupen en los factores que inciden en dichos problemas con la finalidad de posibilitar la transformación de la estructura espacial de las economías.

Según Salguero Cubies (2006), en su estudio de enfoques sobre teorías de desarrollo regional, el desarrollo económico regional es un aumento persistente del bienestar de la población de una región, expresado por indicadores tales como: ingreso per cápita, disponibilidad de servicios sociales, etc.

Según las diferentes teorías de desarrollo regional pueden agruparse en dos grandes categorías.

- En la primera categoría están aquellas teorías que consideran que los principales determinantes del desarrollo de una región son de naturaleza externa o exógena. En esta categoría predomina el enfoque interregional y la pregunta es ¿Bajo qué condiciones una región desarrollada induce el crecimiento económico de regiones menos desarrolladas, y a través de qué mecanismos? Las primeras teorías estudian las determinantes y los mecanismos de transmisión del desarrollo económico de una región a otros sistemas, y que el desarrollo de una región depende de aspectos exógenos a la región.

- Las teorías correspondientes al segundo grupo dan importancia a los factores económicos y sociales internos de una región sin interdependencia externas significativas.

Conceptual

- Rendimientos constantes de escala

Según Villalobos Valencia et al. (2021), la ley de los rendimientos de escala hace referencia al comportamiento de la producción ante una variación proporcional y simultánea de los factores de producción. “En conclusión, en una función con rendimientos constantes a escala, la suma de las elasticidades es unitaria y equivale, en el lenguaje de la distribución, a decir que el producto se agota o lo que es lo mismo, el ingreso que va al capital y el que remunera el trabajo son iguales a sus respectivas productividades marginales” (Sala-i-Martin, 2000, p.43).

Una de las funciones de producción homogénea más utilizadas en el análisis teórico empírico del crecimiento y la productividad es la función de Coob Douglas. Dicha función cumple con la propiedad de rendimientos constantes a escala.

- Acumulación de capital físico

La acumulación, concentración y centralización de capital es el medio para potenciar la capacidad de las empresas para obtener ganancias (Marx, 1968). Los capitalistas compran bienes de capital principalmente para: reponer el capital gastado, es decir la depreciación, y de esa manera mantener la capacidad productiva y segundo para aumentar el stock de capital y elevar la capacidad productiva.

- Migración

Según las Naciones Unidas (2019), migración es el desplazamiento de personas a través de una frontera internacional o dentro de un país fuera de su lugar habitual de residencia.

- Acumulación de capital Humano

Según De Gregorio (2012) el capital humano es todo stock de conocimientos productivos incorporados y adquiridos por el individuo.

El trabajo tiene implícita cierta calidad y capacidad para ser más productivo, y esto es el capital humano. “El conocimiento y las habilidades que adquiere la mano de obra hacen crecer el capital humano” (De Gregorio, 2012, p. 309).

- Crecimiento endógeno

Según De Gregorio (2012), “el modelo de crecimiento endógeno es el que intenta explicar la posibilidad de que el crecimiento se pueda sostener sin necesidad de suponer alguna fuerza externa” (p. 315). Luego del fracaso de los modelos neoclásicos, nació esta corriente de modelos de crecimiento endógeno, en los cuales el PBI per cápita puede crecer permanentemente sin necesidad que asumamos exógenamente crecimiento de la productividad (De Gregorio, 2012).

- Determinantes del crecimiento

Los determinantes del crecimiento hacen referencia a las variables que explican significativamente el comportamiento del PBI a largo plazo de un país o región.

Para el presente trabajo se tomará en cuenta la teoría de Loayza (2016), para la determinación de los indicadores de cada variable que forma parte de presente proyecto, basados en sus 5 determinantes del crecimiento: convergencia transicional, reversión cíclica, políticas estructurales e institucionales, políticas de estabilización y condiciones externas.

- Convergencia económica

Este término hace referencia a la convergencia de las tasas de crecimiento de renta per cápita de los países ricos y pobres. La teoría sostiene que los países pobres verán aumentar sus rentas a mayor velocidad que los países ricos.

Los autores, Sala i Martín et al. (1995) al explicar el modelo neoclásico de Solow-Swam llegan a decir que dichos modelos no predicen convergencia si los países o regiones difieren en sus parámetros, ello significaría que los países o regiones pobres seguirán siendo pobres, ya que su crecimiento sería menor que el de los más ricos. La única forma para que el modelo explique la convergencia, es que los países o regiones alcancen los mismos niveles o tasas de crecimiento.

- Interdependencia espacial

Está definida como la existencia de una relación funcional entre un punto dado en el espacio y lo que ocurre en cualquier otro, es una situación que suele reflejar la ausencia de independencia en observaciones de conjuntos de datos de tipo transversales (Anselin, 1998).

Hipótesis y Variables

Hipótesis

Después de haber analizado la evidencia empírica y el marco teórico presentado se plantea una hipótesis principal, la cual se presenta a continuación:

Hipótesis Principal

El incremento del consumo de electricidad tiene una incidencia positiva y significativa en el crecimiento económico regional.

Hipótesis Específicas

- La variable crecimiento poblacional es la más influyente en el crecimiento económico de las regiones del Perú, tomando en cuenta similares niveles de consumo de energía eléctrica.

- Las variables migración, capital humano y telefonía fija tienen una incidencia significativa en un modelo de crecimiento económico a nivel regional que tiene como principal variable explicativa al consumo de electricidad.
- La ubicación geográfica entre regiones es importante para el efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional.

Variables

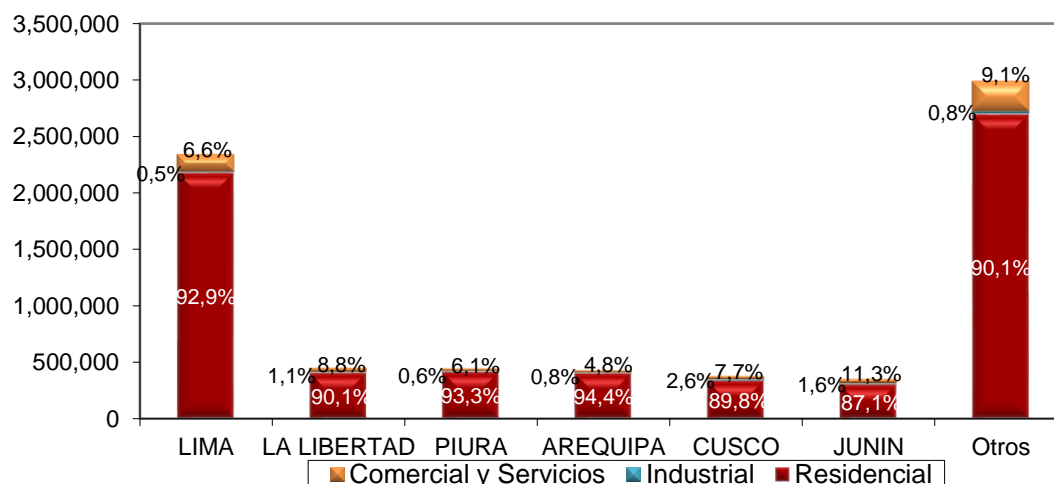
a. Consumo de energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica es la cantidad de energía utilizada, el cual hace referencia al conjunto de energía eléctrica empleada para distintos usos, como el uso industrial y doméstico. La variable está determinada por regiones, y medida en tasa de crecimiento anual.

“El suministro de electricidad constituye un servicio público clave para operar procesos industriales” (Osinermin, 2016, p. 19). Brinda una fuente de energía que impulsa la actividad económica, posibilita el comercio internacional, mantiene el buen funcionamiento de los mercados y genera bienestar al permitir que los ciudadanos tengan altos estándares de calidad de vida.

Figura 3

Clientes del servicio de electricidad por sectores económicos



Fuente:

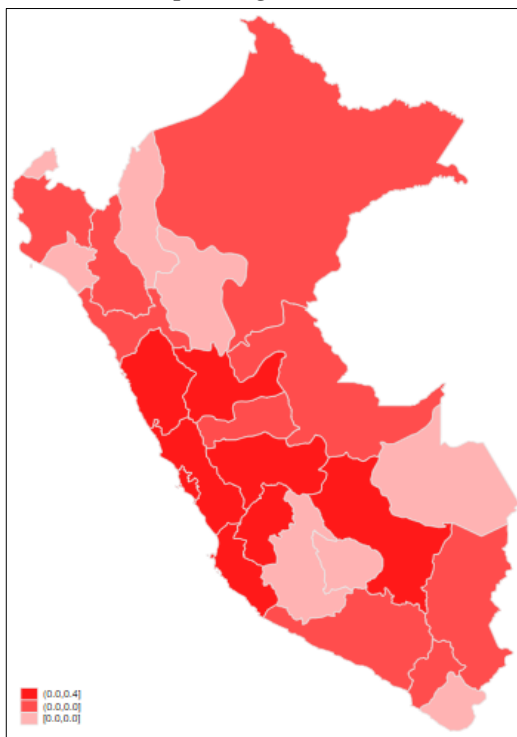
Anuario Estadístico de Electricidad 2018 - Minem

Elaboración: Propia

La electricidad se emplea, sobre todo, como insumo en los procesos productivos de casi todas las actividades económicas del país, así como en la iluminación de las viviendas. En términos agregados, este sector representa 1.87% del Producto Bruto Interno (PBI). Además, según la Figura 3, el sector que tiene más consumidores de electricidad, es el Residencia, con un nivel que alcanza el 93% para el departamento de Lima, mientras que el uso comercial y servicios, e industrial es menor. Esta situación es muy parecida para el resto de los departamentos.

Figura 4

Producción de energía eléctrica (GW.H) por regiones - 2018



Fuente: Ministerio de energía y minas

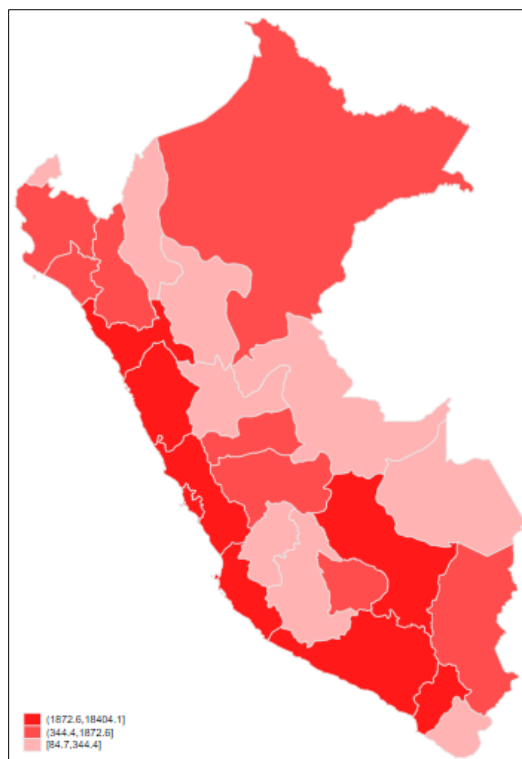
Elaboración: Propia

Nota: El color más claro indica que la producción de energía eléctrica de dicho departamento va del 0% al 0.29% respecto a la producción total; el color intermedio indica que dicho porcentaje va del 0.72% al 2.38% y el color más intenso indica que dicho porcentaje va del 2.93% al 40%.

La Figura 4, muestra que los departamentos donde se han producido los mayores volúmenes de energía en el año 2018 fueron: Lima con el 37.8%, Huancavelica con el 18.7%, Callao con el 6.2%, Junín con el 5.9%, Huánuco con el 4.8%, Ancash con el 4.1%; Cusco con el 3.87% e Ica con 2.93%; departamentos que en su conjunto representan el 84.33% de la producción Nacional. La producción Nacional de energía proviene de 4 fuentes principales: Hidráulica, térmica, solar y eólica. A nivel nacional el 56% de esta producción es de fuente hidráulica, el 40% térmica, el 1% de origen solar y el 3% de origen eólica. Cabe mencionar que en cada región no siempre se consume la cantidad de energía que se produce.

Figura 5

Consumo de energía eléctrica (GW.H) por regiones – 2018



Fuente: Ministerio de energía y minas

Elaboración: Propia

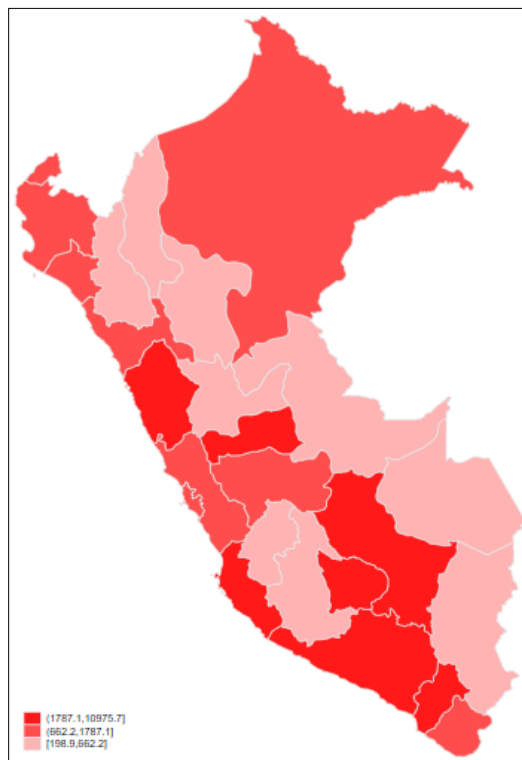
Nota: El color más claro indica que el consumo de energía eléctrica a nivel agregado de dichos departamentos va de 84.7 GW.H a 344.4 GWH; el color intermedio indica que dicho consumo va de 344.4 GW.H a 1,872.6 GW.H y el color más intenso indica que dicho consumo va de 1872.3 GW.H a 18,404.1 GW.H.

Tal como se muestra en la Figura 5, a nivel de regiones, el consumo de electricidad en 2018, en Lima, fue 18,404 GWh, representando 38% del total. Asimismo, Arequipa representó 11.3% (5,471.22 GWh), Ica 5.8% (2807 GWh), Cusco 4.96% (2,398.44 GWh) y Ancash 4.36% (2,109.93 GWh). La participación de estas regiones en el consumo total responde, en parte, a la existencia de importantes operaciones mineras, así como de gran actividad industrial.

Por otro lado, las regiones sombreadas de color más claro son las que muestran menor cantidad de consumo de electricidad, tales como Amazonas (84.71 GWh), Madre de Dios (94.20 GWh), Huancavelica (144.10 GWh), Ayacucho (151.91 GWh), entre otros.

Figura 6

Consumo de energía eléctrica per cápita (GW.H) por regiones – 2018



Fuente: Ministerio de energía y minas

Elaboración: Propia

Nota: El color más claro indica que el consumo de energía eléctrica per cápita de dichos departamentos va de 198.9 GW.H a 662.2 GWh; el color intermedio indica que dicho consumo va de 662.2 GW.H a 1,787.1 GW.H y el color más intenso indica que dicho consumo va de 1787.1 GW.H a 10,975.7 GW.H.

A nivel per cápita, en la Figura 6, los departamentos con mayor consumo de electricidad son Moquegua (10975.66 GWh), Arequipa (4114.31 GWh), Pasco (3973.53 GWh), Ica (3464.99 GWh) y Apurímac (2808.85 GWh). El mayor consumo per cápita de electricidad en dichas regiones es explicado principalmente por la mayor demanda de energía por parte de las actividades mineras.

b. Crecimiento del PBI en el Perú

El crecimiento económico es la variación del valor de bienes y servicios finales producidos por una economía en un determinado periodo. Para este trabajo, la variable crecimiento económico se medirá con la variación del Producto Bruto Interno por departamento.

El Producto Bruto Interno de la economía peruana al 2019 creció a una tasa promedio anual de 3,8%, presentando periodos de expansión y de recesión. Durante ese tiempo, además se ha pasado por situaciones donde el Estado llegaba a tener un papel preponderante en la economía, así como también, en otros momentos, la actividad privada llegaba a alcanzar una mayor participación.

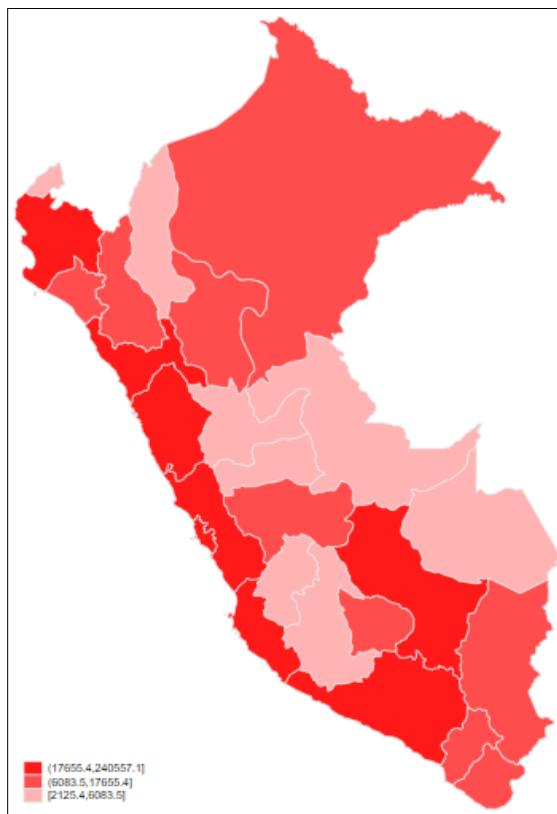
La mayoría de las recesiones registradas en la economía peruana, han sido precedidas por crisis internacionales, puesto que el Perú es un país altamente dependiente de los sucesos económicos y sociales del ámbito internacional, como son los casos de las recesiones de 1958, 1976 a 1978, 1982, 1983 1998 y 1999, y el estancamiento en el año 2009. En todas estas recesiones, los factores externos derivados de las crisis internacionales afectaron la actividad económica o se agravaron por el impacto del Fenómeno del Niño registrado en varios años.

Durante 1950-2019, hubo años en los cuales la tasa de crecimiento promedio fue mayor al 5,0%, como las décadas de 1951 a 1960, de 1961 a 1970, y el decenio 2001 a 2010. Pero también otros en los cuales la tasa de crecimiento fue menos dinámica como en los decenios 1971 a 1980 y 1991 a 2000, solo en el decenio 1981 a 1990 se registró una tasa de crecimiento negativa. A partir del año 2007, la economía peruana evoluciona sobre este nuevo “piso económico”, registrándose en el año 2019 el valor más alto del PBI por habitante en todo el periodo, 16 mil 998 soles a precios constantes.

En la siguiente figura se presenta el PBI real por departamentos.

Figura 7

PBI real por departamentos - 2019



Fuente: BCRP

Elaboración: Propia

Nota: El color más claro indica que el PBI real de dichos departamentos va de 2,125.4 a 6,083.5; el color intermedio indica que dicho indicador va de 6,083.5 a 17,655.4 y el color más intenso indica que dicho indicador va de 17,655.4 a 240,557.1.

A nivel departamental, para el año 2019, los departamentos con mayor PBI real fueron Lima (240,557.06) seguido por Arequipa (31,408.98), La Libertad (21,629.943) y Cuzco (22,002.49).

Por otro lado, tenemos los departamentos con menor PBI real, estos son: Amazonas (3,169.63), Tumbes (2,865.339) y Madre de Dios (2,125.38).

c. Población y migración en el Perú

La población es una de las variables incluidas en los modelos de crecimiento económico, sobre todo en los trabajados a partir del modelo de Solow y Swan. Mientras que la migración es una variable utilizada por Lehmann et al. (2020), quien, partiendo del modelo de Solow ampliado, incluye en su estudio la migración neta entre regiones, considerándola como una variable significativa para el modelo.

La estructura de la población peruana se mantiene en constante crecimiento, ya que según los resultados del XII Censo Nacional de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas del 2017, la población en el Perú es 31 millones 237 mil 385 habitantes, adoptando un carácter dinámico, producto de su proceso vital interno o de factores sociales, políticos y sanitarios, de ahí que se hace necesario describir los aspectos estructurales de la población peruana según población económicamente activa o en edad de trabajar.

Por otra parte, según estimaciones intra censales, realizadas según metodologías de estimación demográfica, la población peruana creció a una tasa promedio anual de 2.0%, sin embargo, entre el 1993 y el 2007, la población peruana tiende al decrecimiento. En este sentido, se presentan los datos de los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INEI).

Tabla 3

Población total y tasa de crecimiento promedio anual, 1993 - 2017

| Año | Total | Variación intercensal | Incremento anual | Tasa de crecimiento promedio anual (%) |
|------------|--------------|------------------------------|-------------------------|---|
| 1993 | 22,639,443 | 4,877,212 | 406,434 | 2,0 |

| | | | | |
|------|------------|-----------|---------|-----|
| 2007 | 28,220,764 | 5,581,321 | 398,666 | 1,6 |
| 2017 | 31,237,385 | 3,016,621 | 301,662 | 1,0 |

Fuente: INEI

Elaboración: Propia

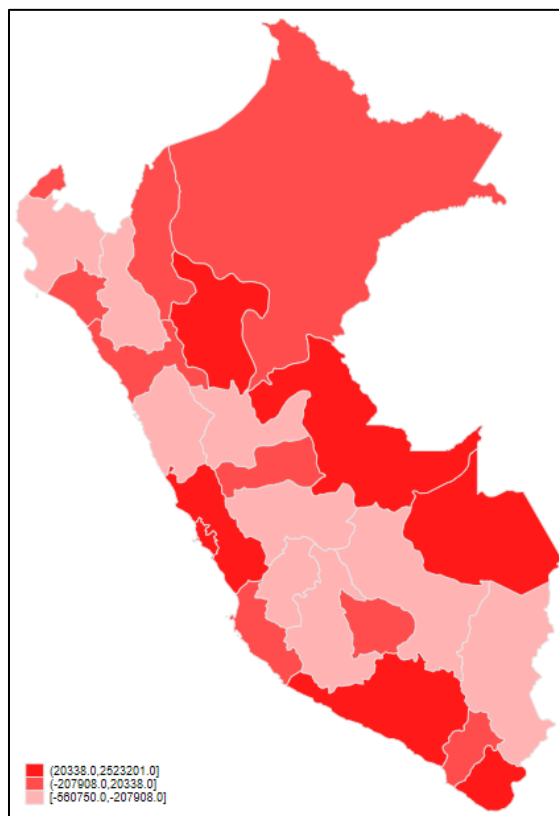
A nivel nacional, el crecimiento de la población ha ido aumentando, pero por regiones, la realidad es diferente y no estaría asociado directamente a una alta tasa de natalidad. En promedio, la tasa de natalidad fue de 23 por cada 1 000 habitantes, cuya tendencia a la baja se mantendría según el INEI (2017). Es por ello, el crecimiento poblacional entre regiones se explicaría por una mayor migración. El número de migrantes aumentó en 620 mil personas a nivel nacional, al pasar de 5 millones 341 mil en el 2007 a 5 millones 961 mil personas en el año 2017, representando el 19,6% y 20,4% de la población respectivamente (INEI, 2020).

Para el 2017, considerando el origen (emigrantes) destacan como departamentos de donde más salió la población: Huancavelica (45,7%), Apurímac (37,7%), Pasco (37,6%), Ayacucho (34,6%), Cajamarca (33,5%) y Amazonas (31,1%) (INEI, 2020). Por el contrario, Lima (6,8%), Tacna (13,5%) La Libertad (14,4%), Madre de Dios (15,1%), Ucayali (16,2%) y Loreto (21,2%), y apareció el departamento de Arequipa (14,8%) fueron los departamentos que tiene los porcentajes más bajos de población que haya salido hacía otras regiones (INEI, 2020).

Por otro lado, para el año 2017, tomando en cuenta el departamento de destino (inmigración), los que tienen un mayor porcentaje de población recibida son la Provincia del Callao (42,9%), Madre de Dios (40,6%), Tacna (36,2%), Moquegua (32,6%), Lima (31,9%) (INEI, 2020). Cabe mencionar que, en absolutos, el departamento de Lima es el departamento con mayor número de población proveniente de otras regiones, con 2 millones 986 mil personas en 2017 (INEI, 2020).

Figura 8

Población Migrante según departamento - 2017



Fuente: INEI

Elaboración: Propia

Nota: El color más claro indica que el departamento tuvo una salida de su población de entre 560,750 a 207,908 personas, el color intermedio indica que la población del departamento osciló entre una salida de 207,908 a un ingreso de 20,338 personas y el color más intenso indica el departamento tuvo un ingreso de población de entre 20,338 personas a 2,523,201 personas.

En la Figura 8, se muestra los datos de la migración neta, siendo esto la diferencia entre la inmigración y la emigración entre regiones. Tal como se puede apreciar, en los departamentos donde predomina el color rojo, hubo una mayor llegada de población, como en el caso de Lima, que cuenta con un ingreso de 2,523,201 de personas, siendo este el departamento con la mayor

migración neta en todo el país. Por otro lado, en el otro externo, se muestra a los departamentos de donde salieron más personas de las que entraron, representadas por el color rojo tenue. En este caso, el departamento con mayor salida de población es Cajamarca, con una población asciende a 560,750 que decidieron mudarse hacia otras regiones. Esta salida de personas está representada por una cifra negativa, tal como se muestra en la leyenda, es decir, los datos son positivos cuando entra más población de la que sale de un departamento, y son negativos cuando salen más personas de la que ingresan.

La población que se utilizará como variable para esta investigación será la encontrada en el Censo Nacional de Población y vivienda del 2017 y por regiones. Para el caso de la migración, se determina con la diferencia entre la inmigración y la emigración, es decir, la diferencia entre las personas que entran a un departamento y las que salen del mismo departamento.

d. Población en Edad de Trabajar y Económicamente Activa

En el modelo de Solow, el trabajo es una de las variables más importante, teniendo en cuenta que su productividad influye en el crecimiento económico. Para poder medir el trabajo, se utilizará la variable Población económicamente activa, ya que ellos representan la fuerza laboral en el país.

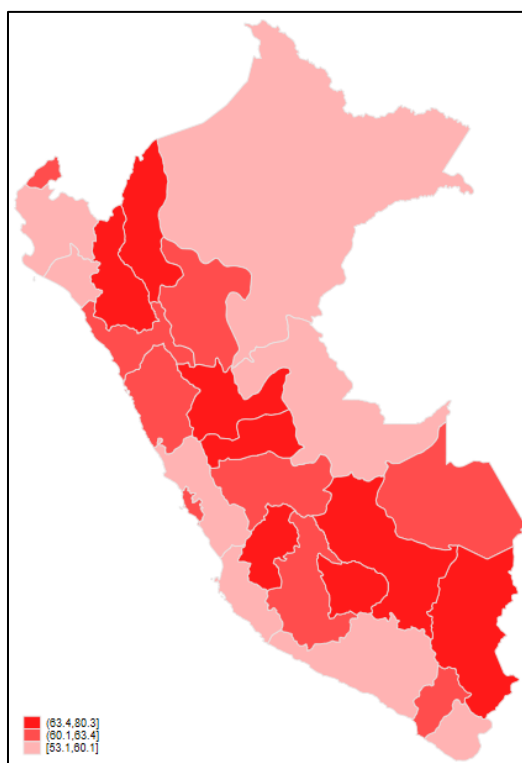
La Población en Edad de Trabajar o Población en Edad Activa está constituida por las personas aptas para ejercer funciones productivas. En el Perú, se estableció en 14 años la edad mínima para definir la Población en Edad de Trabajar. La PET se subdivide en Población Económicamente Activa (PEA) conocida también como la Fuerza de Trabajo y Población Económicamente Inactiva (PEI) o No PEA. Para el año 2017, según resultados de la Encuesta Nacional de Hogares, la Población en Edad de Trabajar alcanzó las 22 millones 128 mil 833

personas, de las cuales, el 48.65% son mujeres y el 51.35% son hombres. Además, es preciso mencionar que la mayor parte de la población se encuentra en el bloque de 14 a 29 años.

Al año 2017, la Población Económicamente Activa a nivel nacional alcanzó las 13 millones 038 mil 325 personas y registra una tasa de crecimiento promedio anual de 1,5% entre el 2007 y 2017. Además, en este caso, la PEA en todos los grupos de edades muestra que los hombres representan una mayor cantidad que las mujeres.

Figura 9

Población económicamente activa, según departamento - 2017



Fuente: INEI

Elaboración: Propia

Nota: El color más claro indica que el departamento tiene una PEA entre 53.1% a 60.1% del total de su población, el color intermedio indica que el departamento tiene PEA entre 60.1% a 63.4%

del total de su población y el color rojo más intenso indica el departamento tiene PEA entre 63.1% a 80.3% del total de su población.

En la Figura 9, se muestra el porcentaje de PEA por departamento, donde las regiones de color rojo fuerte son las que cuentan con una mayor cantidad de esta población; como en el caso de Huancavelica, que cuenta con un 80.35% del total de personas que forman parte de la PEA, seguido por Puno, donde su PEA abarca el 70.77% del total de su población. Los departamentos en los que hay menos PEA son Arequipa e Ica, con una PEA de 53.07% y 53.12% del total, respectivamente.

e. Formación Bruta de Capital Fijo en bienes de Capital y Construcción

Conocer el funcionamiento real de la economía en cada sociedad es muy importante para tomar decisiones sobre el desarrollo económico y social.

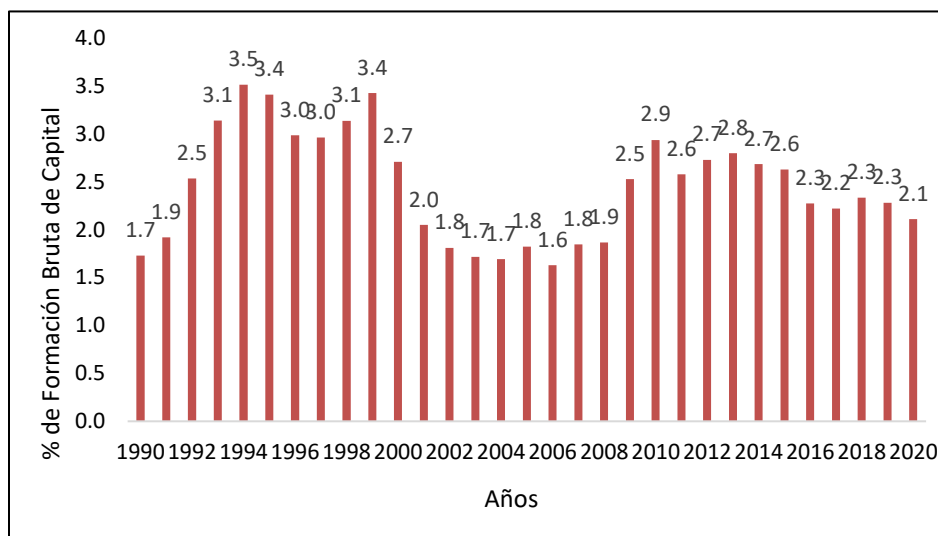
Es por ello, que un factor importante que afecta el crecimiento futuro de la economía es la parte del producto final que se adiciona al stock de bienes de capital existentes, además es considerada como uno de los componentes principales de la inversión ya que forma parte de la acumulación de capital, el cual se transforma en productividad de trabajo y en técnicas de producción y por ende influye en el crecimiento económico. La formación bruta de capital fijo incluye las adquisiciones de planta, maquinaria y equipo, la construcción de carreteras, mejoramientos de terrenos y obras afines, incluidas las escuelas, hospitales, viviendas residenciales privadas, y los edificios comerciales e industriales, y las adquisiciones netas que constituyen formación de capital.

La Formación Bruta de Capital para el 2019 fue de 2.3% del PBI, mientras que para el 2020 el porcentaje cayó a 2.1%., representando 17,570 millones de soles y 15,031 millones de soles respectivamente. Cabe mencionar además que los bienes de capital han aumentado

fuertemente, teniendo en cuenta que en el año entre los años 2000 y 2008, la formación bruta de capital total representaba un porcentaje menor al 2%.

Figura 10

Formación bruta de capital del Gobierno Central (%PBI)



Fuente: Series Económicas - BCRP

Elaboración: Propia

f. Nivel de Escolaridad en el Perú

En el modelo de Solow ampliado, se incluye la variable capital humano, la cual será considerada en el presente estudio. Para ello, se utilizará la variable nivel de escolaridad en el Perú, específicamente del nivel secundaria, tal como lo sugiere Norman Loayza, en su análisis del crecimiento económico (Loayza et al., 2005).

El capital humano es una medida del valor económico de las habilidades profesionales de una persona, haciendo referencia mayormente a la educación, la experiencia y las habilidades que un empleado suele tener. Este capital se caracteriza por ir reduciéndose con el paso del tiempo, y puede aumentar solo a través de inversión.

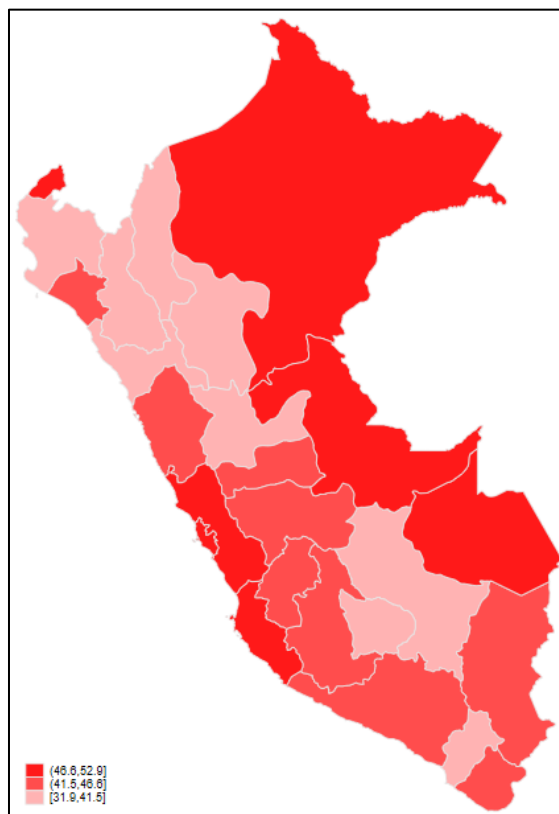
Los resultados del Censo del 2017 muestran que en el Perú hay 21 millones 627 mil 833 personas de 15 años a más. De este total, las personas que cuentan con algún grado de educación secundaria son 8 millones 926 mil 121 (41.3%), siendo 4 millones 762 mil 708 (45.3%) hombres y 4 millones 163 mil 413 (37.5%) mujeres.

Se registró, además, que 268 mil 974 (2,6%) hombres y 815 mil 551 (7,3%) mujeres de 15 y más años que no tienen nivel alguno de educación.

Para el 2018, los datos mostraron que el porcentaje con mayor población que había alcanzado el nivel secundario era la Provincia Constitucional del Callao, con el 52,9% de su población, seguido por los departamentos de Tumbes y Ucayali, con el 49,2% de su población con este nivel de estudios. Mientras que en los departamentos con la menor población con nivel educativo secundario son Cajamarca y Huánuco, con el 31,9% y 36,6% de su población respectivamente. Los datos de todo el país se presentan en la siguiente Figura, donde se muestra, por colores, la predominancia de población con secundaria en cada departamento.

Figura 11

Población con nivel secundaria por regiones - 2018



Fuente: INEI

Elaboración: Propia

Nota: El color más claro indica que la población que cuenta con al menos educación secundaria en dicho departamento va del 31.9% al 41.5% del total, el color intermedio indica que dicho indicador está entre 41.5% y 46.6% del total y el color rojo más intenso indica que dicho indicador está entre 46.6.1% y 52.9% del total.

Operacionalización de variables

A continuación, se presentan las variables y sus indicadores:

Tabla 4*Operacionalización de variables*

| Variable | Definición operacional | | | |
|--|--|--------------|---------------------|---------------------------|
| | | Atributo | Unidad de medida | Naturaleza de la variable |
| Crecimiento económico per cápita regional. * L_t : Empleo | $\Delta PBI_t/L_t$ $= \ln(PBI_t/L_t)$ $- \ln(PBI_{t-1}/L_{t-1})$ | Cuantitativo | Tasa de crecimiento | Dependiente |
| Crecimiento del consumo de electricidad regional. | ΔC_t $= \ln(C_t) - \ln(C_{t-1})$ | Cuantitativo | Tasa de crecimiento | Independiente |
| Migración neta regional | $\ln(mi-gra_t)$ | Cuantitativo | Porcentaje | Independiente |
| PBI per cápita rezagado un periodo | $\ln(Y_{t-1}/L_{t-1})$ | Cuantitativo | Porcentaje | Independiente |
| Capital Humano regional | $\ln(HC_t)$ | Cuantitativo | Porcentaje | Independiente |
| Capital físico regional | $\ln(K_t)$ | Cuantitativo | Porcentaje | Independiente |

| | | | | |
|--|--|--------------|---------------------|---------------|
| Crecimiento Poblacional | $\Delta n_t = \ln(n_t) - \ln(n_{t-1})$ | Cuantitativo | Tasa de crecimiento | Independiente |
| Servicio de Telefonía fija por 100 habitantes regional | $\ln(tf_t)$ | Cuantitativo | Porcentaje | Independiente |

Elaboración Propia

Metodología de la Investigación

Tipo y diseño de la investigación

En el presente trabajo de tesis se identifican dos tipos de investigación, donde en un principio, se realizará un análisis descriptivo de la información que se ha podido recopilar. Según Bunge (1997), el principal objetivo de este tipo de investigación es poder conocer las situaciones predominantes a través de un análisis de los objetos, procesos y las relaciones que existen entre dos o más variables.

Luego se procede a la investigación explicativa, según Sellriz (1980), la cual ayuda a poder establecer el porqué del comportamiento de las variables en estudio, así como el establecimiento de relaciones “causa – efecto”. Esto ayudara a poder determinar las causas (investigación post-facto), y los efectos (investigación experimental), que podrían presentarse, a través de la comprobación de las hipótesis expuestas anteriormente.

El diseño que se escogió para esta investigación es el “no experimental” y está acorde con el contenido metodológico de las ciencias sociales. Además, luego del análisis de las variables se llegó a la conclusión de que se utilizará un “método longitudinal de tendencia” el cual analiza los cambios a través de distintos periodos de tiempo de las variables al igual que las correlaciones que existen entre las mismas.

El modelo del cual vamos a partir para la presente investigación es el desarrollado por

Mankiw, Romer y Weil (1992), quienes construyeron el “modelo de Solow-Swan ampliado”. El modelo incluye tres factores de producción: capital, trabajo en el sentido convencional y capital humano.

El análisis que se realizará será a nivel regional, por lo que se desarrollará el modelo de Lehmann (2020), quien basándose precisamente en el modelo de Solow y Swan aumentando (Solow, 1956) con capital humano (Mankiw, Romer & Weil, 1992) e incluyendo migración (Dolado, Goría & Ichino, 1994), analiza el crecimiento económico de Rusia, a nivel regional. La economía tiene una función de producción Cobb-Douglas con progreso tecnológico que aumenta la mano de obra:

$$Y = HC^\varphi * K^\alpha * (A * L)^{1-\alpha-\varphi} \quad [38]$$

donde Y es ingreso; K es capital físico; HC es capital humano; L es mano de obra, incluyendo nativos más inmigrantes; A es el nivel de tecnología que crece exógenamente con una tasa g:

$$A_t = A_0 e^{gt} \quad [39]$$

L crece con la tasa (n + m):

$$L_t = L_0 e^{(n+m)t} \quad [40]$$

donde n es la tasa de crecimiento de la población nativa; m es la tasa neta de inmigración, $m = M/L$, M es el número neto de nuevos inmigrantes.

La dinámica del capital físico se describe como:

$$\dot{K} = s_k Y - \delta_k K \quad [41]$$

donde s_k es la fracción de la producción invertida, mientras que δ_k es la tasa de depreciación.

La dinámica del capital humano se caracteriza por la siguiente ecuación:

$$\dot{HC} = s_h Y - \delta_{hc} HC + m * \varepsilon * HC \quad [42]$$

donde s_h es la fracción de la producción invertida en capital humano; δ_{hc} es la tasa de depreciación del capital humano; ε es la razón de HC de inmigrantes frente a nativos. La

inmigración aumenta la cantidad total de capital humano en la región si $\varepsilon > 0.4$.

Tomando como base el modelo de Lehmann et al. (2020) se analizará el efecto del consumo de electricidad sobre el crecimiento económico de nivel regional. Para explicar su uso como variable proxy del capital recurrimos a otros estudios, generados por la discusión en torno a la relación energía-capital. “La energía es un input esencial para el funcionamiento del capital y del trabajo, los cuales convierten la energía en algo útil” (Ducoing et al., 2019, p. 31). Por lo cual, el efecto de la energía (y electricidad) en el PBI se da a través del capital, algo que puede inferirse por intuición y ha sido probado en un estudio de los países de la OECD (Lee et al., 2008). Por lo tanto, el modelo quedaría de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(y_t) = & \beta \ln(y_{t-1}) + \beta_1 \ln(s_t) + \beta_2 \ln(HC_t) - \beta_3 \ln(n + g + \delta) + \beta_4 migr_t + \beta_5 (\ln(C_t) \\ & - \ln(C_{t-1})) + regionFE + Timeeffects + \beta_6 W * \Delta \ln(y_t) \\ & + v_t \end{aligned} \quad [43]$$

A partir de lo descrito hasta este punto, la propuesta es plantear una especificación entre consumo de electricidad y crecimiento económico que capture la “heterogeneidad no observable”. Ello, en función de un modelo de panel de datos que explique la diferencia en el crecimiento económico de los distintos departamentos del Perú. Esta elección del modelo es la adecuada, pues tal como se explicó de manera previa una variable relevante que permite controlar por las diferencias en el crecimiento se vincula con las estrategias diferenciadas para combinar los factores de producción (heterogeneidad no observable).

Al respecto, un panel de datos hace referencia a la agrupación de observaciones de las características de una entidad, un individuo, empresa o país, para varios periodos de tiempo (Baltagi, 2008). Son muchas las ventajas asociadas al empleo de modelos de panel de datos,

como capturar información de la varianza no solo de los individuos sino también del tiempo; pero la más importante es la de estimar la “heterogeneidad no observable”, es decir, el poder explicar, las diferencias en el crecimiento de las regiones por medio de este factor. En general, se justifica la aplicación de un panel de datos sobre otras metodologías por las siguientes tres razones: i) es posible controlar la heterogeneidad individual, lo cual es relevante para el estudio de regiones con trayectorias históricas y contextos diferentes, omitir esa información llevaría a resultados sesgados; ii) un panel de datos permite identificar y medir efectos que no son detectables en modelos exclusivamente de series de tiempo (Hsiao, 2003); iii) dado que se cuenta con datos de individuos a través del tiempo se obtiene mayor cantidad de observaciones que con un modelo solo de corte transversal y una serie de tiempo.

Población y muestra

Población

La población del presente proyecto está determinada por las regiones o departamentos del Perú. Las variables fueron adquiridas de las instituciones formales del estado, como el BCRP, INEI y MINEM. El espacio temporal que abarca esta investigación será desde el año 2005 hasta 2017.

Muestra

La muestra empleada es el total de población en un panel de datos nacional, distribuido por regiones, con periodicidad anual sumando un total de 13 años. Cabe resaltar que a un mayor número de observaciones existe la probabilidad de asumir un mayor nivel de confiabilidad en nuestras estimaciones. Al ser un panel de datos la cantidad de información 13 x 25.

Técnicas e instrumentos para la recolección de la información documental

En la primera parte de esta investigación se utilizó como técnica de recolección de información el análisis de documentos, principalmente el de las instituciones formales, que permitieron obtener una serie de datos homogéneos y confiables.

Este análisis documentario se puede dividir en cuatro partes:

- a. Búsqueda de datos en diversos documentos de trabajo que se encuentren a libre disponibilidad.
- b. Seleccionar los documentos más relevantes para lograr los objetivos de esta investigación.
- c. Realizar el análisis de forma cruzada y comparativa, generando una nueva síntesis que contribuirá en la solución del problema de investigación.
- d. Lectura exhaustiva de documentos seleccionados para el propósito de la presente investigación.

Análisis y procesamiento de datos

Para la elaboración de este trabajo de investigación se consideraron los siguientes pasos, los cuales llevaron a lograr el objetivo principal de esta investigación:

- a. Análisis estadístico y econométrico, el cual se basa en la interpretación gráfica-teórica y especificación que se emplean, para esto el software al utilizar será el STATA 15.0, ya que permite hacer un análisis detallado de las variables.
- b. Construcción de las variables

- c. Con el objeto de probar si los datos espaciales, debido a la integración de las regiones, influyen en el PBI, se construye una Matriz de Pesos Espaciales (Weight) en base a la información de las georreferencias.
- d. Aplicación del Test de Pesaran, para determinar la dependencia entre regiones-- La solución que se plantea es incluir en la regresión la matriz de pesos espaciales construida con anterioridad.
- e. Dado que el modelo es un Panel de Datos, resulta conveniente evaluar si el modelo tiene problemas de autocorrelación serial para ello el Test de Wooldridge nos permite realizar dicha evaluación.
- f. Para la multicolinealidad se evalúa la sensibilidad de signos, errores estándar y significancia individual de cada uno de los coeficientes en la regresión.
- g. Para evaluar el problema de endogeneidad, se va a tomar en cuenta lo dicho en el documento de la referencia inicial en el que se afirma que los conceptos macroeconómicos de competencia no pueden ser aplicados a nivel regional; puesto que existe menor competencia regional y esta es menos clara (Krugman, 1994). Señala que como punto de partida para analizar competencia regional es el examen del desempeño de la producción agregada regional. Además, los autores afirman que los modelos de panel data regionales suelen establecer un enlace entre componentes macro y micro; por lo que ellos son contruidos principalmente ad hoc. Dada esta falta de estructura en los modelos de panel de datos regionales resulta complejo afirmar que se tenga un problema de endogeneidad.

- h. Para la heterocedasticidad se emplea el modificado test de Wald para un modelo de efectos fijos. En ese caso se rechaza la H_0 mostrando problemas de heterocedasticidad, la solución planteada será el trabajar con Errores Estándar Robustos.
- i. Estimación de un modelo de panel de datos de efectos fijos, incluyendo la matriz de pesos (Weight) para incluir los temas espaciales. Además, de existir autocorrelación, se incluye un AR(1) por la presencia de autocorrelación serial de primer orden de ser el caso.

Resultados

Los resultados de esta investigación se fundamentaron en las variables que se describen en la tabla 5:

Tabla 5

Fuente de obtención de datos

| VARIABLES Y FUENTE DE OBTENCIÓN | | | |
|---------------------------------|---|---|-----------|
| Variables | Descripción | Fuente | Periodo |
| PBI | Producto Interno Bruto Real | Series Estadísticas - Página Oficial del INEI | 2005-2017 |
| L | Población Económicamente activa | Series Estadísticas - Página Oficial del INEI | 2005-2017 |
| S | Gasto de Capital | Series Estadísticas - Página Oficial del INEI | 2005-2017 |
| TF | Servicio de telefonía fija | Series Estadísticas - Página Oficial del INEI | 2005-2017 |
| N | Población por departamento | Series Estadísticas - Página Oficial del INEI | 2005-2017 |
| Mig | Migración Neta | Series Estadísticas - Página Oficial del INEI | 2005-2017 |
| Escolar | Nivel secundario de la población por departamento | Series Estadísticas - Página Oficial del INEI | 2005-2017 |
| Con_Elec | Consumo de energía eléctrica | Estadísticas Eléctricas Anuales - Página Oficial del MINEM | 2005-2017 |

Fuente: Elaboración Propia

La base de datos de cada variable se presenta en el Anexo C.

Resultados descriptivos

La Tabla 6 describe las principales estadísticas descriptivas de las variables incorporadas en el modelo empírico del estudio. Se puede observar entonces que, en promedio, el crecimiento económico regional es de 6.5% con una desviación estándar de 5.9%. El consumo de electricidad muestra en promedio una tasa de crecimiento de 7% y una desviación estándar de 16.2%.

Tabla 6

Estadística descriptiva

| Variable | Observaciones | Media | Desviación Estándar | Mínimo | Máximo |
|--------------------------------|---------------|--------|---------------------|--------|--------|
| Crecimiento económico regional | 312 | 0.065 | 0.059 | -0.161 | 0.243 |
| PBI _{t-1} | 312 | 9.457 | 0.578 | 8.213 | 10.955 |
| Consumo de electricidad | 240 | 0.071 | 0.162 | -0.55 | 1.76 |
| Capital Humano | 333 | 4.506 | 0.063 | 4.281 | 4.596 |
| Capital Físico | 336 | 14.313 | 1.054 | 11.639 | 18.149 |
| Crecimiento poblacional | 312 | -2.757 | 0.798 | -8.208 | 1.729 |
| Migración | 312 | 0.022 | 0.065 | -0.238 | 0.344 |
| Telefonía Fija | 336 | 6.599 | 5.446 | 0.574 | 37.843 |

Fuente: INEI y Ministerio de Energía y Minas

Elaboración Propia

La Tabla 7 muestra la matriz de correlación entre las variables incorporadas en el modelo. En dicho cuadro se observa que los coeficientes de correlación más altos son entre las variables Capital Humano y PBI_{t-1} el cual tiene un valor de 0.401 mostrando una relación positiva entre ambas; del mismo modo podemos ver que la relación entre la variable Capital físico y PBI_{t-1} es positiva, con un coeficiente de correlación de 0.333. Por otro lado, los coeficientes de correlación más bajos son entre las variables Migración y Crecimiento económico regional, el cual es negativa, con un coeficiente de correlación de -0.159. En este cuadro también se muestra la relación entre las variables Consumo de electricidad y crecimiento económico regional, el cual es positiva con un coeficiente de correlación de 0.139.

Tabla 7*Matriz de correlaciones*

| Variables | Crecimiento económico regional | PBI _{t-1} | Consumo de electricidad | Capital Humano | Capital Físico | Crecimiento poblacional | Migración | Telefonía Fija |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------|----------------|----------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Crecimiento económico regional | 1 | | | | | | | |
| PBI _{t-1} | -0.273 | 1 | | | | | | |
| Consumo de electricidad | 0.139 | -0.111 | 1 | | | | | |
| Capital Humano | -0.095 | 0.401 | 0.014 | 1 | | | | |
| Capital Físico | -0.009 | 0.333 | -0.04 | 0.131 | 1 | | | |
| Crecimiento poblacional | -0.109 | -0.037 | 0.029 | -0.145 | -0.11 | 1 | | |
| Migración | -0.159 | 0.003 | 0.027 | 0.035 | -0.101 | 0.167 | 1 | |
| Telefonía Fija | -0.060 | 0.596 | -0.056 | 0.028 | 0.609 | 0.089 | -0.068 | 1 |

Fuente: INEI y Ministerio de Energía y Minas

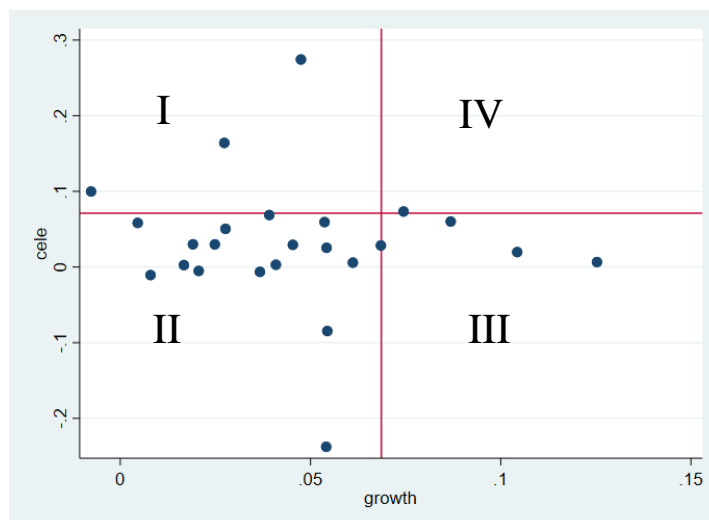
Elaboración Propia

Resultados Inferenciales*Grupo de regiones según niveles de consumo y crecimiento económico.*

En la figura 12 se muestra un plano con cuatro (4) cuadrantes. Los departamentos con similares niveles de consumo de electricidad y crecimiento económico se agrupan en cada cuadrante, tomando como líneas divisoras, los promedios de las variables electricidad y crecimiento económico.

Figura 12

Regiones según niveles de consumo y crecimiento económico, 2017



Fuente: INEI y Ministerio de Energía y Minas

Elaboración Propia

En el cuadrante I se encuentra el grupo de regiones que tienen un nivel de consumo de electricidad por encima del promedio (consumo de electricidad > 7.1%). Estas regiones son las siguientes: Apurímac, Loreto y Madre de Dios.

Para este grupo de regiones, con altos niveles de consumo de electricidad, las variables más influyentes son la Migración, Telefonía fija, capital humano, inversión privada y crecimiento poblacional, ya que cuentan con niveles de correlación mayores al 70%.

Tabla 8

Matriz de correlaciones - Departamentos con consumo de electricidad superior a la media

| Variables | Capital Humano | Capital Físico | Migración | Telefonía Fija | Crecimiento poblacional |
|----------------|----------------|----------------|-----------|----------------|-------------------------|
| Capital Humano | 1.0000 | | | | |
| Capital Físico | -0.2169 | 1.0000 | | | |
| Migración | -0.8026 | 0.7564 | 1.0000 | | |
| Telefonía fija | -0.8433 | -0.3417 | 0.3563 | 1.0000 | |

| | | | | | |
|-------------------------|--------|---------|---------|--------|--------|
| Crecimiento poblacional | 0.0678 | -0.9887 | -0.6496 | 0.4790 | 1.0000 |
|-------------------------|--------|---------|---------|--------|--------|

Elaboración Propia

En el cuadrante inferior izquierdo (II), se encuentra el grupo de regiones que tienen un nivel de consumo de electricidad por debajo del promedio (Consumo de electricidad < 7.1%). En este cuadrante se encuentra el grupo más grande de departamentos, estos son: Amazonas, Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Pasco, Piura, Puno, San Martín, Tumbes, Ucayali.

Para este grupo de regiones, que tienen bajos niveles de consumo de electricidad, las variables más influyentes, con niveles de correlación mayores al 70%, son la Migración y la Inversión privada.

Tabla 9

Matriz de correlaciones - Departamentos con consumo de electricidad inferior a la media

| Variables | Capital Humano | Capital Físico | Migración | Telefonía Fija | Crecimiento poblacional |
|-------------------------|----------------|----------------|-----------|----------------|-------------------------|
| Capital Humano | 1.0000 | | | | |
| Capital Físico | -0.0334 | 1.0000 | | | |
| Migración | -0.0367 | 0.8881 | 1.0000 | | |
| Telefonía fija | -0.1787 | 0.6348 | 0.6459 | 1.0000 | |
| Crecimiento poblacional | -0.2730 | 0.0603 | 0.1563 | 0.1727 | 1.0000 |

Elaboración Propia

En el cuadrante III se encuentra el grupo de regiones que tienen un nivel de consumo de electricidad por debajo del promedio (Consumo de electricidad < 7.1%). Estas regiones son: Huánuco, Moquegua y Tacna. Además, su nivel de crecimiento económico está por encima del promedio (crecimiento económico > 6.8%)

Tabla 10

Matriz de correlaciones - Departamentos con consumo de electricidad inferior a la media

| Variables | Capital Humano | Capital Físico | Migración | Telefonía Fija | Crecimiento poblacional |
|-------------------------|----------------|----------------|-----------|----------------|-------------------------|
| Capital Humano | 1.0000 | | | | |
| Capital Físico | -0.2169 | 1.0000 | | | |
| Migración | -0.8026 | 0.7564 | 1.0000 | | |
| Telefonía fija | -0.8433 | -0.3417 | 0.3563 | 1.0000 | |
| Crecimiento poblacional | 0.0678 | -0.9887 | -0.6496 | 0.4790 | 1.0000 |

Elaboración Propia

Con respecto al último cuadrante, donde el nivel de consumo de es alto, se encuentra la región de Ica (Consumo de electricidad > 7.1%).

Modelo de Efectos Fijos con Efectos Espaciales

A continuación, se presentan los resultados de las regresiones realizadas. Cabe mencionar que, para la elección del mejor modelo, se realizará las estimaciones del Modelo Pooled, Modelo de Efectos fijos y Modelo de Efectos Aleatorios (la descripción y desarrollo de los modelos se encuentran en el Anexo A). Luego, a través del Test de Hausman (1978), se elegirá el mejor modelo para la regresión final, incluyendo efectos espaciales, para dar mayor solidez a los resultados.

a. Modelo Pooled

Este modelo se utiliza cuando en el modelo la $Cov(X_{it}\beta, \varepsilon_{it}) \neq 0$, es decir los residuos no son independientes de las observaciones por lo que MCO estará sesgado (***Para más detalle, revisar el Anexo A***).

Tabla 11*Resultados del modelo Pooled*

| | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 |
|-------------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | Crec. econ | Crec. econ | Crec. econ |
| PBIIt-1 | -0.0346** (-3.22) | -0.0249** (-3.09) | -0.0249 (-1.92) |
| Consumo de electricidad regional | 0.0338* (2.44) | 0.0224 (1.31) | 0.0224 (1.69) |
| Capital humano | 0.0399 (0.70) | 0.0397 (0.70) | 0.0397 (0.77) |
| Capital físico | -0.00148 (-0.34) | 0.00210 (0.47) | 0.00210 (0.59) |
| Crecimiento poblacional | -0.0158 (-1.61) | -0.0382 *** (-3.67) | -0.0382 *** (-3.43) |
| Migración | -0.117* (-2.19) | -0.0901 (-1.74) | -0.0901 (-1.84) |
| Telefonía fija | 0.00164* (2.21) | 0.000817 (0.96) | 0.000817 (0.95) |
| Constante | 0.185 (0.78) | 0.0317 (0.13) | 0.0317 (0.14) |
| N | 239 | 239 | 239 |
| R-sq | 0.140 | 0.332 | 0.332 |
| AIC | -785.2 | -827.6 | -827.6 |
| BIC | -757.3 | -768.5 | -768.5 |
| Efectos Temporales | NO | SI | SI |
| Prob > F = | | 0.0000 | 0.0000 |
| Error Estándar Robustos | SI | NO | SI |

t statistics in
parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Este modelo no toma en cuenta la heterogeneidad no observable entre los departamentos. Esta especificación asume que todos los individuos se comportan igual. Según el cuadro, los modelos 2 y 3 coinciden en tener el mayor R- cuadrado y los mejores valores de los criterios de información (AIC, BIC), además la prueba F indica que los estimadores muestran significancia global. La diferencia está en que el Modelo 3 presenta errores estándar robustos que corrigen los problemas de heterocedasticidad, por lo que en conclusión sería el mejor modelo.

b. Modelo de Efectos Fijos

Este modelo supone que el error puede descomponerse en dos: una parte fija, constante para cada individuo y otra aleatoria que cumple los requisitos MCO (*Para más detalle, revisar el Anexo A*).

Tabla 12

Resultados del modelo de Efectos fijos

| | Modelo 1 Crec. econ | Modelo 2 Crec. econ |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| PBI _{t-1} | -0.233*** (-7.24) | -0.233*** (-6.23) |
| Consumo de electricidad regional | 0.0325 (1.77) | 0.0325** (2.67) |
| Capital humano | 0.142 (1.21) | 0.142 (1.26) |
| Capital físico | 0.121*** (5.01) | 0.121*** (4.30) |

| | | |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
| Crecimiento poblacional | -0.0218** (-2.62) | -0.0218* (-2.52) |
| Migración | -0.0724 (-1.37) | -0.0724 (-1.49) |
| Telefonía fija | -0.000727 (-0.65) | -0.000727 (-0.93) |
| Constante | -0.239 (-0.54) | -0.239 (-0.57) |
| <hr/> | | |
| N | 239 | 239 |
| R-sq | 0.325 | 0.325 |
| AIC | -796.9 | -796.9 |
| BIC | -689.2 | -689.2 |
| Heterogeneidad No Observable | SI | SI |
| Prob > F = | 0.0005 | 0.0005 |
| Error Estándar Robustos | NO | SI |

t statistics in parentheses

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

La Tabla 12 muestra dos modelos que toman en cuenta la heterogeneidad no observable, siendo esta la característica principal de un modelo de panel de efectos fijos y de efectos aleatorios. Este modelo, a su vez, muestra significancia global ya que su p-value es menor a 0.05. Con el resultado de la prueba F, además, se evalúa si la heterocedasticidad no observable resulta estadísticamente significativa, llegando a la conclusión de que se debe emplear los modelos de efectos fijos.

Además, el modelo de efectos fijos con errores estándar robustos muestra que el consumo de electricidad tiene un efecto significativo en el crecimiento económico regional del 3%.

c. Test de Hausman

Se aplica el test de Hausman (1978) para comparar y elegir entre un modelo de efectos

fijos y un modelo de efectos aleatorios. La Hipótesis nula es la siguiente:

Ho: Existe diferencia en coeficientes no sistemáticos (el mejor modelo es efectos aleatorios).

Tabla 13

Test de Hausman

| | Coef. |
|-----------------------|--------------|
| Chi-square test value | 73.59 |
| P-value | 0 |

Como el P-value del Test de Hausman es 0.00, al ser menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se elige el modelo de Efectos Fijos.

d. Modelo de efectos fijos con dependencia espacial

Luego de aplicar el test de Hausman (1978) y concluir que el modelo de Efectos Fijos es mejor que el modelo de Efectos Aleatorios, se procede a incluir en el modelo elegido la tendencia espacial entre las regiones del país y se estima nuevamente, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 14

Modelo de efectos fijos con efectos espaciales

| | Crec. econ. |
|----------------------------------|----------------------|
| PBI _{t-1} | -0.395*** (-7.57) |
| Consumo de electricidad regional | 0.0193** (1.78) |
| Capital humano | 0.164 (1.11) |
| Capital físico | 0.101*** (3.54) |

| | |
|----------------------------------|-----------------------|
| Migración | -3.80e-08* (-2.32) |
| Telefonía fija | -0.00569 (-0.66) |
| <hr/> | |
| Wx | |
| PBI _t -1 | 0.0986*** (3.71) |
| Consumo de electricidad regional | -0.0118 (-1.15) |
| Capital humano | -0.0379 (-0.83) |
| Capital físico | -0.0239* (-2.02) |
| Migración | 2.68e-08 (1.36) |
| Telefonía fija | 0.00532 (1.50) |
| <hr/> | |
| Spatial | |
| Rho | 0.277*** (102.27) |
| <hr/> | |
| Varianza | 0.00149*** |
| sigma ² _e | -4.65 |
| <hr/> | |
| N | 240 |
| R-sq | 0.07 |
| AIC | -766.1 |
| BIC | -686.1 |

t statistics in parentheses

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Mediante un modelo de panel data de efectos fijos que incluye dependencia espacial entre las regiones del país, se obtiene que el consumo de electricidad impacta al crecimiento económico regional alrededor de 2%.

Discusión de Resultados

Contrastación de la hipótesis

Respecto a la hipótesis principal, ***“El incremento del consumo de electricidad tiene una incidencia positiva y significativa en el crecimiento económico regional”***, se dispone de suficiente evidencia para no rechazarla, ya que el resultado indica que el efecto del consumo de electricidad es significativo e impacta positivamente al crecimiento económico regional en alrededor del 2%.

Para el caso de la primera hipótesis específica, ***“La variable crecimiento poblacional es la más influyente en el crecimiento económico de las regiones del Perú, tomando en cuenta similares niveles de consumo de energía eléctrica”***, no se rechaza esta hipótesis, ya que, según el análisis correlacional para cada cuadrante donde se ubica el grupo de regiones con similar consumo de electricidad, nos muestra que:

- Para el grupo de regiones con altos niveles de consumo de electricidad (cuadrante I) las variables más influyentes son la Migración, Telefonía fija, capital humano, inversión privada y crecimiento poblacional, ya que cuentan con niveles de correlación mayores al 70%.
- Para el grupo de regiones que tienen bajos niveles de consumo de electricidad (cuadrante II), las variables más influyentes, con niveles de correlación mayores al 70%, son la Migración y la Inversión privada.
- Para este grupo de regiones, que tienen un bajo nivel de consumo de electricidad (cuadrante III), las variables más influyentes son la Migración, Telefonía fija, capital humano, crecimiento poblacional e inversión privada.

Por otro lado, respecto a la segunda hipótesis específica, ***“Las variables migración, capital humano y telefonía fija tienen una incidencia significativa en un modelo de***

crecimiento económico a nivel regional que tiene como principal variable explicativa al consumo de electricidad”, esta se cumple parcialmente; ya que la migración tiene un efecto significativo pero inverso, mientras que el capital humano y telefonía fija no tiene efectos significativos en el crecimiento económico.

Por último, respecto a la tercera hipótesis específica *“La ubicación geográfica entre regiones es importante para el efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional”*; los resultados evidencian que el factor espacial es relevante en el modelo de crecimiento económico regional, ya que la variable espacial es significativa, lo cual va acorde al estudio realizado por Lehmann et al. (2020)

Contrastación de los resultados con estudios similares.

En base a la revisión literaria de estudios nacionales e internacionales encontrados en el presente trabajo de investigación, existe algunas similitudes y/o contrastes con los resultados obtenidos.

Autores como Peñaflor (2016), Apergis y Payne (2010), Barreto y Campo (2012) y Zárate & Tolentino (2014) concluyen en sus estudios que el consumo de electricidad impacta positivamente al crecimiento económico, reforzando los resultados obtenidos en esta investigación. Finalmente, los resultados del estudio de Lehmann et al. (2020) coinciden con los resultados de esta investigación, al concluir que la inclusión de una matriz de ponderación espacial basado en las distancias geográficas entre regiones afecta positiva y significativamente al crecimiento económico regional.

Responsabilidad ética

En el presente trabajo de investigación se cumplieron los criterios y principios éticos de la investigación económica como la integridad científica, justicia, responsabilidad, respeto por las

personas, objetividad en la apreciación, veracidad, coherencia entre lo que se dice y lo que se piensa, honestidad en la presentación de datos y resultados reales.

Conclusiones

La presente investigación toma como base teórica- empírica, el estudio elaborado por Lehmann et al. (2020). En este estudio, el autor realiza un análisis de crecimiento regional para el caso de Rusia, utilizando una matriz de efectos espaciales. Tomando en cuenta las teorías de crecimiento económico, se estudió y seleccionó una serie de variables considerados cruciales para un modelo de crecimiento. Dentro de estas, se encuentra la variable consumo de electricidad, siendo el objetivo principal de esta investigación el efecto de dicha variable en el crecimiento económico regional del Perú durante el periodo 2005-2017.

Utilizando datos panel, la metodología empleada en esta investigación fue un modelo de efectos fijos con tendencia espacial entre regiones. Para llegar a este modelo, se aplicó el test de Hausman (1978), el cual determinó que, entre un modelo de efectos aleatorios y un modelo de efectos fijos, este último era el mejor.

El objetivo general planteado para la presente investigación es “Determinar la magnitud del efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional del Perú en el periodo 2005 -2007”. Para ello, se desarrolló un modelo econométrico de panel data y los resultados muestran que, el impacto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional del Perú es positivo y de alrededor del 2%.

Por otro lado, los tres objetivos específicos que se establecieron fueron los siguientes:

- Identificar la variable más influyente en el crecimiento económico de las regiones del Perú, tomando en cuenta similares niveles de consumo de energía eléctrica.
- Analizar la incidencia de las variables migración, capital humano y telefonía fija en un

modelo de crecimiento económico a nivel regional que tiene como principal variable explicativa al consumo de electricidad.

- Analizar la importancia de la ubicación geográfica entre regiones para el efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional

Para el primer objetivo específico, se realizó un análisis correlacional por cuadrantes y se identificó que, para los cuadrantes I, II y III, las variables más influyentes en el crecimiento económico de las regiones del Perú con similares niveles de consumo de energía eléctrica son la migración, telefonía fija, capital humano, inversión privada y crecimiento poblacional.

Para el segundo objetivo específico, los resultados del modelo econométrico realizado demuestran que, la migración tiene un efecto significativo pero inverso en el crecimiento económico. Por otro lado, que el capital humano y telefonía fija no tienen efectos significativos. Finalmente, los resultados del modelo econométrico desarrollado evidencian que el factor espacial es relevante en el modelo de crecimiento económico regional, ya que la variable espacial es significativa, lo cual va acorde al estudio realizado por Lehmann et al. (2020).

Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos, se hace recomendaciones para la toma de decisiones con respecto al consumo de energía eléctrica:

1. Dado que en la presente investigación se encontró la existencia de un efecto positivo y significativo del consumo de electricidad en el crecimiento económico, es importante que el gobierno peruano realice un análisis de las políticas que ha venido implementando en relación al consumo de energía eléctrica regional; ya que cualquier cambio en esta variable afecta, de acuerdo a esta investigación, al crecimiento económico regional.

2. Las políticas públicas deben estar dirigidas al uso racional y eficiente de energía eléctrica para que su incidencia sea positiva y significativa en el crecimiento económico.
3. Se debe realizar una mayor inversión en la formación bruta de capital físico y capital humano a nivel regional.
4. Se recomienda que, en los próximos estudios relacionados al crecimiento económico regional, se tome en cuenta la ubicación geográfica de las mismas, incluyendo una matriz de efectos espaciales, tal como se ha realizado en esta investigación, pues se ha demostrado su significancia dentro de un modelo de crecimiento.

Referencias Bibliográficas

- Aghion, P., & Howitt, P. (1990). A Model of growth through creative destruction. *NBER Working Paper Series*, 3223, 1–50.
https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3120/w3120.pdf
- Apergis, N., & Payne, J. (2014). A time varying coefficient approach to the renewable and non-renewable electricity consumption-growth nexus: Evidence from a panel of emerging market economies. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 9(1), 101–107. <https://doi.org/10.1080/15567249.2013.792400>
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Energy consumption and growth in South America: Evidence from a panel error correction model. *Energy Economics*, 32(6), 1421–1426.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.04.006>
- Barreto, C., & Campo, J. (2012). Relación a largo plazo entre consumo de energía y PIB en América Latina: Una evaluación empírica con datos panel. *Ecos de Economía*, 16(35), 73–89. <https://doi.org/10.17230/ecos.2012.35.4>
- Barro, R. (1989). ECONOMIC GROWTH IN A CROSS SECTION OF COUNTRIES. *National Bureau of Economic Research*, 3120, 62–73.
https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3120/w3120.pdf
- Barro, R. J. (2001). HUMAN CAPITAL: GROWTH, HISTORY, AND POLICY— A SESSION TO HONOR STANLEY ENGERMAN. *Journal of the American Medical Association*, VIII(7), 174–181. <https://doi.org/10.1001/jama.1887.02391320006001a>
- BCRP. (2019). *2019 Memoria*.
- Benito, S. (2011). *Teoría de crecimiento económico. Estudio basado en apuntes de macroeconomía. 5º curso de LECO. 28017*.

- Campo, J., & Sarmiento, V. (2011a). *Energy consumption and GDP relationship: evidence from a panel cointegration of ten Latin America Countries between 1971 - 2007*. 29486.
- Campo, J., & Sarmiento, V. (2011b). *Relación Consumo de Energía Eléctrica y PIB : Evidencia desde un Panel Cointegrado de 10 países de América Latina entre 1971 - 2007*. 1–21.
- Cass, D. (1965). Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. *Review of Economic Studies*, 32(3), 233–240. <https://doi.org/10.2307/2295827>
- De Gregorio, J. (2012). *Feed | Mendeley*.
<https://www.mendeley.com/newsfeed/papers/recommendations>
- Destek, M. A., & Aslan, A. (2017). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in emerging economies: Evidence from bootstrap panel causality. *Renewable Energy*, 111, 757–763. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.008>
- Dolado, J., Goria, A., & Ichino, A. (1994). Immigration, human capital and growth in the host country - Evidence from pooled country data. *Journal of Population Economics*, 7(2), 193–215. <https://doi.org/10.1007/BF00173619>
- Ducoing, C., Gales, B., Hölsgens, R., & Rubio-Varas, M. del M. (2019). Energy and machines. Energy capital ratios in Europe and Latin America. 1875–1970. *Scandinavian Economic History Review*, 67(1), 31–46. <https://doi.org/10.1080/03585522.2018.1503968>
- Espinoza, R., Blumen, G., & Domper, M. de la L. (2010). *Crecimiento Económico, Precios de la Energía e Innovación Tecnológica*.
- Galindo, A. (2014). *La relación entre el consumo de electricidad y el crecimiento económico empleando un modelo trivariado para Chile*. 76. <http://www.bdigital.unal.edu.co/46655/>
- García, A., & Ramírez, A. (2018). *Conexión entre el consumo eléctrico, el uso energético y el crecimiento económico: Evidencias a través de datos panel para Europa Central y Los*

Balcanes.

Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy.*

Massachusetts Institute of Technology.

Hausman, J. A. (1978). Test de Hausman. *Specification Tests in Econometrics. Econometrica:*

Journal of the Econometric Society, 1251-1271.

Huarachi Mendola, M. V. (2016). *Proponente : CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA Y*

CRECIMIENTO ECONOMICO: EVIDENCIA EMPIRICA PARA BOLIVIA 1999-2014.

INEI. (2020). *Efectos de la migración interna sobre el crecimiento y estructura demográfica*

2012 - 2017.

Islam, N. (1995). Growth Empirics: a Panel Data Approach. *The Quarterly Journal of*

Economics, November, 1127–1170.

Islam, N. (2003). What have we learnt from the convergence debate? *Journal of Economic*

Surveys, 17(3), 309–362. <https://doi.org/10.1111/1467-6419.00197>

Jimenez, E., Nguyen, V., & Patrinos, H. A. (2012). *Stuck in the Middle ? Human Capital*

Development and Economic Growth. November, 24.

Kirikaleli, D., Sokri, A., Candemir, M., & Ertugrul, H. M. (2018). Panel cointegration: Long-

run relationship between internet, electricity consumption and economic growth. Evidence

from oecd countries. *Investigacion Economica, 77(303), 161–176.*

<https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2018.303.64158>

Lee, C. C., Chang, C. P., & Chen, P. F. (2008). Energy-income causality in OECD countries

revisited: The key role of capital stock. *Energy Economics, 30(5), 2359–2373.*

<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.01.005>

Lehmann, H., Oshchepkov, A. Y., & Silvagni, M. (2020). Regional Convergence in Russia:

Estimating A Neoclassical Growth Model. *SSRN Electronic Journal*.

<https://doi.org/10.2139/ssrn.3627173>

Loayza, N. (2016). La productividad como clave del crecimiento y el desarrollo en el Perú y el mundo. *Revista Estudios Económicos*, 28(31), 9–28.

<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/31/ree-31-loayza.pdf>

Loayza, N., Fajnzylber, P., & Calderon, C. (2005). Economic Growth in Latin America and the Caribbean. In *Economic Growth in Latin America and the Caribbean*.

<https://doi.org/10.1596/0-8213-6091-4>

López-Bazo, E., Vayá, E., & Artís, M. (2004). Regional externalities and growth: Evidence from European regions. *Journal of Regional Science*, 44(1), 43–73.

<https://doi.org/10.1111/j.1085-9489.2004.00327.x>

Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)

Mankiw, G., Romer, D., & Weil, D. (1990). A contribution to the empirics of Economic Growth. *Energy, Economic Growth, and the Environment*, 13–78.

<https://doi.org/10.4324/9781315064079-8>

Minem. (2018). *ESTADÍSTICA ELÉCTRICA POR REGIONES-Capítulo 02*.

Montero, R. (2011). Efectos fijos o aleatorios : test de especificación. *Efectos Fijos o Aleatorios: Test de Especificación. Documentos de Trabajo En Economía Aplicada*, 1–5.

Murias, E., Mendaro, S., & Rodriguez, V. (2012). *PRECIO DE LA ENERGÍA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO 1990-2010*.

Naciones Unidas. (2019). Glossary on Migration No. 34. *International Migration Law*, 234.

<http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf%5Cnhttp://www.epim.info/wp-content/uploads/2011/01/iom.pdf>

Osinermin. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*. <https://doi.org/978-612-47350-0-4>

Peñafrol, E. (2016). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA*. 1–7.

Pucachaqui, M. (2019). *ANÁLISIS DEL EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL ECUADOR PARA EL PERIODO 1970-2016*. 157.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/786%0Ahttps://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/786/1/CD-1222.pdf>

Ramsey F.P. (1928). A Methamitical Theory of Saving. In *The Economic Journal* (Vol. 38, Issue 152, pp. 543–559).

Rebelo, S. (1990). *Nber working paper series long run policy analysis and*. 3325.

Romer, P. A. (1985). Increasing Returns and Long Run Growth. *Rochester Center for Economic Research*, 27.

Sala i Martín, X., Joseph, R., & Barro, R. (1995). *Technological Diffusion, Convergence, and Growth*.

Salguero Cubies, J. (2006). Enfoques sobre algunas teorías referentes al desarrollo regional. *Sociedad Geográfica de Colombia*, 20.

Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics* 70.1:65-94.

Tillaguango, B., & Loaiza, V. (2018). *Efecto causal de la energía sustentable y no sustentable en el crecimiento económico : nueva evidencia empírica global por grupos de países Causal*

effect of sustainable and unsustainable energy on economic growth : new global empirical evidence by groups. 6, 37–48.

- Villalobos Valencia, Á. D., Molero Olivo, L. E., & Castellano, A. G. (2021). Análisis de la productividad total de los factores en América del Sur en el período 1950-2014. In *Lecturas de Economía* (Issue 94). <https://doi.org/10.17533/udea.le.n94a341253>
- Zárate, B., & Tolentino, E. (2014). *Universidad nacional del callao*. 221.

Anexos

Anexo A

MODELO

Según la definición de Montero (2011), los datos de panel combinan cortes transversales (información de varios individuos en un momento dado) durante varios períodos de tiempo. Su principal ventaja es la disposición de una mayor cantidad de datos para realizar el análisis.

$$y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + \varepsilon_{it}$$

A partir de esto, existen modelos alternativos, los cuales serán empleados en la presente investigación:

- Regresión agrupada (Pooled)

Este modelo es el elemental. Estima el siguiente modelo:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_{it}$$

Se utiliza cuando existe la posibilidad de que $Cov(X_{it}\beta, \varepsilon_{it}) \neq 0$, es decir los residuos no son independientes de las observaciones por lo que MCO estará sesgado. Muchas veces dicha correlación es debida a un error de especificación por la ausencia de alguna variable relevante o la existencia de cualidades inobservables de cada individuo. Este problema puede solucionarse con una regresión de tipo Pooled.

- Efectos Fijos

Los modelos de regresión de datos anidados realizan distintas hipótesis sobre el comportamiento de los residuos, el más elemental y el más consistente es el de Efectos Fijos. Supone que el modelo a estimar es ahora:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it}$$

Donde $\alpha_i = \alpha + v_i$ luego, reemplazando, se obtiene:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + v_i + u_{it}$$

es decir, Montero (2011), supone que el error (ε_{it}) puede descomponerse en dos una parte fija, constante para cada individuo (v_i) y otra aleatoria que cumple los requisitos MCO (u_{it}) ($\varepsilon_{it} = v_i + u_{it}$), lo que es equivalente a obtener una tendencia general por regresión dando a cada individuo un punto de origen (ordenadas) distinto. Esta operación puede realizarse de varias formas, una de ellas es introduciendo una dummy por cada individuo (eliminando una de ellas por motivos estadísticos) y estimando por MCO. Otra es calculando las diferencias.

$$\bar{y}_{it} = \alpha + \bar{X}_{it}\beta + v_i + \bar{u}_i$$

$$(y_{it} - \bar{y}_{it}) = (X_{it} - \bar{X}_{it})\beta + (u_{it} + \bar{u}_i)$$

- Efectos Aleatorios

El modelo de efectos aleatorios tiene la misma especificación que el de efectos fijos con la salvedad de que v_i , en lugar de ser un valor fijo para cada individuo y constante a lo largo del tiempo para cada individuo, es una variable aleatoria con un valor medio v_i y una varianza $Var(v_i) \neq 0$. Es por ello que la especificación del modelo sería igual al caso anterior:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + v_i + u_{it}$$

Solo que, para este caso, la variable v_i es aleatoria. Este modelo es más eficiente (la varianza de la estimación es menor) pero menos consistente que el de efectos fijos, es decir es más exacto en el cálculo del valor del parámetro, pero este puede estar más sesgado (Montero, 2011).

Anexo B

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | | | | | |
|---|--|---|--|---|---|--------|
| TÍTULO: IMPACTO DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN EL CRECIMIENTO ECONOMICO REGIONAL PERUANO, PERIODO 2005-2017 | | | | | | |
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES E INDICADORES | | | |
| Problema principal | Objetivo general | Hipótesis General | Variables | Indicadores | Escala o valores | Fuente |
| ¿Cuál es la magnitud del efecto causal que tiene un aumento del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional del Perú en el periodo 2005 - 2017? | Determinar la magnitud del efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional del Perú en el periodo 2005-2017 | El incremento del consumo de electricidad tiene una incidencia positiva y significativa en el crecimiento económico regional. | $\Delta Y =$ Crecimiento Económico | Producto Interno Bruto Real | Variación porcentual real del PBI con respecto al año anterior | BCRP |
| | | | $\Delta C =$ Variación del consumo de electricidad | Consumo de energía Eléctrica Regional | Variación porcentual del nivel consumo de electricidad a nivel de hogares | MINEM |
| Problemas específicos | Objetivos específicos | Hipótesis específicas | Variables | Indicadores | | Fuente |
| ¿Cuál es la variable más influyente en el crecimiento económico de las regiones del Perú, tomando en cuenta similares niveles de consumo de energía eléctrica? | Identificar la variable más influyente en el crecimiento económico de las regiones del Perú, tomando en cuenta similares niveles de consumo de energía eléctrica. | La variable crecimiento poblacional es la más influyente en el crecimiento económico de las regiones del Perú, tomando en cuenta similares niveles de consumo de energía eléctrica. | migr = Migración | Migración Neta | Nivel porcentual de la población migrante en cada departamento | INEI |
| | | | HC = Capital Humano | Nivel secundario de la población en cada Departamento | Nivel porcentual de la población con educación secundaria completa en cada departamento | INEI |
| ¿Cuál es la incidencia de las variables migración, capital humano y telefonía fija en un modelo de crecimiento económico a nivel regional que tiene como principal variable explicativa al consumo de electricidad? | Analizar la incidencia de las variables migración, capital humano y telefonía fija en un modelo de crecimiento económico a nivel regional que tiene como principal variable explicativa al consumo de electricidad | Las variables migración, capital humano y telefonía fija tienen una incidencia significativa en un modelo de crecimiento económico a nivel regional que tiene como principal variable explicativa al consumo de electricidad. | n = Crecimiento poblacional | Población por departamento | Variación porcentual real de la población, con respecto al año anterior, en cada departamento | INEI |

| | | | | | | |
|--|--|---|---------------------|--|--|------|
| ¿Es importante la ubicación geográfica entre regiones para el efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional? | Analizar la importancia de la ubicación geográfica entre regiones para el efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional. | La ubicación geográfica entre regiones es importante para el efecto del consumo de electricidad en el crecimiento económico regional. | tf = Telefonía Fija | Servicio de telefonía fija por cada 100 hab. | Nivel porcentual del nivel porcentual de telefonía fija por cada 100 habitantes en cada departamento | INEI |
| | | | K = Capital físico | Formación Bruta de Capital Departamental | Nivel porcentual de la formación de capital físico en cada departamento | INEI |

Anexo C

BASE DE DATOS*

| Departamento | PBI | Año | L | S | TF | N | Mig | Escolar | Con_Elec |
|--------------|----------|------|-----------|-----------|------------|----------|----------|---------|-----------|
| Amazonas | 933619 | 2005 | 197.7 | 296869.32 | 1.6651362 | 455761.6 | 159038 | 77.9 | 23.15 |
| Amazonas | 1006703 | 2006 | 203.2 | 366378.87 | 1.6484802 | 457082.3 | 169153.7 | 80 | 26.64 |
| Amazonas | 1051673 | 2007 | 215.76653 | 654728.19 | 1.8999535 | 439088.1 | 161680.9 | 78.6 | 28.99 |
| Amazonas | 1194001 | 2008 | 215.1731 | 841825.74 | 1.7965552 | 466779.8 | 164934.9 | 80.8 | 33.33 |
| Amazonas | 1346799 | 2009 | 220.37122 | 1178468 | 1.8418625 | 479342.6 | 163707.2 | 80.7 | 35.9 |
| Amazonas | 1475578 | 2010 | 226.12467 | 1142474.2 | 1.9162416 | 483735.4 | 166611.2 | 82 | 39.659441 |
| Amazonas | 1665173 | 2011 | 229.5659 | 1341079.8 | 1.5580242 | 478494.1 | 173237.2 | 82.1 | 45.016969 |
| Amazonas | 1872839 | 2012 | 221.64735 | 1248329.1 | 1.3619233 | 468284 | 176695.3 | 83.8 | 47.978599 |
| Amazonas | 1994101 | 2013 | 226.19494 | 1474247.1 | 1.1050106 | 470947.7 | 171054.1 | 86.6 | 52.629164 |
| Amazonas | 2161479 | 2014 | 223.69957 | 1722830.9 | 0.80647947 | 477908.6 | 161492.2 | 90.5 | 36.666213 |
| Amazonas | 2295195 | 2015 | 226.42654 | 1960069.1 | 0.72974419 | 491385.5 | 166653.3 | 90 | 69.705643 |
| Amazonas | 2449320 | 2016 | 232.6653 | 1770172.4 | 0.57370218 | 480560.9 | 182666 | 90.2 | 74.949282 |
| Amazonas | 2682283 | 2017 | 237.924 | 2426633 | 0.60377657 | 485839.2 | 185656.4 | 92.5 | 77.112056 |
| Ancash | 6143986 | 2005 | 531.7 | 1072559.6 | 6.0500452 | 1173653 | 346810.2 | 85.5 | 733.08 |
| Ancash | 6907215 | 2006 | 551.7 | 1097109.2 | 6.4261856 | 1193616 | 359813 | 87.7 | 1466.3 |
| Ancash | 6023449 | 2007 | 547.95019 | 1720961.6 | 7.0935807 | 1140989 | 395670 | 92.6 | 1531.98 |
| Ancash | 7026297 | 2008 | 574.03186 | 2511734.2 | 7.5352752 | 1166508 | 390236.6 | 94.8 | 1528.88 |
| Ancash | 7052496 | 2009 | 565.10658 | 3036574.4 | 8.0743443 | 1211568 | 416297.1 | 93.8 | 1447.83 |
| Ancash | 7878535 | 2010 | 573.27911 | 3619489.7 | 7.9698776 | 1214354 | 436191.5 | 95.1 | 1488.7317 |
| Ancash | 8588190 | 2011 | 572.99382 | 3273278 | 8.2085032 | 1224127 | 386502.2 | 94.1 | 1630.5282 |
| Ancash | 8981638 | 2012 | 584.33795 | 3634280.5 | 8.7136873 | 1250177 | 420052.1 | 93 | 1855.8615 |
| Ancash | 10153977 | 2013 | 583.82538 | 3652739.4 | 8.6504428 | 1232316 | 400438.4 | 96.3 | 1927.9173 |
| Ancash | 10409723 | 2014 | 608.58689 | 3811228.7 | 6.9128706 | 1268186 | 422726.8 | 96.4 | 1904.5516 |
| Ancash | 11161787 | 2015 | 608.8345 | 3192227.2 | 6.6266135 | 1296131 | 420508.4 | 96 | 1988.2483 |

| | | | | | | | | | |
|----------|----------|------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------|-----------|
| Ancash | 12034116 | 2016 | 611.97037 | 3251073.3 | 6.3860058 | 1264549 | 464450.2 | 94.2 | 2025.463 |
| Ancash | 12338237 | 2017 | 614.62918 | 4005670.2 | 6.4139822 | 1272743 | 469156.5 | 95.9 | 2014.9461 |
| Apurimac | 857679 | 2005 | 198.3 | 389204.04 | 1.8209874 | 473102.8 | 85552.15 | 90.7 | 47.83 |
| Apurimac | 958514 | 2006 | 228.2 | 433839.39 | 1.8614286 | 485050.4 | 104527.6 | 95.3 | 58.07 |
| Apurimac | 1043971 | 2007 | 230.06921 | 525029.58 | 2.0369662 | 460277.2 | 85826.59 | 96.4 | 75.44 |
| Apurimac | 1159026 | 2008 | 233.66466 | 736942.41 | 2.2376232 | 484943.7 | 93115.66 | 95.2 | 90.82 |
| Apurimac | 1232473 | 2009 | 226.79242 | 911278.29 | 2.5029657 | 476373.3 | 94668.69 | 95.1 | 87.9 |
| Apurimac | 1473583 | 2010 | 231.11059 | 1307990.9 | 2.6988853 | 494552.7 | 107178.8 | 93.7 | 101.49634 |
| Apurimac | 1591395 | 2011 | 238.06833 | 1288829.4 | 2.6352046 | 497959.3 | 108455.3 | 96.4 | 110.97807 |
| Apurimac | 1882427 | 2012 | 240.70733 | 1519748.7 | 2.9854028 | 497834.5 | 120794.2 | 90.6 | 121.18328 |
| Apurimac | 2229015 | 2013 | 250.90296 | 1771968.4 | 2.8352077 | 499301.8 | 122265 | 97.1 | 130.89345 |
| Apurimac | 2453960 | 2014 | 252.46228 | 1956128.5 | 2.4260755 | 494921.2 | 116615.8 | 94.6 | 98.229049 |
| Apurimac | 2606009 | 2015 | 263.82667 | 2032378.9 | 2.4730074 | 509125.3 | 129566.9 | 96.7 | 202.9246 |
| Apurimac | 2872912 | 2016 | 257.07334 | 2300283 | 1.828444 | 502581.1 | 131460.3 | 97.7 | 1179.9747 |
| Apurimac | 2968781 | 2017 | 258.48506 | 2577698.7 | 1.8526452 | 505714.7 | 131596.7 | 96.6 | 1390.3409 |
| Arequipa | 10491616 | 2005 | 545.9 | 1029906.4 | 10.685265 | 1253534 | 883968.5 | 95.4 | 1036.83 |
| Arequipa | 11539627 | 2006 | 568.3 | 998844.39 | 11.169559 | 1287430 | 898490.4 | 95.3 | 1237.39 |
| Arequipa | 10990880 | 2007 | 601.34451 | 1469262.1 | 12.127606 | 1223409 | 898770.4 | 95.5 | 2074.44 |
| Arequipa | 12074618 | 2008 | 588.97829 | 2080040.4 | 12.953618 | 1285186 | 914187.2 | 95.2 | 2236.07 |
| Arequipa | 12728526 | 2009 | 597.67028 | 2469412.7 | 13.476811 | 1291450 | 931358.8 | 93 | 2257.76 |
| Arequipa | 14340042 | 2010 | 616.26348 | 2854260.3 | 13.674002 | 1323441 | 936709.3 | 96.5 | 2440.8176 |
| Arequipa | 15753959 | 2011 | 635.08606 | 3129397.5 | 13.865493 | 1300635 | 962785.6 | 95.6 | 2573.9766 |
| Arequipa | 17435785 | 2012 | 628.8902 | 3480920 | 14.056084 | 1336370 | 1016406 | 97 | 2558.5108 |
| Arequipa | 18959254 | 2013 | 661.77499 | 4230186.1 | 13.936855 | 1358287 | 938417.8 | 95.3 | 2614.992 |
| Arequipa | 20702341 | 2014 | 669.31921 | 4353178.6 | 12.140896 | 1377899 | 987056.4 | 97.2 | 2782.0804 |
| Arequipa | 21650950 | 2015 | 665.96999 | 4146558.7 | 11.94701 | 1373725 | 994587.9 | 97.6 | 2626.4739 |
| Arequipa | 23203368 | 2016 | 657.19176 | 4344743.5 | 11.632438 | 1384432 | 1038866 | 98 | 5085.6899 |
| Arequipa | 24559416 | 2017 | 678.52429 | 4972214.7 | 11.345716 | 1396037 | 1061206 | 97.7 | 5240.0934 |
| Ayacucho | 1625323 | 2005 | 305.1 | 606564.95 | 2.4969792 | 665757.2 | 154346.2 | 88.6 | 65.55 |

| | | | | | | | | | |
|-----------|---------|------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------|-----------|
| Ayacucho | 1812579 | 2006 | 312.5 | 667085.77 | 2.7921345 | 690167.4 | 121610.1 | 91.5 | 62.52 |
| Ayacucho | 2025837 | 2007 | 309.09228 | 926677.53 | 3.0896975 | 662268 | 171540.3 | 92.4 | 71.96 |
| Ayacucho | 2268476 | 2008 | 322.05019 | 1169408.4 | 3.1474747 | 697007.5 | 193128.4 | 91.2 | 79.78 |
| Ayacucho | 2496995 | 2009 | 316.82539 | 1453171.2 | 3.2144072 | 711586.7 | 196569.2 | 94.1 | 98.26 |
| Ayacucho | 2696134 | 2010 | 320.63919 | 1612936.7 | 3.1848246 | 739178.2 | 201864.9 | 93.7 | 107.40485 |
| Ayacucho | 2968792 | 2011 | 332.83913 | 2260680.9 | 3.068523 | 729168.6 | 201260.6 | 93 | 111.70543 |
| Ayacucho | 3352560 | 2012 | 320.91482 | 2830224.9 | 3.1649479 | 723530.6 | 190589.9 | 92.3 | 126.93733 |
| Ayacucho | 3763200 | 2013 | 340.41312 | 3074802.8 | 3.1747013 | 741353.2 | 202526.8 | 92 | 158.2058 |
| Ayacucho | 4019142 | 2014 | 354.32192 | 3320328.6 | 2.5014354 | 749320.9 | 214441.2 | 92.6 | 164.77122 |
| Ayacucho | 4320928 | 2015 | 351.03507 | 3532123.3 | 2.3511478 | 775732.8 | 217874.2 | 95.5 | 177.88673 |
| Ayacucho | 4524198 | 2016 | 353.22538 | 2958210.5 | 2.1690868 | 756681.9 | 243116.4 | 98.2 | 188.08411 |
| Ayacucho | 4864787 | 2017 | 359.80363 | 3322543.8 | 2.4408321 | 767785.5 | 250762.1 | 97.1 | 148.29772 |
| Cajamarca | 3762536 | 2005 | 790.4 | 827996.19 | 2.4233518 | 1601472 | 303095.3 | 78 | 447.92 |
| Cajamarca | 4205117 | 2006 | 816.9 | 992565.8 | 2.5520539 | 1629206 | 319436.3 | 81.7 | 501.97 |
| Cajamarca | 4409918 | 2007 | 794.81995 | 1356292.5 | 2.7843258 | 1512299 | 357161.4 | 79.2 | 546.81 |
| Cajamarca | 4921778 | 2008 | 824.24538 | 1829123 | 3.051928 | 1577775 | 362645.6 | 81.4 | 749.79 |
| Cajamarca | 5291892 | 2009 | 817.09598 | 2184206.2 | 3.3165709 | 1615743 | 380074.1 | 78.6 | 915.42 |
| Cajamarca | 5845098 | 2010 | 801.75363 | 2681217.3 | 2.9492636 | 1646134 | 385694.5 | 86.9 | 904.76782 |
| Cajamarca | 6547891 | 2011 | 803.74766 | 3434429 | 2.7407159 | 1586314 | 312668.2 | 89.5 | 979.69505 |
| Cajamarca | 7241561 | 2012 | 768.09646 | 4079422.7 | 2.7869168 | 1580666 | 297548 | 87.3 | 988.66746 |
| Cajamarca | 7799785 | 2013 | 791.90343 | 4282723.6 | 2.9161523 | 1624526 | 362485.7 | 88.6 | 935.99787 |
| Cajamarca | 8363997 | 2014 | 795.93747 | 4417846.1 | 2.2353017 | 1670444 | 362747.3 | 91.3 | 916.42825 |
| Cajamarca | 8792838 | 2015 | 801.4392 | 4439926.1 | 2.2553324 | 1726703 | 403439.3 | 91.7 | 992.96387 |
| Cajamarca | 9257634 | 2016 | 825.60379 | 4303007.4 | 2.1708006 | 1628288 | 396181.6 | 89.7 | 976.19799 |
| Cajamarca | 9947194 | 2017 | 870.32079 | 4843935.7 | 2.2907928 | 1652258 | 409035 | 93.7 | 1005.9076 |
| Cusco | 4830912 | 2005 | 666.7 | 944371.54 | 4.2354838 | 1383954 | 407802.8 | 88.3 | 661.99 |
| Cusco | 5489389 | 2006 | 677.6 | 1050393.3 | 4.4991663 | 1396767 | 419018.2 | 92.1 | 702.53 |
| Cusco | 6336712 | 2007 | 648.69712 | 1626255.1 | 4.8557107 | 1308206 | 501992.5 | 95.4 | 728.27 |
| Cusco | 7174397 | 2008 | 684.53371 | 2761682.7 | 5.2125246 | 1349819 | 472462.6 | 94.3 | 722.84 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|----------|------|-----------|-----------|------------|----------|----------|------|-----------|
| Cusco | 7830735 | 2009 | 701.89328 | 3800240.9 | 5.5372787 | 1353833 | 485743.4 | 96.6 | 702.62 |
| Cusco | 8891111 | 2010 | 692.79504 | 5420581.5 | 5.6184347 | 1377270 | 498961.2 | 96.5 | 809.45282 |
| Cusco | 9715493 | 2011 | 715.51611 | 4429061.2 | 5.3566394 | 1373771 | 475025 | 97.1 | 858.98362 |
| Cusco | 10837248 | 2012 | 734.65314 | 5806150.9 | 5.359613 | 1430872 | 580021.8 | 95.3 | 1057.974 |
| Cusco | 12115694 | 2013 | 726.34273 | 7051535.5 | 21.514269 | 1437951 | 547639.7 | 95.9 | 1347.816 |
| Cusco | 12870153 | 2014 | 732.90678 | 6907515.9 | 4.8920617 | 1437761 | 539738.8 | 95.7 | 1389.7284 |
| Cusco | 13633311 | 2015 | 752.87192 | 6598632.1 | 5.0548077 | 1452564 | 508296.7 | 97.3 | 2172.6948 |
| Cusco | 14622021 | 2016 | 736.69371 | 6056479 | 5.2133926 | 1439204 | 547402.4 | 96.8 | 2115.3178 |
| Cusco | 15056461 | 2017 | 755.11493 | 5862533 | 5.2375625 | 1415884 | 480673.9 | 96.7 | 2242.2832 |
| Huancavelica | 1715832 | 2005 | 215.2 | 448834.21 | 0.88684448 | 488546.7 | 67413.51 | 86.8 | 140.95 |
| Huancavelica | 1850190 | 2006 | 217.8 | 512655.15 | 1.0594537 | 483927.1 | 58392.91 | 90 | 174.36 |
| Huancavelica | 1637286 | 2007 | 226.39359 | 610605.86 | 1.1149077 | 476808 | 75776.48 | 93 | 200.51 |
| Huancavelica | 1767565 | 2008 | 229.56459 | 878338.02 | 1.1709321 | 500738.8 | 76076.25 | 94.4 | 219.89 |
| Huancavelica | 1926278 | 2009 | 233.27937 | 1001764.5 | 1.3778139 | 503439.2 | 81665.36 | 95.2 | 208.26 |
| Huancavelica | 1997597 | 2010 | 232.42644 | 1173991.7 | 1.3126143 | 513428.8 | 84966.18 | 96.2 | 226.74986 |
| Huancavelica | 2092565 | 2011 | 241.55209 | 1195721.2 | 1.1769802 | 531040.7 | 84404.44 | 95.3 | 277.13739 |
| Huancavelica | 2414197 | 2012 | 249.52469 | 1620557.9 | 1.3245346 | 525723.5 | 87449.88 | 94.5 | 292.47318 |
| Huancavelica | 2588873 | 2013 | 249.85017 | 1736119.2 | 5.3594959 | 529599.7 | 84799.32 | 95.5 | 278.05368 |
| Huancavelica | 2923284 | 2014 | 259.18467 | 2170730.4 | 1.229052 | 537857.8 | 82223.68 | 96.8 | 271.20471 |
| Huancavelica | 3280402 | 2015 | 256.068 | 2300869.7 | 1.2248945 | 550412.6 | 74678.71 | 96.2 | 280.51088 |
| Huancavelica | 3619199 | 2016 | 258.94968 | 2258886.3 | 0.86494684 | 542247.1 | 87078.5 | 96.7 | 237.06698 |
| Huancavelica | 3900709 | 2017 | 264.30899 | 2341450.4 | 0.84309985 | 546326.5 | 94359.14 | 97.1 | 217.81804 |
| Huanuco | 1710801 | 2005 | 395.9 | 505732.98 | 2.2094806 | 897187.7 | 262805.1 | 86.7 | 109.39 |
| Huanuco | 1862070 | 2006 | 405.1 | 520914.39 | 2.312812 | 913474.8 | 264633.2 | 86.5 | 121.4 |
| Huanuco | 2213279 | 2007 | 405.06569 | 696888.83 | 2.5920714 | 874342.2 | 323624.2 | 88.9 | 132.6 |
| Huanuco | 2527872 | 2008 | 411.83153 | 1114528.6 | 2.7664034 | 919199 | 339501.4 | 89 | 136.34 |
| Huanuco | 2705018 | 2009 | 422.01878 | 1258223.3 | 3.2052557 | 917035 | 309202.8 | 85.5 | 138.93 |
| Huanuco | 2957658 | 2010 | 424.11798 | 1361192 | 3.213033 | 956962.2 | 311385.1 | 90.6 | 156.69881 |
| Huanuco | 3241719 | 2011 | 429.23508 | 1575972.5 | 2.9726844 | 931407.1 | 315558.7 | 90.1 | 167.40389 |

| | | | | | | | | | |
|---------|----------|------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------|-----------|
| Huanuco | 3799713 | 2012 | 431.16844 | 1999571.3 | 2.933428 | 925075.5 | 310228.2 | 89.7 | 179.10653 |
| Huanuco | 4122318 | 2013 | 439.03386 | 2154940.3 | 1.2918627 | 931063.9 | 316952.5 | 90.9 | 199.18336 |
| Huanuco | 4476561 | 2014 | 450.96978 | 2414315.5 | 2.8078766 | 946635.9 | 343470.5 | 92 | 194.30331 |
| Huanuco | 4886891 | 2015 | 458.58601 | 2588877.2 | 2.8477902 | 977534.8 | 335087.8 | 92.3 | 214.84681 |
| Huanuco | 5458780 | 2016 | 452.70357 | 2709482 | 2.5552019 | 963959.7 | 329601.5 | 91.5 | 243.00824 |
| Huanuco | 6043284 | 2017 | 451.52087 | 2971993.6 | 2.5609979 | 973660.3 | 355717.4 | 96.1 | 247.84556 |
| Ica | 4955986 | 2005 | 331.9 | 656510.78 | 8.4146902 | 773894.9 | 455991.3 | 92.7 | 1409.25 |
| Ica | 5416942 | 2006 | 333.9 | 722517.29 | 8.9903934 | 777513.1 | 469189.7 | 96 | 1474.91 |
| Ica | 6395066 | 2007 | 345.39545 | 996384.48 | 9.7114794 | 739363.9 | 441995.1 | 92.9 | 1432.04 |
| Ica | 8260474 | 2008 | 358.79337 | 1220028.7 | 10.497664 | 775672.6 | 462556.1 | 95.6 | 1605.4 |
| Ica | 8165006 | 2009 | 367.5462 | 1503901.8 | 10.320731 | 798280.2 | 459143.4 | 92.8 | 1711.27 |
| Ica | 9647917 | 2010 | 377.70048 | 1655409.4 | 10.220808 | 804116.6 | 469397.2 | 93.3 | 1928.2781 |
| Ica | 11017284 | 2011 | 389.56667 | 1860847.4 | 10.300918 | 788845.5 | 499198.6 | 92.7 | 2022.8857 |
| Ica | 11489846 | 2012 | 394.17696 | 1885074.9 | 10.728034 | 805947.9 | 490929.3 | 90.9 | 2122.7453 |
| Ica | 12880574 | 2013 | 404.38741 | 2092569.8 | 2.9661453 | 807866.2 | 482942.9 | 94.5 | 2406.5054 |
| Ica | 13593479 | 2014 | 404.49566 | 2277207.4 | 8.773342 | 823881.4 | 491518.7 | 93 | 2359.4219 |
| Ica | 15399323 | 2015 | 389.69496 | 2251680.7 | 8.5959638 | 822575.5 | 490810.8 | 95.7 | 2453.4809 |
| Ica | 15652612 | 2016 | 411.41184 | 2160746.6 | 8.3325511 | 836535.2 | 527380.3 | 97.7 | 2432.3826 |
| Ica | 16719552 | 2017 | 407.92306 | 2365522.8 | 8.3232334 | 851020 | 501663.7 | 97.2 | 2617.4016 |
| Junin | 6029473 | 2005 | 601.7 | 1127759.7 | 6.1763505 | 1362384 | 569947.6 | 86.8 | 1724.63 |
| Junin | 6818156 | 2006 | 625.4 | 1079410.7 | 6.6865355 | 1400041 | 566642.5 | 88.6 | 1136.8 |
| Junin | 6718803 | 2007 | 617.5147 | 1343808.1 | 7.5718673 | 1327230 | 636322.3 | 91.5 | 1224.68 |
| Junin | 7030013 | 2008 | 641.85035 | 1829145.9 | 8.0573271 | 1393273 | 671153.5 | 90 | 1296.36 |
| Junin | 6670099 | 2009 | 642.53251 | 2122220.7 | 7.9858104 | 1458177 | 701788.2 | 94.2 | 970.58 |
| Junin | 7159720 | 2010 | 656.29527 | 2185367.5 | 7.6379901 | 1477727 | 678792.6 | 92.7 | 884.37946 |
| Junin | 7812168 | 2011 | 675.31091 | 2506831.5 | 7.4520332 | 1442308 | 685250.4 | 95.3 | 927.60648 |
| Junin | 8668553 | 2012 | 678.42617 | 2642690 | 7.4636958 | 1456784 | 683088.6 | 93.3 | 1079.5223 |
| Junin | 9444186 | 2013 | 679.16575 | 3218135.9 | 10.903298 | 1464050 | 687082.3 | 94.6 | 1605.6953 |
| Junin | 10133154 | 2014 | 685.47354 | 3287133 | 5.979134 | 1461094 | 649798.8 | 91.1 | 2057.7707 |

| | | | | | | | | | |
|------------|----------|------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|------|-----------|
| Junin | 11055717 | 2015 | 698.13062 | 3597383.8 | 5.9456023 | 1477300 | 677058.1 | 93.8 | 2132.9612 |
| Junin | 11811867 | 2016 | 705.13583 | 3835055.6 | 5.9653664 | 1472581 | 671162.7 | 93.6 | 2025.8525 |
| Junin | 12374167 | 2017 | 699.71017 | 4093295.7 | 5.9284238 | 1481013 | 660867.7 | 95.7 | 2077.8754 |
| LaLibertad | 7621871 | 2005 | 735.7 | 1050590.6 | 9.3432224 | 1736107 | 784080.4 | 78.5 | 834.52 |
| LaLibertad | 8676968 | 2006 | 770.6 | 1129521.3 | 9.6098073 | 1784375 | 797069.7 | 79.8 | 963.65 |
| LaLibertad | 9644861 | 2007 | 791.25094 | 1549435.6 | 10.542494 | 1725548 | 850925.8 | 82.5 | 1126.06 |
| LaLibertad | 10799626 | 2008 | 807.6502 | 2231437.6 | 11.235558 | 1794445 | 827815 | 84.7 | 1303.65 |
| LaLibertad | 11679189 | 2009 | 864.32134 | 2492042.4 | 11.978376 | 1824433 | 835383.4 | 83 | 1303.19 |
| LaLibertad | 13135172 | 2010 | 889.66985 | 2873774.7 | 12.032886 | 1873696 | 864388.1 | 86.6 | 1428.6334 |
| LaLibertad | 13943674 | 2011 | 876.78466 | 3038402.9 | 12.07584 | 1874300 | 819128.7 | 86.2 | 1539.1294 |
| LaLibertad | 15521343 | 2012 | 911.17127 | 3430455.7 | 12.115778 | 1894541 | 864355.7 | 87.8 | 1710.2816 |
| LaLibertad | 17001108 | 2013 | 897.1821 | 4151413.4 | 7.7755632 | 1936270 | 883395.9 | 87.5 | 1784.0148 |
| LaLibertad | 18143469 | 2014 | 911.85491 | 4268461.1 | 9.7877298 | 1993808 | 928443.2 | 90.2 | 1837.0849 |
| LaLibertad | 19304810 | 2015 | 918.70022 | 4431115.8 | 9.2547356 | 2031742 | 953531.3 | 93.3 | 1919.6748 |
| LaLibertad | 20653436 | 2016 | 945.85214 | 4657742.7 | 9.1297179 | 2026588 | 996123.7 | 91.2 | 2018.6807 |
| LaLibertad | 21489569 | 2017 | 976.34747 | 4859931.3 | 9.0670036 | 2084750 | 1040897 | 91.4 | 1997.2039 |
| Lambayeque | 5538318 | 2005 | 523.8 | 846152.3 | 7.4375829 | 1279789 | 514225.3 | 84.3 | 386.66 |
| Lambayeque | 6071660 | 2006 | 524.1 | 842330.44 | 7.9567198 | 1299394 | 495913.5 | 84.7 | 416.23 |
| Lambayeque | 6074453 | 2007 | 571.57795 | 1099526.4 | 8.9925956 | 1211316 | 504123.1 | 87.3 | 459.48 |
| Lambayeque | 6878820 | 2008 | 574.99993 | 1528364.4 | 9.6343918 | 1278819 | 493268.4 | 82.9 | 511.62 |
| Lambayeque | 7501689 | 2009 | 606.12556 | 1760623.5 | 10.701611 | 1296044 | 526581.3 | 88.1 | 540.58 |
| Lambayeque | 8323747 | 2010 | 614.18782 | 1913912.2 | 11.188073 | 1320040 | 511842.7 | 90.9 | 574.12108 |
| Lambayeque | 9219481 | 2011 | 610.47253 | 2234257.7 | 11.337905 | 1303465 | 506169.5 | 90.5 | 627.87757 |
| Lambayeque | 10288254 | 2012 | 616.31296 | 2371760.5 | 11.540493 | 1311278 | 502187.1 | 88.1 | 655.19572 |
| Lambayeque | 11003645 | 2013 | 617.55477 | 2499458.9 | 12.02733 | 1334801 | 502538.6 | 89.3 | 746.79894 |
| Lambayeque | 11740698 | 2014 | 602.90881 | 2605080 | 9.6586007 | 1348827 | 532374.1 | 92.4 | 735.4326 |
| Lambayeque | 12757007 | 2015 | 615.6927 | 2777827.5 | 9.0859242 | 1369073 | 580206.5 | 90 | 761.7443 |
| Lambayeque | 13654633 | 2016 | 633.96129 | 2807108.3 | 9.0366023 | 1356880 | 594904.3 | 92.2 | 800.13743 |
| Lambayeque | 1.44E+07 | 2017 | 628.41641 | 3396838.7 | 9.0372727 | 1373477 | 615483.5 | 87.2 | 804.76611 |

| | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------|-----------|
| Lima | 113705849 | 2005 | 4090.8 | 30175861 | 18.675675 | 9105707 | 6995356 | | 9389.73 |
| Lima | 127388863 | 2006 | 4416.4 | 33180913 | 19.621677 | 9447275 | 6818154 | | 10006.08 |
| Lima | 129864489 | 2007 | 4723.5417 | 34905798 | 22.079689 | 8858885 | 7206120 | 92.5 | 10795.27 |
| Lima | 145942230 | 2008 | 4839.4913 | 39445808 | 23.616271 | 9254544 | 7301068 | 87.7 | 11801.65 |
| Lima | 156070090 | 2009 | 4938.4606 | 40941977 | 23.82555 | 9474650 | 7453400 | 90.3 | 11964.43 |
| Lima | 175391173 | 2010 | 5094.7233 | 44092783 | 22.563598 | 9722584 | 7627876 | 91 | 13391.599 |
| Lima | 193352830 | 2011 | 5200.9249 | 46754038 | 23.197755 | 9635308 | 6718497 | 92.2 | 14683.74 |
| Lima | 214131553 | 2012 | 5354.8173 | 49098814 | 23.473117 | 9809689.6 | 7488057 | 92.2 | 15511.994 |
| Lima | 233401488 | 2013 | 5351.12 | 54197413 | 11.29978 | 10024397 | 7590530 | 93.1 | 15920.195 |
| Lima | 250588281 | 2014 | 5332.2435 | 63770625 | 37.843483 | 10219027 | 7691944 | 95.3 | 16700.135 |
| Lima | 271204860 | 2015 | 5437.7494 | 69006530 | 36.758803 | 10403213 | 7606550 | 96.2 | 17486.425 |
| Lima | 290863848 | 2016 | 5576.7447 | 69912406 | 35.776652 | 10517951 | 7722194 | 95.3 | 17682.343 |
| Lima | 303561888 | 2017 | 5723.7119 | 76242363 | 35.258643 | 10653789 | 7924513 | 93.2 | 17727.681 |
| Loreto | 3668622 | 2005 | 419.7 | 751799.26 | 3.8605113 | 977510.5 | 355525.4 | 80.1 | 658.18 |
| Loreto | 4058655 | 2006 | 432.6 | 821859.19 | 4.5706629 | 1034693 | 380290.6 | 88.7 | 711.22 |
| Loreto | 3881940 | 2007 | 461.50059 | 1176411.5 | 5.6043877 | 993588.2 | 430126.1 | 82.7 | 699.96 |
| Loreto | 4413724 | 2008 | 441.69987 | 1462330.2 | 6.3310531 | 1063811 | 410862.1 | 79.3 | 798.41 |
| Loreto | 4521349 | 2009 | 448.06186 | 1513146 | 6.7992867 | 1072257 | 438064.7 | 77.6 | 881.38 |
| Loreto | 4983483 | 2010 | 455.57347 | 1771063.9 | 8.7245968 | 1097120 | 464493.8 | 77.3 | 1051.9688 |
| Loreto | 5546378 | 2011 | 462.34255 | 2267929.9 | 8.7768197 | 1125724 | 469505.8 | 75.3 | 1081.641 |
| Loreto | 6215823 | 2012 | 485.42172 | 2413923.2 | 9.0814816 | 1.13E+06 | 460371.3 | 75.3 | 1055.6169 |
| Loreto | 6549201 | 2013 | 499.28575 | 2679791.8 | 23.419442 | 1.16E+06 | 445848.4 | 85.2 | 1073.6003 |
| Loreto | 6986478 | 2014 | 493.48436 | 2866935 | 7.5094009 | 1.16E+06 | 481511.2 | 85.3 | 1163.0757 |
| Loreto | 7482153 | 2015 | 495.34688 | 2869039.8 | 6.8237929 | 1.16E+06 | 445460.1 | 86.8 | 991.1893 |
| Loreto | 7981849 | 2016 | 500.07804 | 2963970.1 | 5.812125 | 1.17E+06 | 458338.6 | 87.5 | 572.12708 |
| Loreto | 8453401 | 2017 | 505.05934 | 3486564.9 | 5.1463702 | 1175061 | 454903 | 91.2 | 752.68968 |
| MadredeDios | 493567 | 2005 | 53.1 | 122275.79 | 3.6557345 | 121117.8 | 55335.25 | 92.4 | 18.4 |
| MadredeDios | 552342 | 2006 | 56.4 | 234824.73 | 3.7205788 | 124319.6 | 57918.6 | 94.3 | 20.31 |
| MadredeDios | 774015 | 2007 | 61.987671 | 236215.27 | 4.3929227 | 110563.9 | 55985.57 | 91.3 | 22.85 |

| | | | | | | | | | |
|-------------|---------|------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------|-----------|
| MadredeDios | 883015 | 2008 | 64.484662 | 308945.53 | 5.8999424 | 119584.7 | 59571.15 | 93.3 | 27.36 |
| MadredeDios | 968321 | 2009 | 66.873391 | 952047.26 | 6.2637996 | 132383.8 | 63312.36 | 93.7 | 31.71 |
| MadredeDios | 1081346 | 2010 | 69.335754 | 583814.46 | 7.1820816 | 140393.8 | 66599.07 | 93.6 | 39.521578 |
| MadredeDios | 1133275 | 2011 | 68.663094 | 567448.11 | 5.012959 | 139607.4 | 65886 | 90.6 | 49.3199 |
| MadredeDios | 1222986 | 2012 | 72.337619 | 653477.23 | 6.6087727 | 141132.5 | 68705.52 | 92.2 | 56.370735 |
| MadredeDios | 1305516 | 2013 | 75.010237 | 852447.52 | 9.4408112 | 146893.9 | 68170.55 | 92.5 | 61.184297 |
| MadredeDios | 1409335 | 2014 | 75.909685 | 755025.71 | 5.2554257 | 151331 | 70669.08 | 92.8 | 64.410287 |
| MadredeDios | 1500927 | 2015 | 79.029079 | 811247.06 | 5.535905 | 154107.5 | 76432.92 | 93.3 | 67.9967 |
| MadredeDios | 1633625 | 2016 | 77.847813 | 817244.6 | 5.6289792 | 151814.8 | 70891.55 | 92.9 | 77.501329 |
| MadredeDios | 1705690 | 2017 | 81.908679 | 880251.88 | 5.3708034 | 156649.5 | 81497.36 | 93.9 | 85.636056 |
| Moquegua | 2849853 | 2005 | 87.7 | 200889.1 | 7.8066121 | 171791.9 | 74168.6 | 90.6 | 1569.47 |
| Moquegua | 3596213 | 2006 | 87.2 | 244699.47 | 8.3922223 | 175581.4 | 76679.08 | 95.8 | 1591.83 |
| Moquegua | 4278729 | 2007 | 89.261711 | 664728.01 | 9.3285536 | 173697.6 | 73667.67 | 93.4 | 1701.16 |
| Moquegua | 4531031 | 2008 | 87.202672 | 838708.12 | 8.9046164 | 173364.3 | 81323.78 | 95.6 | 1780.47 |
| Moquegua | 4016541 | 2009 | 90.21964 | 860179.22 | 8.792602 | 181449.3 | 89670.43 | 95 | 1793.71 |
| Moquegua | 5101775 | 2010 | 94.88591 | 974952.05 | 8.8590177 | 183521 | 90993.45 | 97.8 | 1825.6061 |
| Moquegua | 5375523 | 2011 | 93.911105 | 763660.11 | 8.2641037 | 184190.2 | 90745.87 | 96.7 | 1858.6493 |
| Moquegua | 4881286 | 2012 | 98.308976 | 993571.71 | 8.4485355 | 188902.2 | 93013.13 | 95.4 | 1812.8122 |
| Moquegua | 5629065 | 2013 | 100.60627 | 1106820.3 | 6.7829412 | 191576.7 | 89948.31 | 99.1 | 1854.5938 |
| Moquegua | 5305084 | 2014 | 100.21671 | 1194415.1 | 7.2567284 | 195127 | 90157.89 | 95.1 | 1850.6463 |
| Moquegua | 5438630 | 2015 | 99.673804 | 948809.69 | 7.3765624 | 199686 | 95425 | 97.2 | 1999.0858 |
| Moquegua | 5619283 | 2016 | 101.46533 | 1129331.4 | 7.3645648 | 197639.6 | 94231.75 | 96.3 | 1888.6023 |
| Moquegua | 6420453 | 2017 | 102.27922 | 1223305.9 | 7.4869435 | 200639.7 | 94455.58 | 98.1 | 1901.0029 |
| Pasco | 1021987 | 2005 | 118.1 | 329847.53 | 2.2173511 | 312537.1 | 101422.6 | 92.6 | 497.57 |
| Pasco | 1171990 | 2006 | 123.5 | 424822.3 | 2.1961681 | 316393.6 | 105096.8 | 88.9 | 516.15 |
| Pasco | 1060679 | 2007 | 127.85366 | 443898.65 | 2.6728046 | 293611.8 | 102021.2 | 89.5 | 552.72 |
| Pasco | 1187744 | 2008 | 127.23879 | 781435.25 | 2.8818934 | 301915.4 | 106948.5 | 93.2 | 611.99 |
| Pasco | 1275374 | 2009 | 148.42489 | 906438.88 | 2.6319545 | 315871.7 | 113316.8 | 90.4 | 608.12 |
| Pasco | 1384609 | 2010 | 148.97061 | 845458.25 | 2.5586726 | 317895.4 | 115728.1 | 91.6 | 643.02785 |

| | | | | | | | | | |
|-------|----------|------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------|-----------|
| Pasco | 1474738 | 2011 | 149.02375 | 863025.63 | 2.2295869 | 319783.1 | 113154.8 | 94 | 699.23529 |
| Pasco | 1675923 | 2012 | 152.12278 | 999896.74 | 2.0925304 | 317840.1 | 106809.4 | 91.4 | 699.24456 |
| Pasco | 1904213 | 2013 | 153.39016 | 1246890 | 8.286222 | 318690 | 101641 | 90.5 | 629.84614 |
| Pasco | 2015261 | 2014 | 151.48103 | 1092238.5 | 1.6831457 | 327320.6 | 112345.9 | 90.4 | 697.8511 |
| Pasco | 2252130 | 2015 | 152.77111 | 1294662.8 | 1.60106 | 333533.3 | 105904.3 | 95.1 | 820.0839 |
| Pasco | 2352868 | 2016 | 160.17122 | 1330934 | 1.5811816 | 330456.9 | 113090.4 | 94.2 | 875.9539 |
| Pasco | 2447954 | 2017 | 159.96433 | 1330493.5 | 1.5472962 | 329504.2 | 112344.8 | 95.8 | 878.57705 |
| Piura | 8464640 | 2005 | 753.7 | 1008395.7 | 5.6217859 | 1888341 | 560921 | 79.7 | 646.19 |
| Piura | 9675765 | 2006 | 761.9 | 1158031.8 | 6.3109654 | 1934538 | 512764.6 | 83.8 | 726.52 |
| Piura | 9019382 | 2007 | 828.61469 | 1646985.3 | 7.3970571 | 1801571 | 567067.1 | 81.8 | 776.33 |
| Piura | 10173087 | 2008 | 811.85734 | 2130172.6 | 7.384955 | 1852767 | 558187.5 | 82.2 | 838.78 |
| Piura | 10236431 | 2009 | 848.02449 | 2386627.1 | 8.0647468 | 1948177 | 539847.1 | 86.4 | 870.71 |
| Piura | 11664488 | 2010 | 859.28306 | 2725974.5 | 7.7864903 | 1988463 | 555341.2 | 86.3 | 1033.5016 |
| Piura | 13740866 | 2011 | 842.76044 | 2917328.5 | 7.6408206 | 1905651 | 589421.7 | 89.8 | 1204.5361 |
| Piura | 16311707 | 2012 | 867.58406 | 3537207.3 | 7.7395154 | 1910306 | 578548 | 87.6 | 1314.3913 |
| Piura | 17113809 | 2013 | 869.35685 | 4063722.7 | 2.0622105 | 1941274 | 562537.9 | 89.8 | 1351.3116 |
| Piura | 18175990 | 2014 | 890.14422 | 4470279.5 | 6.1066466 | 1981915 | 576209.4 | 90.2 | 1494.0979 |
| Piura | 20391008 | 2015 | 887.5391 | 4881680.8 | 5.8467465 | 2006640 | 529531.3 | 92.4 | 1539.9576 |
| Piura | 21046347 | 2016 | 894.58192 | 4660195.6 | 5.6927554 | 1995226 | 608533.1 | 94.8 | 1464.1008 |
| Piura | 22086703 | 2017 | 904.9664 | 5408114.4 | 5.5861016 | 2030731 | 617390.1 | 87.6 | 1454.7155 |
| Puno | 4062422 | 2005 | 728.9 | 862639.11 | 2.3276644 | 1439818 | 325411.8 | 89.1 | 247.11 |
| Puno | 4474534 | 2006 | 727.7 | 938289.64 | 2.416317 | 1443773 | 321264.1 | 93.7 | 274.81 |
| Puno | 4118176 | 2007 | 713.59331 | 1295851.2 | 2.6369154 | 1407455 | 358092.2 | 93.2 | 295.69 |
| Puno | 4635332 | 2008 | 717.24227 | 1823236.4 | 2.8028182 | 1463076 | 359593.8 | 88.2 | 335.82 |
| Puno | 5067214 | 2009 | 736.16764 | 2314849.3 | 3.0706088 | 1499172 | 362650.5 | 93.1 | 350.96 |
| Puno | 5617693 | 2010 | 759.16434 | 2634125.6 | 2.7070101 | 1519275 | 374494 | 92.2 | 381.57785 |
| Puno | 6188240 | 2011 | 765.11643 | 3046372.8 | 2.5338418 | 1502779 | 380812 | 93.6 | 401.80997 |
| Puno | 6820130 | 2012 | 765.23585 | 3139183 | 2.7177484 | 1512858 | 425192 | 96.9 | 430.17651 |
| Puno | 7646975 | 2013 | 780.96504 | 3704448.6 | 7.442208 | 1527335 | 402652.7 | 95.6 | 468.00618 |

| | | | | | | | | | |
|-----------|----------|------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------|-----------|
| Puno | 8221672 | 2014 | 795.73364 | 4172371.9 | 2.5261343 | 1534443 | 406176.1 | 97.5 | 485.48083 |
| Puno | 8670950 | 2015 | 775.85467 | 4061895.1 | 2.5691309 | 1574043 | 405617.5 | 93.9 | 505.83167 |
| Puno | 9484083 | 2016 | 770.92314 | 4504570.1 | 2.3607569 | 1572172 | 409645.3 | 95.5 | 525.34579 |
| Puno | 10060876 | 2017 | 775.05285 | 4702630.1 | 2.3413797 | 1568794 | 436917.8 | 95.7 | 557.47077 |
| SanMartin | 2125009 | 2005 | 374.6 | 514593.18 | 3.6004666 | 825748.9 | 383548.8 | 79.7 | 112.76 |
| SanMartin | 2274420 | 2006 | 375.4 | 589672.33 | 3.6785576 | 838184.1 | 400991.9 | 75.3 | 118.08 |
| SanMartin | 2356768 | 2007 | 393.58138 | 892201.86 | 4.1702341 | 788397.6 | 407081 | 80.4 | 134.42 |
| SanMartin | 2718874 | 2008 | 392.11584 | 1213669.8 | 4.7434923 | 838848.4 | 422800.6 | 83.2 | 151.72 |
| SanMartin | 2883127 | 2009 | 390.26537 | 1250830.1 | 4.8751421 | 863561.8 | 440538.3 | 82 | 163.49 |
| SanMartin | 3131555 | 2010 | 418.31493 | 1355361.8 | 4.9696313 | 862456.9 | 427440.5 | 82.7 | 185.23705 |
| SanMartin | 3377186 | 2011 | 429.37593 | 1476612.8 | 4.6501184 | 861688.2 | 446821 | 85.2 | 205.55131 |
| SanMartin | 3925064 | 2012 | 415.87814 | 1908925.6 | 4.5384544 | 882685.5 | 449384.5 | 85.6 | 228.22377 |
| SanMartin | 4172655 | 2013 | 429.11168 | 2135188.5 | 2.683066 | 900293.4 | 451443.2 | 88.4 | 252.05935 |
| SanMartin | 4586087 | 2014 | 430.79254 | 2312887.3 | 3.3061489 | 912763 | 449934.6 | 88.1 | 254.81972 |
| SanMartin | 5013139 | 2015 | 418.8542 | 2833286.9 | 3.2288285 | 933154.4 | 464385 | 91.9 | 299.0945 |
| SanMartin | 5285500 | 2016 | 446.49437 | 2669449.3 | 3.1580526 | 942037.3 | 505508.1 | 90 | 320.96993 |
| SanMartin | 5747082 | 2017 | 472.23995 | 3011849.3 | 3.1347509 | 943759.8 | 480946.2 | 86.4 | 337.58084 |
| Tacna | 2333578 | 2005 | 150.2 | 306631.25 | 10.527553 | 316938.3 | 194782 | 98 | 134.21 |
| Tacna | 2605843 | 2006 | 154.1 | 353922.64 | 10.96442 | 323010.9 | 198391.4 | 98.3 | 143.34 |
| Tacna | 2361827 | 2007 | 155.36882 | 779732.75 | 11.532351 | 312936.8 | 226799.6 | 97 | 154.34 |
| Tacna | 2713334 | 2008 | 164.51591 | 1056098.9 | 9.5898311 | 325718.9 | 233979.9 | 95.5 | 171.34 |
| Tacna | 2832773 | 2009 | 157.17916 | 1240157.6 | 10.034431 | 335725.2 | 228964.7 | 95.5 | 182.39 |
| Tacna | 3139208 | 2010 | 166.85045 | 1206450.8 | 9.3826946 | 341371.7 | 248353.6 | 97.9 | 197.73268 |
| Tacna | 3427525 | 2011 | 169.83299 | 1086221.1 | 9.7872519 | 338142.3 | 252977.7 | 97.7 | 205.80025 |
| Tacna | 3767115 | 2012 | 169.57975 | 1226855.7 | 10.028441 | 342324.2 | 252352.9 | 96.7 | 216.74106 |
| Tacna | 4149355 | 2013 | 172.5417 | 1395683 | 4.3463091 | 350307.6 | 251093.3 | 98.6 | 243.36044 |
| Tacna | 4338909 | 2014 | 178.00044 | 1461964.4 | 8.2664238 | 353961.6 | 267145.2 | 96.1 | 253.86109 |
| Tacna | 4609049 | 2015 | 173.2595 | 1244390.6 | 8.3338425 | 365734.9 | 271218.4 | 96.8 | 261.15851 |
| Tacna | 5091778 | 2016 | 182.47851 | 1672601.3 | 8.6768174 | 360240.9 | 257575 | 98.8 | 273.88754 |

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------|-----------|
| Tacna | 5463889 | 2017 | 179.52399 | 1832375.9 | 8.8472054 | 368832.3 | 282108 | 98.7 | 290.86878 |
| Tumbes | 973941 | 2005 | 109.1 | 225828.42 | 5.4975153 | 214679.5 | 72642.01 | 93.5 | 100.66 |
| Tumbes | 1067485 | 2006 | 111.9 | 283959.92 | 5.7108085 | 218819.1 | 74180.34 | 94.3 | 104.67 |
| Tumbes | 1192507 | 2007 | 118.50922 | 425418.14 | 6.8571903 | 213726.7 | 80139.94 | 87.7 | 117.82 |
| Tumbes | 1337829 | 2008 | 114.66394 | 474747.85 | 6.6271758 | 228376.6 | 93441.51 | 81.7 | 127.55 |
| Tumbes | 1471861 | 2009 | 116.11209 | 598858.85 | 6.3042064 | 232361.7 | 95626.34 | 87.9 | 134.5 |
| Tumbes | 1586231 | 2010 | 120.21653 | 661941.72 | 6.0154735 | 237001.3 | 101150.2 | 88.4 | 135.2718 |
| Tumbes | 1711151 | 2011 | 121.58532 | 703510.49 | 5.2560358 | 239886.1 | 98323.75 | 89.8 | 151.92576 |
| Tumbes | 2031723 | 2012 | 123.22422 | 886314.34 | 5.6062464 | 244259.9 | 94348.61 | 92.3 | 165.77038 |
| Tumbes | 2164192 | 2013 | 123.63964 | 874533.61 | 10.458219 | 249138.3 | 110797.5 | 91.1 | 181.36283 |
| Tumbes | 2354780 | 2014 | 125.05321 | 963259.05 | 5.1202489 | 261406.7 | 116594.9 | 93.7 | 195.67512 |
| Tumbes | 2448138 | 2015 | 124.69945 | 996317.64 | 5.3680698 | 269027.5 | 116132.9 | 94.4 | 204.59188 |
| Tumbes | 2574825 | 2016 | 128.88286 | 900366.79 | 4.7819195 | 260585.2 | 126189.1 | 95.1 | 208.52869 |
| Tumbes | 2748308 | 2017 | 132.28283 | 999916.95 | 4.8331057 | 265054.6 | 125941.8 | 95.5 | 223.36807 |
| Ucayali | 2105564 | 2005 | 198.5 | 421769.89 | 4.5502906 | 474236.9 | 195254.6 | 86.4 | 136.13 |
| Ucayali | 2315977 | 2006 | 200.6 | 506468.48 | 5.2888007 | 477095 | 199098.5 | 93 | 146.14 |
| Ucayali | 2384546 | 2007 | 219.1285 | 599542.27 | 5.932528 | 472945.4 | 235845.4 | 85.7 | 162.05 |
| Ucayali | 2681126 | 2008 | 231.72111 | 833607.6 | 6.5446336 | 507481 | 226869.6 | 85.1 | 180.44 |
| Ucayali | 2765074 | 2009 | 241.06287 | 976533.01 | 8.4308025 | 529033.1 | 233666.6 | 82.2 | 185.41 |
| Ucayali | 3020592 | 2010 | 248.83183 | 1030750 | 8.8028438 | 531131.6 | 242266.5 | 87.2 | 203.33605 |
| Ucayali | 3285578 | 2011 | 253.14367 | 1037325 | 8.8562394 | 533441.4 | 244069 | 83.5 | 212.77598 |
| Ucayali | 3646519 | 2012 | 258.19308 | 1180313.1 | 8.6284308 | 534132 | 249739.5 | 82.8 | 223.88746 |
| Ucayali | 3914846 | 2013 | 259.29895 | 1398068.5 | 13.499125 | 544566.2 | 251714 | 82.2 | 239.07683 |
| Ucayali | 4189854 | 2014 | 271.64764 | 1644306.2 | 6.3468614 | 550932.9 | 286151.6 | 82.5 | 259.96703 |
| Ucayali | 4451798 | 2015 | 267.193 | 1654179.1 | 6.1612867 | 558459.8 | 280794.5 | 85.7 | 290.42799 |
| Ucayali | 4807953 | 2016 | 275.00415 | 1944528.3 | 5.9056796 | 552842.1 | 302605.8 | 91 | 294.57806 |
| Ucayali | 4957162 | 2017 | 270.96562 | 2063044.9 | 5.878513 | 555685.2 | 293907.1 | 89.2 | 303.33833 |

***Nota:**

PBI: Producto Bruto Interno Real

L: Población Económicamente Activa

S: Gasto de Capital

TF: Servicio de telefonía fija

N: Población

Mig: Migración Neta

Escolar: Nivel secundario de la población por departamento

Con_Elec: Consumo de energía eléctrica

Anexo D

DO FILE

```
cd " "
```

**** BASES DE DATOS**

```
*Base de datos del PBI, Dpto y año
```

```
use pbitotal.dta , clear  
rename Dptos Dpto  
rename year Año  
rename total Y  
save pbi, replace
```

```
*Base de datos de la Pea, Dpto y año
```

```
use bpea2002, clear  
append using bpea2003 bpea2004 ///  
bpea2005 bpea2006 bpea2007 bpea2008 ///  
bpea2009 bpea2010 bpea2011 bpea2012 ///  
bpea2013 bpea2014 bpea2015 bpea2016 ///  
bpea2017  
rename Dptos Dpto  
rename year Año  
replace Dpto = substr(Dpto, " ", " ", .)  
rename pea L  
save Pea, replace
```

```
*Unión de bases de datos pbi y pea
```

```
use pbi, clear  
merge 1:1 Dpto Año using Pea, nogen  
preserve
```

```
*Base de datos del Gasto, Dpto y año
```

```
use gastototal, clear  
rename Dptos Dpto  
rename a Año  
drop gastop  
rename gasto S  
save gasto, replace  
restore
```

```
*Unión de base de datos del Gasto, pbi y pea
```

```
merge 1:1 Dpto Año using gasto, nogen  
preserve
```

```
*Base de datos de línea telef, Dpto y año
```

```
use lintotalesfin , clear  
rename Dptos Dpto  
rename y Año
```

```
collapse (sum) lineas, by(Dpto Año)
replace Dpto = substr(Dpto, " ", "", .)
rename lineas TF
save lineas, replace
restore
*Unión de base de datos de TF, Gasto, pbi y pea
merge 1:1 Dpto Año using lineas, nogen
drop if Año<=2003
```

```
*Union de base de datos TF, Gasto, pbi, pea y Migracion (Pob)
merge 1:1 Dpto Año using migra, nogen
preserve
```

```
*Base de datos de Educación, Dpto y año
use ES2002, clear
append using ES2003 ES2004 ES2005 ///
ES2006 ES2007 ES2008 ES2009 ///
ES2010 ES2011 ES2012 ES2013 ///
ES2014 ES2015 ES2016 ES2017
replace escolar = substr(escolar, " ", ".")
destring escolar, replace force
rename Dptos Dpto
rename y Año
replace Dpto = substr(Dpto, "Í", "I", .)
replace Dpto = substr(Dpto, "Á", "A", .)
replace Dpto= proper(Dpto)
replace Dpto = substr(Dpto, " ", "", .)
replace Dpto = "MadredeDios" if ///
Dpto=="MadreDeDios"
drop if Año<=2003
save educ, replace
restore
*Ordena la base de datos de Educacion
merge 1:1 Dpto Año using educ, nogen
preserve
```

```
*Unión base de datos TF, Gasto, pbi, pea, Migracion (Pob)
*y educación
use base2, clear
rename De Dpto
rename Años Año
keep Dpto Con Año
replace Dpto= proper(Dpto)
replace Dpto = substr(Dpto, " ", "", .)
drop if Dpto=="Callao"
drop if Año==2018
replace Dpto = "MadredeDios" if ///
Dpto=="MadreDeDios"
save base3, replace
restore
```

```

*Unión base de datos TF, Gasto, pbi, pea, Migracion (Pob),
*educación y Consumo de electricidad
merge 1:1 Dpto Año using base3
*keep if _merge==3
drop _merge

```

**VARIABLES DEL MODELO

```
*RMW - Pbi Per cápita
```

```
g Y_L = Y/L
```

```
* Creamos la Variable Dependiente
```

```
encode Dpto, g(dpto)
```

```
drop Dpto
```

```
*Información de la base de datos
```

```
xtset dpto Año
```

```
*****
```

```
//Variable dependiente Final - Tasa de crec del PBI per cápita
```

```
g growth =ln(Y_L )-ln(l.Y_L )
```

```
// Crecimiento poblacional
```

```
gen crep = N[_n]/N[_n-1]-1
```

```
lab var crep "Crecimiento Poblacional"
```

```
g lngd=ln(0.05+crep)
```

```
*Ln del gasto
```

```
gen ls = ln(S)
```

```
*Tasa de crec de la migración
```

```
g mc =ln(Mig )-ln(l.Mig )
```

```
*Ln de la migración
```

```
gen lM = ln(Mig)
```

```
*Ln de Telefonía fija
```

```
g lTF = ln(TF)
```

```
*Ln de educación
```

```
g kh = ln(escolar)
```

```
*Tasa de crec del cons de energía electrica
```

```
g cele =ln(Con_Elec )-ln(l.Con_Elec)
```

```
*Ln del pbi per cápita
```

```
g ly = ln(l.Y_L)
```

```
*Ln del cons de energía electrica
```

```
g le= ln(Con_Elec )
```


**MODELOS ECONOMÉTRICOS

* Regresiones MCO

```
reg growth ly kh ls lngd
estimates store m1
reg growth ly le kh ls lngd IM TF
estimates store m2
reg growth ly cele kh ls lngd IM TF
estimates store m3
reg growth ly cele kh ls lngd mc TF
estimates store m4
reg growth ly cele kh ls lngd mc TF ,r
estimates store m5
```

* Datos Panel

* Modelo Pooled - manteniendo fijo dpto

```
xi: reg growth ly cele kh ls lngd mc TF i.Año
estimates store m6
xi: reg growth ly cele kh ls lngd mc TF i.Año,r
estimates store m7
estout m*, cells(b(star fmt(3)) se(par fmt(2))) ///
varlabels(_cons Constante) ///
stats(r2 r2_p bic ll, fmt(3 3 3 3) label(R2 Pseudo_R2 BIC))
esttab m5 m6 m7 using Pooled.doc, r2 pr2 aic bic replace
testparm _I*
```

*Modelo de efectos fijos - manteniendo fijo año

```
xi: reg growth ly cele kh ls lngd mc TF i.dpto
estimates store m8
xi: reg growth ly cele kh ls lngd mc TF i.dpto,r
estimates store m9
esttab m8 m9 using EF.doc, r2 pr2 aic bic replace
```

*Prueba para determinar si se elige modelo pooled o efectos fijos

```
testparm _I*
xi: reg growth ly cele kh ls lngd mc TF i.Año i.dpto,r
```

*Prueba de Hausman

```
xtreg growth ly cele kh ls lngd mc TF i.Año, fe
estimates store ef
xtreg growth ly cele kh ls lngd mc TF i.Año, fe r
xtreg growth ly cele kh ls lngd mc TF i.Año, re
estimates store ea
*Ho: Diferencia en coeficientes no sistemáticos
*Si  $p < 0.05$  entonces se rechaza Ho y se elige el modelo de ef
asdoc hausman ef, save(hausman.doc)
```

*Guardar Modelo de Efectos Aleatorios

```
xtreg growth ly cele kh ls lngd mc TF i.Año, re r
esttab ef ea using Panel.doc, r2 pr2 aic bic replace
```

```
*Se incluye los cuadros de estadística descriptiva
asdoc sum growth ly cele kh ls lngd mc TF, save(cuadro1.doc)
asdoc corr growth ly cele kh ls lngd mc TF, save(cuadro2.doc)
```

```
*Modelo que incluye efectos espaciales - Modelo Final
preserve
```

```
*BD de Coordenadas
```

```
use peruc, clear
```

```
drop if _ID==7 | _ID==15
```

```
save Pc, replace
```

```
*Base de regiones
```

```
use peru, clear
```

```
cap spmat drop Weight
```

```
drop if NAME_1=="Callao" | NAME_1=="Lima Province"
```

```
spmat contiguity Weight using Pc, id(_ID)
```

```
spmat summarize Weight, links
```

```
restore
```

```
*ssc install xsmle
```

```
drop if ly==.
```

```
*drop if lngd==.
```

```
drop if cele==.
```

```
xtset dpto Año
```

```
*Estima el modelo final incluyendo la variable peso
```

```
xi: xsmle growth ly cele kh ls Mig lTF i.Año, wmat(Weight) model(sdm) fe robust
```

```
estimates store mespacial
```

```
esttab mespacial using espacial.doc, r2 pr2 aic bic replace
```

```
predict ru, a
```

```
table dpto, c(mean ru)
```

```
*OBJETIVO 1
```

```
sum cele growth
```

```
scatter cele growth if Año==2017, yline(.0711302) xline(.0686066)
```

```
**Cuadrante 1 (3 DEP)
```

```
list dpto if cele>.0711302 & growth<.0686066 & Año==2017
```

```
corr kh ls Mig lTF lngd if cele>.0711302 & growth<.0686066 & Año==2017
```

```
**Cuadrante 2 (17 DEP)
```

```
list dpto if cele<.0711302 & growth<.0686066 & Año==2017
```

```
corr kh ls Mig lTF lngd if cele<.0711302 & growth<.0686066 & Año==2017
```

```
**Cuadrante 3 (3 DEP)
```

```
list dpto if cele<.0711302 & growth>.0686066 & Año==2017
```

```
corr kh ls Mig lTF lngd if cele<.0711302 & growth>.0686066 & Año==2017
```

```
**Cuadrante 4 (1 DEP)
```

```
list dpto if cele>.0711302 & growth>.0686066 & Año==2017
```

```
corr kh ls Mig lTF lngd if cele>.0711302 & growth>.0686066 & Año==2017
```