

**c  
i  
n  
v  
e**

---

**centro de investigaciones económicas**

Desarrollo Económico Regional y  
Clubes de Convergencia en Uruguay

Diego Aboal  
Bibiana Lanzilotta  
Martin Pereyra  
Paz Queraltó

Documento de trabajo

---

**DT. 01/2018**  
**Junio 2018**  
**ISSN: 1688-6186**

## Resumen<sup>1</sup>

Este trabajo contribuye a la literatura de desarrollo regional proponiendo un indicador multidimensional para su medición y aplicando una metodología novedosa en la literatura (Phillips y Sul, 2007), para el análisis de convergencia de regiones que permite contrastar procesos de convergencia global y en clubes. El análisis de convergencia descarta la hipótesis de convergencia global en materia de desarrollo para el período analizado, pero sí identifica convergencia en clubes, distinguiendo 3 con dinámicas de desarrollo específicas.

**Clasificación JEL:** O18; C33.

**Palabras clave:** desarrollo económico; convergencia regional; clubes.

---

<sup>1</sup> Los autores agradecen a ANII- Fondo sectorial de equidad- por el financiamiento y los comentarios de Irene Centurión y Valentina Cancela. Todos los errores y limitaciones restantes son responsabilidad de los autores.

## 1. Introducción

Muchos estudios analizan la convergencia regional sobre variables económicas tales como el PIB o ingreso per cápita (e.g. Barro y Sala-i-Martin, 1991; Bartkowska y Riedl, 2012; Borsi y Metiu, 2015). En este estudio abordamos la convergencia de las regiones desde un punto de vista más amplio, como es el desarrollo. Para ello, primero se construye un indicador de desarrollo regional compuesto por cuatro dimensiones: seguridad ciudadana y sistema de derecho, sociedad preparada y sana, mercados de factores eficiente y dinámicos e infraestructura física y tecnológica. A partir de este indicador multidimensional se analiza la convergencia en materia de desarrollo de los departamentos del Uruguay aplicando la novedosa metodología de Philips y Sul (2007).

La metodología de Philips y Sul (2007), permite, en el caso de no existir convergencia global, la identificación de manera endógena de clubs de regiones que convergen siguiendo la misma senda de crecimiento, lo que supone una ventaja frente a otras metodologías en las que la determinación de los clubs se realiza ex ante, lo que limita en gran medida los resultados obtenidos (Barrios y Flores, 2016). Así, se investiga si los departamentos se encuentran en un proceso de convergencia hacia un mismo estado estacionario, o hacia distintos estados estacionarios dependiendo del club, y se determina la velocidad de este proceso. El proceso de convergencia en desarrollo se analiza para los 19 departamentos de Uruguay durante el período 2006-2015. Los datos obtenidos de distintas fuentes permiten crear un panel de datos compuesto por 190 observaciones.

La literatura referida al desarrollo regional y sobre todo a la convergencia en Uruguay es escasa. Hay algunos estudios que tratan sobre la temática de la convergencia entre los departamentos (Rodríguez et al., 2017; Rodríguez, 2014) pero no aplicando una metodología econométrica rigurosa como la que se utiliza en este trabajo.

A nivel internacional, la metodología de Phillips y Sul (2007) se ha aplicado al estudio de convergencia en variables económicas entre países y regiones (Rodríguez et al., 2016; Tian et al., 2016). Por otro lado, aplicando metodologías distintas a esta última, se han realizado estudios de convergencia sobre el Índice de Desarrollo Humano (IDH) (Braga, 2003; Noorbakhsh, 2006), y sobre variables sociales (Royuela y García, 2015). Hasta donde llega nuestro conocimiento, no hay estudios en la literatura que realicen un análisis de convergencia regional utilizando la metodología de Phillips y Sul (2007) sobre un indicador de desarrollo multidimensional. Por tanto, la principal contribución de este trabajo a la

literatura empírica existente sobre convergencia regional, es aportar nueva evidencia sobre la convergencia entre regiones en base a un indicador de desarrollo multidimensional.

El trabajo se estructura de la siguiente manera. En la segunda sección se presentan los antecedentes relevantes de este estudio, en la tercera sección se hace una breve introducción al caso de estudio y en la cuarta sección se introducen las metodologías aplicadas para el ejercicio empírico. La quinta sección muestra los resultados obtenidos tanto para el indicador como para el análisis de convergencia y finalmente la sección seis concluye.

## **2. Revisión literatura**

La literatura sobre convergencia se origina en las predicciones del modelo de crecimiento neoclásico (Solow, 1957; Swan, 1956). Una de las hipótesis contrastables de este modelo es la proposición de que los países o regiones tienden al mismo estado estacionario (i.e. al mismo nivel de producto por habitante) si las economías solo difieren en el nivel inicial de producto per cápita (es decir, si todos los parámetros del modelos son iguales entre países). Este concepto recibe el nombre de beta-convergencia. De acuerdo a esta proposición, en un período determinado, los países o regiones relativamente más pobres (i.e. menor nivel de producto por habitante) deberían experimentar tasas de crecimiento más elevadas que las de los países relativamente más ricos, de manera de alcanzar a los niveles de producto por habitante de estos últimos.

Al mismo tiempo, los test de convergencia incorporaron el concepto de sigma convergencia, el cual implica que la dispersión de los niveles de producto por habitante para un grupo determinado de países o regiones declina con el paso del tiempo. La contrastación empírica utilizando datos de países y/o regiones rechazó en general la validez de estas proposiciones.

Sin embargo, el modelo neoclásico tradicional arroja como hipótesis contrastables los conceptos de beta y sigma convergencia solo para países y/o regiones con iguales preferencias y tecnología. Teniendo en cuenta esta importante característica, varios autores testearon la validez de estas proposiciones comparando países y/o regiones con rasgos similares. En este caso, los datos no permiten rechazar la validez de estas proposiciones, las cuales reciben el nombre de beta y sigma convergencia condicional (ya que la convergencia en niveles de producto y en dispersión se da condicional al nivel de estado estacionario de cada país o región).

Los conceptos de sigma y beta convergencia condicional anteriormente descritos fueron aplicados a varios conjuntos de datos, incluyendo países con características similares (i.e. miembros de la Unión Europea) o divisiones administrativas de los países (los estados que componen los Estados Unidos, las Prefecturas de Japón, etc.). Varios estudios (Barro y Sala-i-Martin, 1991; Barro y Sala-i-Martin, 1992; Mankiw et al. 1992; Sala-i-Martin, 1996), muestran evidencia a favor de la existencia tanto de beta como sigma convergencia condicional para grupos de países o regiones.

Los test de convergencia hasta aquí mencionados asumen que, por ejemplo, el proceso de crecimiento de la tecnología es homogéneo para todos los países y/o regiones (i.e. todos los países o regiones experimentan el cambio tecnológico a la misma tasa durante el período de análisis). Sin embargo, es posible que debido a heterogeneidades en el proceso de crecimiento tecnológico, países o regiones con similares estructuras económicas terminen convergiendo a diferentes estados estacionarios. Esta última proposición da lugar a la hipótesis de *clubes de convergencia*: economías que son similares en sus características estructurales pueden converger entre ellas si parten de similares condiciones iniciales. Por lo tanto se afirma que es posible que las economías experimenten un proceso de convergencia dentro de un grupo determinado, pero que cada grupo converja a equilibrios de largo plazo distintos (Azariadis y Drazen, 1990; Galor, 1996).

Las técnicas econométricas de testeo de la hipótesis de convergencia en clubes debieron incorporar heterogeneidades en los procesos de crecimiento de la tecnología. En base a datos regionales (Eurostat, entre 1980 y 1992) y nacionales (OCDE, entre 1951 y 1985) para países y regiones europeas, Canova (2004) documenta evidencia de convergencia en clubes en el producto per cápita de países y/o regiones europeas. La técnica propuesta por Canova (2004) permite que los países o regiones exhiban diferentes procesos de crecimiento tecnológico. Dicho autor encuentra que las regiones europeas convergen en cuatro diferentes clubes, mientras los países, convergen en dos clubes, claramente distinguibles en sus características estructurales.

Continuando esa línea de investigación, Phillips y Sul (2007, 2009) asumen que el cambio tecnológico depende de cada país o región y que el mismo evoluciona además de manera diferente en el tiempo (la tasa de crecimiento tecnológico no es constante en el período). Phillips y Sul (2007) aplican este criterio para estudiar los patrones de convergencia en clubes de los índices de costo de vida para 19 regiones metropolitanas de Estados Unidos.

Postiglione et al. (2010), utilizando un algoritmo alternativo al test de Phillips y Sul (2007), estudian la convergencia en clubes de 191 regiones europeas entre 1980 y 2002. De acuerdo a su procedimiento, en un primer momento se identifican los estados estacionarios locales de las diferentes regiones, y luego se divide a las regiones en grupos, si los parámetros estimados son significativamente distintos.

Bartkowska y Riedl (2012) investigan la convergencia en clubes para el ingreso per cápita de 206 regiones europeas entre 1990 y 2002. Estos autores utilizan un procedimiento en dos etapas: una en la cual se identifican grupos de regiones que convergen al mismo nivel de estado estacionario y otra en donde se investiga el rol de las condiciones iniciales como determinantes de la pertenencia al club. Siguiendo esta metodología, encuentran evidencia de cinco clubes de convergencia, cada uno de los cuales converge a su propia senda de crecimiento.

Otros estudios que aplican la metodología de Phillips y Sul (2007) son los trabajos de Rodríguez et al. (2016), para los estados de la República Mexicana entre 1970 y 2012; y Tian et al. (2016) para las provincias Chinas.

A nivel de países, Monfort et al. (2013) utilizan la técnica propuesta por Phillips y Sul (2007) para documentar la convergencia en clubes del producto por trabajador en 14 países miembros de la Unión Europea. Dichos autores encuentran evidencia a favor de la convergencia en dos clubes: Europa Central y los países del Este más Grecia. Otra aplicación de la misma metodología la constituye el estudio de Borsi y Metiu (2015). Estos autores estudian patrones de convergencia para países de la Unión Europea (UE) entre 1970 y 2010. De acuerdo a sus resultados, no existe convergencia en los países de la UE, aunque encuentran convergencia en clubes, cuya participación no está necesariamente determinada por ser miembro de la Eurozona.

### **3. Uruguay**

Uruguay es un pequeño país de América Latina situado entre Argentina y Brasil. Es un país de ingreso alto de acuerdo a la clasificación del Banco Mundial. Cuenta con 3.3 millones de habitantes y una superficie 173.215 kilómetros cuadrados. Uruguay es un país unitario dividido en 19 departamentos o regiones. Los departamentos son subdivisiones territoriales que gozan de autonomía limitada. La capital y departamento más poblado es Montevideo; ésta y el área metropolitana representan más del 50% del total de la población del país.

Existe cierta heterogeneidad entre los distintos departamentos del país (diferentes características, tamaños relativos, estructuras productivas y nivel de desarrollo). Este estudio se centra en las inequidades territoriales en materia de desarrollo presentes en el país. Desde esta perspectiva de análisis, este trabajo busca medir el nivel de desarrollo de cada departamento de Uruguay y analizar la trayectoria que han tenido estos en los últimos 10 años a través de un análisis de convergencia.

## 4. Metodología

### 4.1 Indicador Multidimensional de Desarrollo Departamental

El enfoque metodológico para la elaboración del índice de desarrollo departamental utilizado en este proyecto está basado en el trabajo de Aboal et. al (2012), el que a su vez sigue la metodología del índice de competitividad estatal creado por el Instituto Mexicano para la Competitividad.

A los efectos de este estudio, se toma la definición de desarrollo como un proceso que abarca múltiples dimensiones, y que trasciende el ámbito meramente económico. Por ello comprende no sólo la modernización de la estructura económica y la satisfacción de las necesidades materiales sino también abarca cuestiones tales como la seguridad, las instituciones, la inclusión y la educación.

La unidad de análisis son los departamentos del Uruguay. A partir de este nivel de desagregación, se estudia a posteriori la existencia de clubes de convergencia dentro de los departamentos (como se explica en la próxima sección).

El punto de partida para la construcción del índice de desarrollo departamental es la elección una variable dependiente  $y_{it}$ , que sea un proxy valido del desarrollo económico de cada departamento y una serie de factores o dimensiones de desarrollo departamental correlacionados con ella  $F_{nit}$ , que se encuentran relacionadas a lo largo del tiempo de la siguiente manera:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 F_{1it} + \beta_2 F_{2it} + \dots + \beta_n F_{nit} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

donde  $i$  es el departamento y  $t$  denota la dimensión temporal del problema, asumiendo que hay  $n$  dimensiones del desarrollo que afectan a la variable dependiente. A partir de procedimientos econométricos se estiman los pesos (o ponderadores)  $\beta$  que tiene cada dimensión en la construcción del índice sintético de inequidad territorial.

Cada uno de estos factores/dimensiones de desarrollo  $F$  se aproxima por una serie de indicadores ( $I$ ) que será diferente para cada factor

$$F_j = \alpha_1 I_{j1} + \dots + \alpha_m I_{jm}, \quad (2)$$

donde  $F_j$  denota el factor de desarrollo  $j$ , el que se asume está conformado por  $m$  indicadores  $I$  adecuadamente ponderados por los pesos  $\alpha$ . Por su parte, la determinación de la contribución de cada uno de los indicadores al factor (coeficientes  $\alpha$ ) se determinan a través de la metodología de Análisis de Componentes Principales (ACP).

Como proxy a la dinámica del desarrollo departamental,  $y_{it}$ , se optó por utilizar el PIB per cápita departamental. Una vez definida la variable referente, se seleccionó un conjunto de factores que inciden en la dinámica de desarrollo de un departamento y se estima su peso a partir de la ecuación (1).

Así, el indicador que se construye surge de estimar una regresión que tiene como variable dependiente al PIB departamental per cápita, y como variables explicativas a las distintas dimensiones o factores ( $F$ ). De esta regresión (ecuación (1)), es que se obtiene la ponderación  $\alpha$  de cada dimensión. El índice de desarrollo departamental (ID) es la suma ponderada de los distintos factores de desarrollo.

En este trabajo se consideran cuatro dimensiones (o factores,  $n=4$ ) del desarrollo regional que serán discutidas en detalle más adelante.

#### **4.2 Metodología del Análisis de Convergencia Condicional**

Para realizar el análisis de convergencia se aplica la metodología propuesta por Phillips y Sul (2007), y la aplicación en Stata propuesta por Du (2017).

La metodología de Phillips y Sul (2007) permite, en el caso de no existir convergencia global, la identificación de manera endógena de clubes de regiones que convergen siguiendo la misma senda de crecimiento, lo que supone una ventaja frente a otras metodologías en las que la determinación de los clubs se realiza ex ante, lo que limita en gran medida los resultados obtenidos (Barrios y Flores, 2016).

El punto de partida del modelo es descomponer los datos de panel  $X_{it}$  como:

$$X_{it} = g_{it} + a_{it}, \quad (3)$$

donde  $g_{it}$  representa componentes sistemáticos tales como componentes comunes permanentes y  $a_{it}$  representa componentes transitorios.

Dicha especificación, puede contener una mezcla de componentes comunes e idiosincráticos en los elementos  $g_{it}$  y  $a_{it}$ . Para poder separar los elementos comunes de los idiosincráticos en el panel, se transforma la ecuación (3) en (4):

$$X_{it} = \left( \frac{g_{it} + a_{it}}{u_t} \right) u_t = \delta_{it} u_t \quad (4)$$

donde  $\delta_{it}$  es un componente idiosincrático que cambia con el tiempo y  $u_t$  es un componente común a todas las regiones y que varía en el tiempo. Si  $u_t$  representa un componente de tendencia común en el panel, entonces  $\delta_{it}$  mide la participación relativa en  $u_t$  del individuo  $i$  en el momento  $t$ . La ecuación (4) es un modelo factorial dinámico, donde  $u_t$  captura algún comportamiento determinístico o estocástico de la tendencia, y  $\delta_{it}$  mide la distancia idiosincrática entre el componente de tendencia común  $u_t$  y  $X_{it}$ .

En la ecuación (4), el número de observaciones en el panel es menor que la cantidad de incógnitas en el modelo. Por lo tanto, para poder estimar los coeficientes de carga de  $\delta_{it}$  hay que imponer alguna estructura en  $\delta_{it}$  y  $u_t$ . Phillips y Sul (2007), proponen remover el factor común de la siguiente manera:

$$h_{it} = \frac{X_{it}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{it}} = \frac{\delta_{it}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta_{it}}, \quad (5)$$

donde  $h_{it}$  es el parámetro de transición relativa que mide la trayectoria de cada región o país  $i$  desde la posición relativa de salida hacia la senda de crecimiento común. Es decir, muestra la trayectoria de transición del individuo  $i$  en relación al promedio del panel. Como se puede observar en la ecuación (5), la media regional de  $h_{it}$  es 1 por definición, y la varianza cumple con la siguiente condición:

$$H_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (h_{it} - 1)^2 \rightarrow 0 \text{ si } \lim_{t \rightarrow \infty} \delta_{it} = \delta, \text{ para todo } i \quad (6)$$

Por tanto, la hipótesis de convergencia relativa de Phillips y Sul (2007) requiere que se cumpla la ecuación (6).

Para poder especificar la hipótesis nula de convergencia, Phillips y Sul (2007) modelan  $\delta_{it}$  de la siguiente forma:

$$\delta_{it} = \delta_i + \sigma_{it} \varepsilon_{it}, \quad \sigma_{it} = \frac{\sigma_i}{L(t)t^\alpha}, \quad t \geq 1, \sigma_i > 0 \text{ para todo } i, t \quad (9)$$

donde  $\alpha$  es un parámetro de la velocidad de convergencia.

Se plantea la siguiente prueba de hipótesis para testear la existencia de convergencia absoluta:

$$H0: \delta_i = \delta \text{ y } \alpha \geq 0 ,$$

$$H1: \delta_i \neq \delta \text{ y } \alpha < 0$$

Para decidir si se rechaza o no la hipótesis nula, se aplica un modelo de regresión log t:

$$\log\left(\frac{H_1}{H_t}\right) - 2 \log(\log(t)) = a + b \log(t) + \mu_t , t = 1, 2, \dots, T \quad (10)$$

Si hay convergencia  $H_i \rightarrow 0$ , lo que implica que  $\log\left(\frac{H_1}{H_t}\right) \rightarrow \infty$ . Para que esto suceda,  $b \geq 0$ .

Si  $b < 0$ , se rechaza la hipótesis de convergencia absoluta y se procede a identificar la posible existencia de clubes de convergencia.

La identificación de clubes de convergencia se realiza mediante la aplicación de un algoritmo iterativo desarrollado por Phillips y Sul (2007), que asegura que los resultados de este algoritmo tengan un nivel de significación del 5%. El procedimiento iterativo para identificar los clubes de convergencia se resume en cuatro pasos:

- 1) **Ordenamiento del panel de datos por corte transversal:** ordenar el panel de datos de mayor a menor en función de las observaciones en el último período (en este caso año 2015).
- 2) **Formación de clubes de convergencia:** se comienza formando grupos de regiones (en este caso departamentos) desde el mayor valor de cada variable en 2015, de modo que los grupos estarán formados por un número de regiones  $2 \leq k < N$ . Se aplica la regresión log t test para el primer grupo y se calcula el estadístico de convergencia estadística  $t_k$ , eligiendo el valor de  $k^*$  que maximice  $t_k$  (a un nivel de significación del 5%) de acuerdo al siguiente criterio:

$$k^* = \arg \max k \{t_k\} \text{ condicionado a } \min \{t_k\} > -1.65$$

Esto se hace para las dos primeras regiones, en caso de no cumplirse el criterio se repite con la segunda y la tercera y así sucesivamente hasta que un par de regiones cumpla con el criterio. En caso de que no haya ningún par de regiones/departamentos que cumpla con el criterio, se puede concluir que no existen clubes de convergencia en el panel de datos.

- 3) **Tamiz de los datos para formar clubes de convergencia:** si en el paso anterior hay un par de departamentos que cumplen con el criterio establecido, se procede a

añadir departamentos en el orden que aparecen en el panel de datos (considerando que ya están ordenados) hasta que el criterio se deje de cumplir. Cuando esto sucede, ya se ha obtenido el primer club.

- 4) Repetición y regla de detención:** se comienza por el departamento que rompió con la regla en el paso anterior. Se añade departamento tras departamento mientras se cumpla con el criterio establecido. Una vez que se rompa el criterio se frena y se vuelve a comenzar. En caso de no existir  $k$  en el paso 2 cuyo  $\{t_k\} > -1.65$ , se concluye que los departamentos son divergentes.

Schnurbus et al. (2016) plantean un quinto paso, el que será aplicado siguiendo el paper de Du (2017). Este consiste en realizar “*club merging*”, es decir, la unión de aquellos clubes que cumplen juntos la hipótesis de convergencia. El procedimiento consiste en correr la regresión log t test para los clubes iniciales 1 y 2, y si cumplen la hipótesis de convergencia juntos, unirlos y formar un nuevo club de convergencia Club 1. Luego, correr el log t test para el nuevo Club 1 y el club de convergencia inicial 3, e ir identificando si se cumple la hipótesis de convergencia de los dos clubes juntos, y así sucesivamente formando todas las combinaciones de clubes posibles. De este modo, se llega a una clasificación con la menor cantidad de clubes de convergencia posibles.

## 5. Resultados

### 5.1 Indicador multidimensional de desarrollo

El conjunto de información a utilizar consta de 18 variables departamentales con datos completos para diez años -2006 a 2015-, con lo cual se conforma un total de 190 observaciones.

El proceso de selección de variables constó de varias etapas. En un primer lugar, se plantearon 10 dimensiones y aproximadamente 180 variables. Luego, considerando la disponibilidad y calidad de las variables, se pasó a 6 dimensiones y 44 variables. En segundo lugar, al realizar el ACP se eliminaron las variables no-significativas o cuyo signo no era el esperado en cada una de las seis dimensiones. Por último, al estimar la ecuación (3), se eliminaron 2 dimensiones que resultaron no ser significativas. De este modo el resultado fueron 4 dimensiones y 18 variables.

En la Tabla 1 se observa cada una de las dimensiones, y las variables que componen cada una de las dimensiones del ID.

En primer lugar, se aplica ACP para obtener a partir de las 18 variables mencionadas, las 4 dimensiones definidas.

El ACP permite representar óptimamente en un espacio de dimensión pequeña observaciones de un espacio general n-dimensional, al tiempo que transforma las variables originales, en general correlacionadas, en nuevas variables incorrelacionadas (Peña, 2002).

**Tabla 1. Dimensiones y variables seleccionadas**

| Variable   | Descripción   | Unidad                   | Fuente                            |
|--|---|--------------------------|-----------------------------------|
| <b>1.Seguridad Ciudadana y Sistema de derecho confiable y objetivo</b> |   |                          |                                   |
| Número de jueces c/ mil habitantes                                     |   | n                        | Poder Judicial e INE              |
| Número de delitos c/mil habitantes                                     |   | n                        | Min. del Interior e INE           |
| Indicador eficiencia de la policía                                     | Asuntos iniciados/delitos   | n                        | Min. del Interior, Poder Judicial |
| <b>2.Sociedad incluyente, preparada y sana</b>                         |   |                          |                                   |
| Esperanza de vida  | Ambos sexos   | años                     | INE                               |
| Porcentaje de hogares en situación de pobreza                          | Cantidad de hogares con ingreso pc inferior a la línea de pobreza | % población              | MIDES                             |
| Empleados del sector salud   |   | % población              | ECH-INE                           |
| Acceso a agua potable en la vivienda                                   |   | % hogares                | MIDES                             |
| Tasa de actividad femenina   |   | %                        | MIDES                             |
| Proporción de la PEA que cuentan con secundaria o más                  |   | %                        | ECH-INE                           |
| Alumnos matriculados en secundaria                                     | Del total de adolescentes entre 11 y 18 años                      | %                        | ANEP-ECH                          |
| <b>3.Mercado de factores eficientes y dinámicos</b>                    |   |                          |                                   |
| Ingreso promedio de asalariados que cuentan con secundaria o más       | \$corrientes  | ECH-INE                  |                                   |
| Ingreso promedio (sin valor locativo) per cápita por hora trabajada    | \$corrientes  | ECH-INE                  |                                   |
| Productividad de la industria  |   | -                        | OPP-BCU-ECH-INE                   |
| Productividad de comercio, reparaciones, restaurantes y hoteles        |   | -                        | OPP-BCU-ECH-INE                   |
| <b>4.Infraestructura física y tecnológica</b>                          |   |                          |                                   |
| Acceso a internet en el hogar  |   | % de hogares             | MIDES                             |
| Tenencia de teléfono fijo en el hogar                                  |   | % de personas en hogares | MIDES                             |
| Movimiento de pasajeros en puertos                                     | Cantidad de pasajeros   | n                        | INE                               |
| Energía distribuida per cápita   |   | MWh                      | UTE- OPP- INE                     |

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de la aplicación del análisis de componentes principales, así como la variación total explicada (VE) (porcentaje de la varianza total que explica el primer componente principal). Se observa que todas las variables incluidas repercuten dentro de la dimensión con el signo esperado y explican, en todos los casos, más del 50% de la variación de cada dimensión<sup>2</sup>.

**Tabla 2. Primer componente principal de cada dimensión**

| <b>1. Seguridad ciudadana y Sistema de derecho confiable</b> |       |         |        |      |                     |       |       |
|--|-------|---------|--------|------|---------------------|-------|-------|
| Comp1  | Coef. | Std.Err | z      | P>z  | [95% Conf.Interval] | VE    |       |
| log_jueces   | 0.35  | 0.08    | 4.12   | 0    | 0.18                | 0.51  | 64.0% |
| log_unosobredelitos  | 0.67  | 0.03    | 25.31  | 0    | 0.62                | 0.72  |       |
| eficiencia_justicia  | 0.66  | 0.03    | 20.62  | 0    | 0.59                | 0.72  |       |
| <b>2. Sociedad incluyente, preparada y sana</b>              |       |         |        |      |                     |       |       |
| Comp1  | Coef. | Std.Err | z      | P>z  | [95% Conf.Interval] | VE    |       |
| log_esperanza  | 0.23  | 0.05    | 4.98   | 0.00 | 0.14                | 0.32  | 51%   |
| log_pobreza  | -0.42 | 0.03    | -15.83 | 0.00 | -0.48               | -0.37 |       |
| log_emp_salud  | 0.37  | 0.03    | 10.97  | 0.00 | 0.30                | 0.43  |       |
| log_agua_pot   | 0.47  | 0.02    | 23.31  | 0.00 | 0.43                | 0.51  |       |
| log_tacti_fem  | 0.41  | 0.03    | 14.81  | 0.00 | 0.36                | 0.47  |       |
| log_pea_secyter  | 0.47  | 0.02    | 25.20  | 0.00 | 0.44                | 0.51  |       |
| log_matri_sec  | 0.14  | 0.05    | 2.75   | 0.01 | 0.04                | 0.24  |       |
| <b>3. Mercados de factores eficientes y dinámicos</b>        |       |         |        |      |                     |       |       |
| Comp1  | Coef. | Std.Err | z      | P>z  | [95% Conf.Interval] | VE    |       |
| log_ingreso_secyter  | 0.56  | 0.04    | 15.58  | 0.00 | 0.49                | 0.63  | 57.8% |
| log_ingreso_porhora  | 0.60  | 0.02    | 25.97  | 0.00 | 0.56                | 0.65  |       |
| log_prod_industria   | 0.44  | 0.05    | 8.56   | 0.00 | 0.34                | 0.54  |       |
| log_prod_crrrh   | 0.37  | 0.06    | 6.02   | 0.00 | 0.25                | 0.49  |       |
| <b>4. Infraestructura física y tecnológica</b>               |       |         |        |      |                     |       |       |
| Comp1  | Coef. | Std.Err | z      | P>z  | [95% Conf.Interval] | VE    |       |
| log_internet   | 0.47  | 0.06    | 7.51   | 0.00 | 0.35                | 0.60  | 50.7% |
| log_tel  | 0.57  | 0.04    | 12.98  | 0.00 | 0.49                | 0.66  |       |
| log_pasajeros  | 0.29  | 0.09    | 3.27   | 0.00 | 0.12                | 0.47  |       |
| log_energiadistpc  | 0.60  | 0.04    | 14.68  | 0.00 | 0.52                | 0.68  |       |

Fuente: procesamientos propios.

Posteriormente, se estima la ecuación (3), mediante un modelo de *Panel Corrected Standard Errors* (PCSE), que corrige por heteroscedasticidad en el panel y autocorrelación contemporánea para asegurar errores estándar confiables.<sup>3</sup>

La ecuación estimada es la siguiente:

$$ly_{it} = \alpha + 0.05d_{1it} + 0.05d_{2it} + 0.15d_{3it} + 0.05d_{4it-1} + \delta X_t$$

<sup>2</sup> La variable número de delitos cada 1000 habitantes está calculada como 1/delitos, y por eso el signo positivo.

<sup>3</sup> Beck y Katz (1995). *What to do (and not to do) with time-series cross-section data*.

donde  $ly$  es el logaritmo del PIB per cápita,  $X$  son dummies temporales que no varían por departamento; con  $t=2007, 2008, \dots, 2015$  e  $i=Artigas, Canelones, \dots, Treinta y Tres$ .

Nótese que se incluye la dimensión 4 con un período de rezago, puesto que de esta forma mejora la estimación.

La Tabla 3 presenta la estimación para todo el período: del 2006 al 2015. Para analizar la sensibilidad de las estimaciones ante cambios en el período seleccionado, se reitera el proceso de estimación para distintas ventanas de tiempo (ver Anexo). Estas estimaciones dan cuenta de que ni los coeficientes ni su significación cambian en forma sustantiva, manteniéndose la importancia relativa de las dimensiones en valores similares.

**Tabla 3. Estimación para el período 2006-2015**

| <b>ly</b> | <b>Coef.</b> | <b>Std. Err.</b> | <b>z</b> | <b>P&gt;z</b> | <b>[95% Conf. Interval]</b> |
|-----------|--------------|------------------|----------|---------------|-----------------------------|
| d1        | 0.05         | 0.01             | 4.37     | 0.00          | 0.03 0.07                   |
| d2        | 0.05         | 0.02             | 2.9      | 0.00          | 0.02 0.08                   |
| d3        | 0.15         | 0.04             | 3.72     | 0.00          | 0.07 0.23                   |
| L1.d4     | 0.05         | 0.02             | 2.62     | 0.01          | 0.01 0.08                   |
| t         |              |                  |          |               |                             |
| 2008      | 0.06         | 0.05             | 1.35     | 0.18          | -0.03 0.16                  |
| 2009      | -0.03        | 0.08             | -0.34    | 0.74          | -0.19 0.13                  |
| 2010      | -0.07        | 0.09             | -0.81    | 0.42          | -0.24 0.10                  |
| 2011      | -0.01        | 0.08             | -0.16    | 0.87          | -0.17 0.14                  |
| 2012      | -0.23        | 0.12             | -1.85    | 0.06          | -0.47 0.01                  |
| 2013      | -0.10        | 0.10             | -1.06    | 0.29          | -0.30 0.09                  |
| 2014      | -0.13        | 0.11             | -1.21    | 0.23          | -0.35 0.08                  |
| 2015      | -0.19        | 0.12             | -1.56    | 0.12          | -0.43 0.05                  |
| _cons     | 11.92        | 0.07             | 171.32   | 0.00          | 11.79 12.06                 |
| rho       | 0.2921278    |                  |          |               |                             |

Fuente: procesamientos propios

Finalmente, se estima el indicador de desarrollo departamental ID para el período 2007-2015 a partir de la suma ponderada (con los ponderadores estimados en la Tabla 3) de las dimensiones.<sup>4</sup> El ID de cada uno de los 19 departamentos se muestra en la gráfica 1.

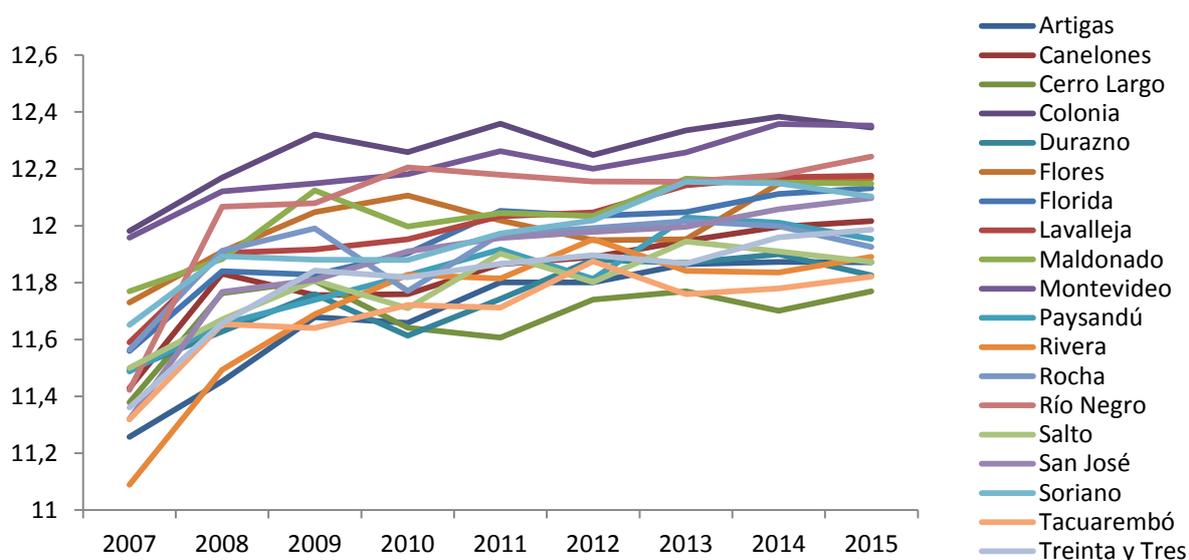
A partir del Gráfico 1, se puede advertir que en general el ID de todos los departamentos aumenta a lo largo del período considerado, y que a priori, parecería haber indicios de convergencia, dado que la dispersión de los ID de los distintos departamentos parece reducirse.

<sup>4</sup> Dado que la dimensión 4 se incluye con un rezago solo es posible estimar el ID para 9 años.

Es posible también observar cada una de las dimensiones del ID y analizar su evolución en el tiempo. En los gráficos 2 a 5, podemos ver la evolución de cada una de las cuatro dimensiones a lo largo de todo del período de análisis.

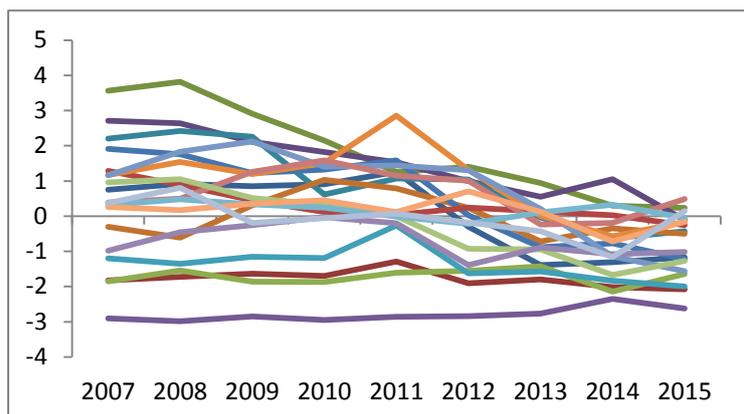
A partir del gráfico 2 se aprecia que hay una tendencia negativa, en la mayoría de los casos, en la dimensión “Seguridad Ciudadana y Sistema de Derecho”. Por tanto, por más que en algunos departamentos se puede observar una mejora en la posición relativa, se observa una convergencia hacia valores absolutos más bajos de esta dimensión. En los Gráficos 3 y 4, se observa una tendencia creciente de las dimensiones “Sociedad Incluyente, Preparada y Sana” y “Mercado de Factores Eficientes y Dinámicos”. Finalmente en el Gráfico 5 también se advierte una tendencia positiva de la dimensión “Infraestructura Física y Tecnológica”, aunque no tan marcada como en los otros dos casos precedentes.

**Gráfico 1. Evolución del indicador de desarrollo departamental de Uruguay (2007-2015)**



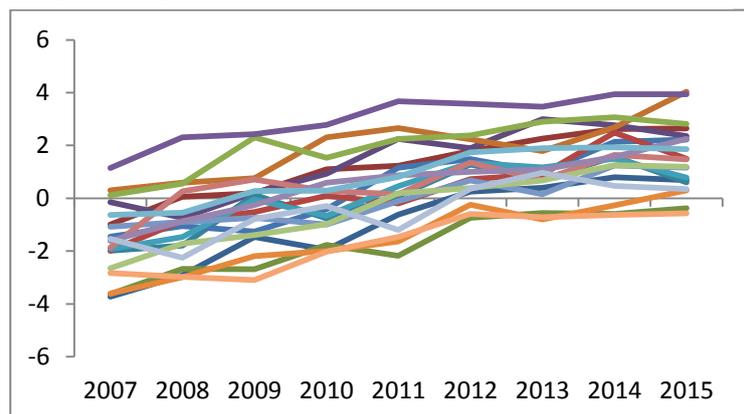
Fuente: procesamientos propios

**Gráfico 2. Dimensión 1: Seguridad Ciudadana y Sistema de Derecho**



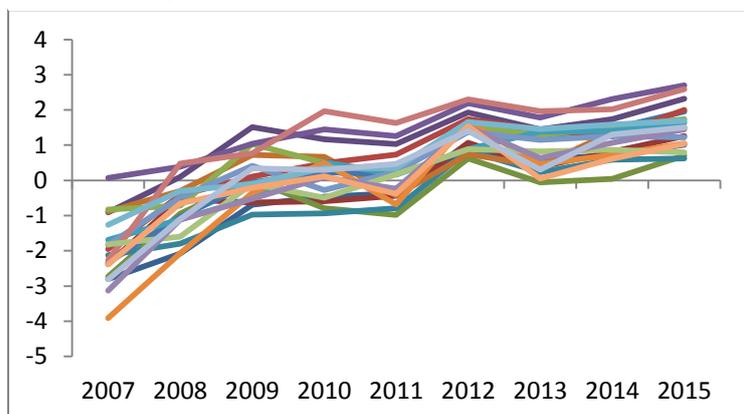
Fuente: procesamientos propios

**Gráfico 3. Dimensión 2: Sociedad Incluyente, Preparada y Sana**



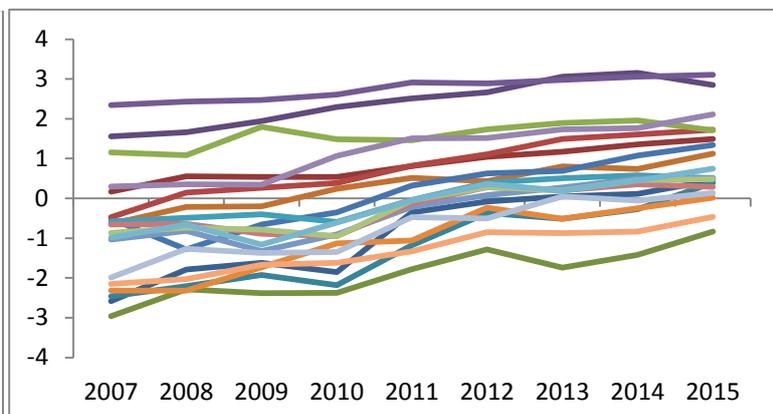
Fuente: procesamientos propios

**Gráfico 4. Dimensión 3: Mercado de Factores Eficientes y Dinámicos**



Fuente: procesamientos propios

**Gráfico 5. Dimensión 4: Infraestructura Física y Tecnológica**



Fuente: procesamientos propios

## 5.2 Análisis de convergencia

Una vez construido el indicador de desarrollo departamental se realiza el análisis de convergencia siguiendo la metodología propuesta por Philips y Sul (2007). El panel de datos construido cuenta con información del índice de desarrollo para los 19 departamentos de Uruguay para el período de 2007 a 2015. Para realizar este análisis se siguen los pasos propuestos por Du (2017).

En primer lugar, se analiza la existencia de convergencia global en los 19 departamentos, y la hipótesis de convergencia se estima a un nivel de significación de 5%. Se aplica el log t test a la variable ID. El coeficiente estimado es  $b=-0.89$  y el valor del estadístico,  $t=-2.73$ . De acuerdo a la regla de decisión planteada en la metodología ( $t < -1.65$ ), se rechaza la hipótesis nula de convergencia conjunta, y por tanto, hay que analizar la posible existencia de “clubes” de convergencia entre los departamentos.

Se realiza entonces el proceso iterativo propuesto por Phillips y Sul (2007) para determinar la existencia de clubes de convergencia. Es decir, se testea la existencia de convergencia relativa. En la Tabla 4, muestra los resultados del análisis de clubes aplicado al panel de datos. Como se observa en la tabla, se encuentran 3 clubes de convergencia, y no se encuentra ningún departamento divergente. Los valores del estadístico t en los tres casos (mayor a -1.65), muestran que las estimaciones son significativas al 5%.

**Tabla 4. Clasificación de clubes de convergencia en Indicador de Desarrollo Departamental**

| Club   | Nro integrantes | Integrantes   | Estadístico |       |
|--------|-----------------|---|-------------|-------|
|        |                 |   | b           | t     |
| Club 1 | 4               | Colonia Lavalleja Montevideo Soriano  | 0.19        | 0.34  |
| Club 2 | 10              | Canelones Durazno Flores Florida Maldonado Paysandú Rocha Río Negro San José Treinta y Tres | -           | -0.27 |
| Club 3 | 5               | Artigas Cerro Largo Rivera Salto Tacuarembó   | -           | -0.30 |

Fuente: procesamientos propios.

El Club 1 está formado por cuatro departamentos: Colonia, Lavalleja, Montevideo y Soriano; y es el club de los departamentos que en promedio, considerando el ID, muestran mejor desempeño a lo largo de todo el período. El valor de b se vincula a la velocidad de convergencia, y por tanto este primer club es el que experimenta la mayor velocidad de convergencia de los tres clubes.

El Club 2 es el más grande en tamaño de los tres y está formado por 10 departamentos: Canelones, Durazno, Flores, Florida, Maldonado, Paysandú, Rocha, Río Negro, San José y Treinta y Tres. En este caso, el coeficiente estimado de b es menor a 0, lo que indica la existencia de convergencia relativa pero con evidencia débil (Phillips y Sul 2007).

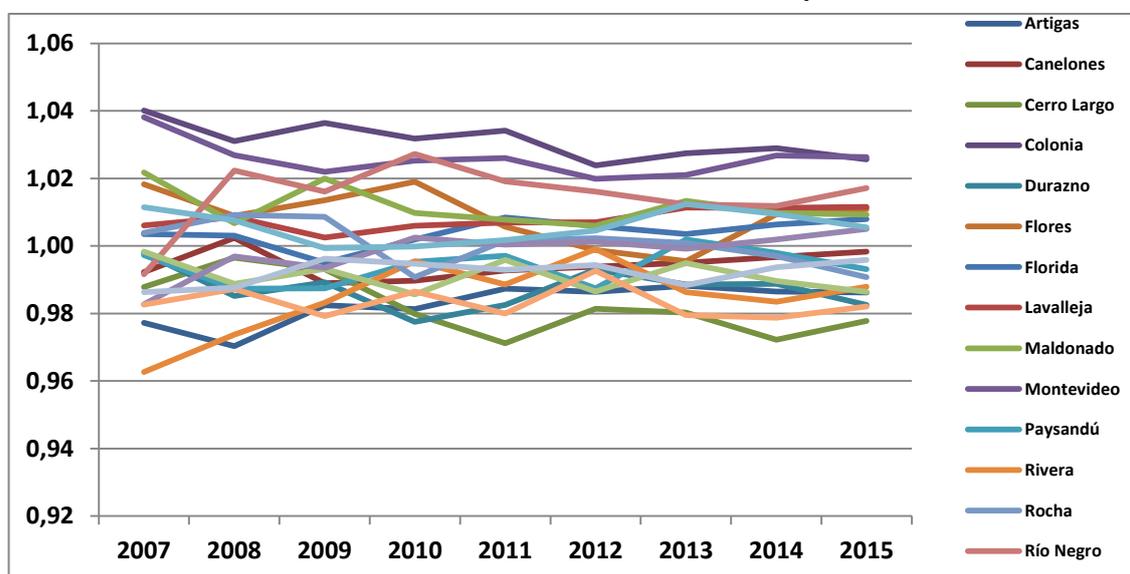
El Club 3 está formado por 5 departamentos: Artigas, Cerro Largo, Rivera, Salto y Tacuarembó y representa a los departamentos que han tenido la peor performance en promedio en el valor del ID. Al igual que el Club 2, el coeficiente estimado de b es menor a 0, lo que representa una evidencia débil de la existencia de convergencia dentro del club.

Por último, se aplicó el quinto paso planteado por Schnurbus et al (2016) para realizar “club merging”. Es decir, unir aquellos clubes que cumplen juntos la hipótesis de convergencia. Este ejercicio no determinó la unión de ninguno de los clubes. Por tanto, la clasificación final son los 3 clubes que se muestran en el Tabla 4.

En el Gráfico 6 se observan las curvas de transición para cada uno de los clubes de convergencia, lo que muestra que los departamentos del Uruguay convergen a distintos estados estacionarios. En el Gráfico 7, las curvas de transición muestran como entre el 2008 y el 2011 se produjo una leve convergencia entre los tres clubes, y a partir del 2012 se observa divergencia.

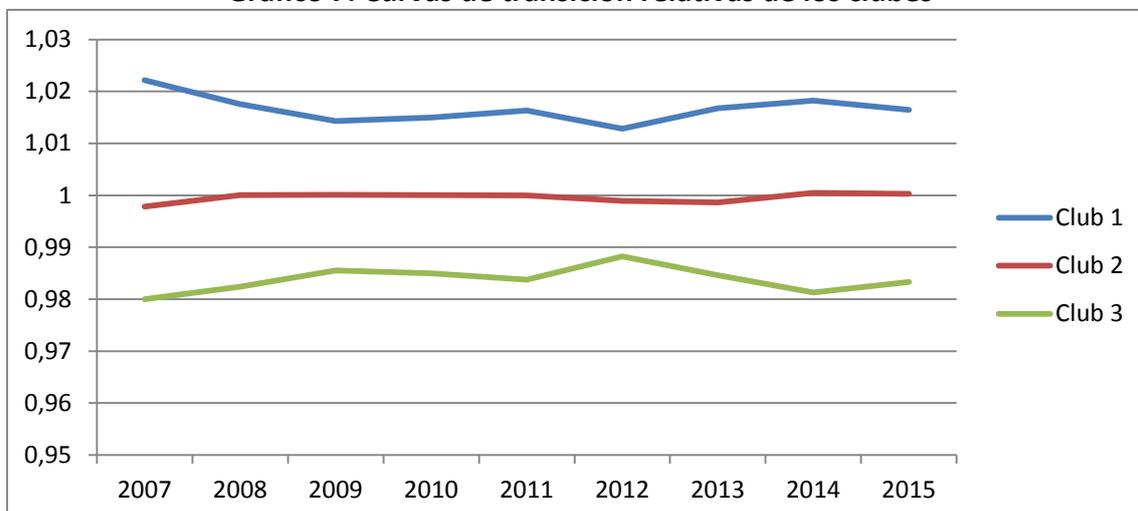
A su vez, el gráfico también permite observar el desempeño de los clubes en relación a la media. Como ya se mencionó, el Club 1 es el que muestra el mejor desempeño siempre con valores por encima de la media, el Club 2 muestra valores siempre alrededor de los de la media (oscila en torno a 1), y el Club 3 presenta siempre valores por debajo de la media.

**Gráfico 6. Curvas de transición relativas de los departamentos**



Fuente: procesamientos propios

**Gráfico 7. Curvas de transición relativas de los clubes**

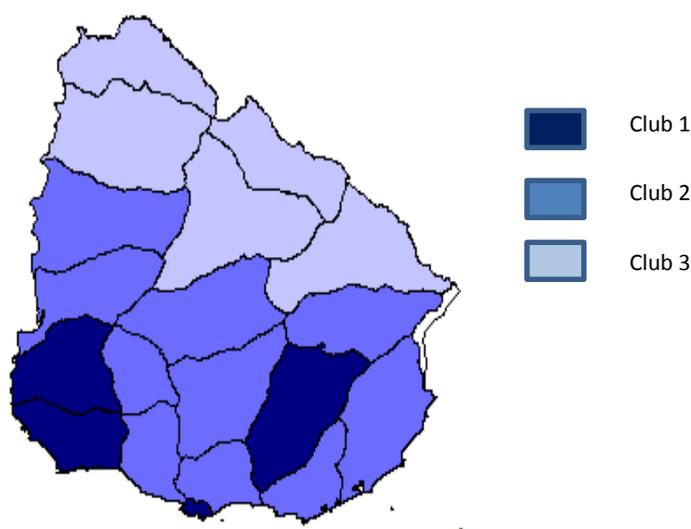


Fuente: procesamientos propios

Si se analiza la ubicación territorial de los clubes de convergencia, se puede observar cierta correlación entre la pertenencia a un club y la ubicación en el mapa de Uruguay.

Como se puede observar en el Gráfico 8, el Club 1 está compuesto por departamentos que se ubican en la mitad sur del país. Por otro lado, de los 10 integrantes del Club 2, sólo 3 departamentos se ubican en la mitad norte. Por último, el Club 3 está formado por los departamentos del Norte y Noroeste del país, presentando una posición territorial muy marcada. Esto puede interpretarse como reflejo de un rezago relativo en desarrollo que existe en los departamentos del norte y noroeste del país.

**Gráfico 8. Ubicación territorial de los clubes de convergencia**



## 6. Conclusiones

En este trabajo proponemos un indicador multidimensional de desarrollo regional que sintetiza las variables y dimensiones relevantes, sobre la base de técnicas estadísticas y econométricas.

El análisis de convergencia aplicado sobre indicadores de desarrollo regional es novedoso. Al tiempo, y de forma más general, la metodología empleada también lo es en el marco de la literatura de análisis de convergencia. Hasta donde llega nuestro conocimiento, no hay estudios que realicen análisis de convergencia utilizando esta metodología sobre un indicador de desarrollo regional.

A lo largo del período de análisis, el ID mejora en casi todos los departamentos del país. Lo mismo ocurre en todas las dimensiones excepto en la 1 donde se observa una tendencia negativa.

Existe una regionalización en términos de convergencia: se distinguen 3 clubes de convergencia distintos. Los resultados de regionalización obtenidos son comparables aunque no idénticos a los de otros estudios para Uruguay (utilizando distinta metodología).

Este indicador logra una identificación de las tendencias en materia de desarrollo a nivel departamental, lo cual puede ser útil para la política pública departamental y nacional. La generación de este indicador de desarrollo, o similares, de forma periódica, junto con el análisis de convergencia, pueden convertirse en una guía importante para la política de desarrollo territorial orientada a cerrar brechas de desigualdad en Uruguay.

## **Bibliografía**

- Azariadis, C. y Drazen, A. (1990): "Threshold Externalities in Economic Development". *The Quarterly Journal of Economics*, 105, 501-526.
- Barrios, M., Flores, E. y Martínez, M. (2017): "Patrones de convergencia en las regiones españolas: una aplicación de la metodología de Philips y Sul". *Revista de Estudios Regionales*, 109, 165-190,
- Barro, R.J. y Sala-i-Martin, X. (1991): "Convergence across States and Regions". *Brookings Papers on Economic Activity*, 22(1), 107-182.
- Barro, R.J. y Sala-i-Martin, X. (1992): "Convergence". *The Journal of Political Economy*, 100 (2), 223-51.
- Bartkowska, M. y Riedl, A. (2012): "Regional convergence clubs in Europe: Identification and conditioning factors". *Economic Modelling*, 29, 22-31.
- Borsi, M.T. y Metiu, N. (2015): "The evolution of economic convergence in the European Union". *Empirical Economics*, 48, 657-688.
- Braga, Vitor (2003): *Regional growth and local convergence: Evidence for Portugal*. 43rd Congress of the European Regional Science Association: "Peripheries, Centres, and Spatial Development in the New Europe", 27th - 30th August 2003, Jyväskylä, Finland, European Regional Science Association (ERSA), Louvain-la-Neuve.
- Canova, F. (2004): "Testing for convergence clubs in income per capita: A predictive density approach". *International Economic Review*, 45(1), 49-77.
- Du, Keru (2017): "Econometric convergence test and club clustering using Stata," *Stata Journal*, 17(4): 882-900.
- Galor, O. (1996): "Convergence? Inferences from theoretical models". *The Economic Journal*, 106, 1056-1069.
- Mankiw, N. G., Romer, D. y Weil, D.N. (1992): "A contribution to the empirics of economic growth". *The Quarterly Journal of Economics*, 107, 407-37.
- Monfort, M., Cuestas, J.C y Ordóñez, J. (2013): "Real convergence in Europe: A cluster analysis". *Economic Modelling*, 33, 689-694.
- Noorbakhsh, Farhad (2006): *International convergence or higher inequality in human development? Evidence for 1975 to 2002*. UNU-WIDER Research Paper No. 2006/15, United Nations University (UNU).
- Peña, D. (2002): "Análisis de datos multivariantes". MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.
- Phillips, P.C. y Sul, D. (2007): "Transition modeling and econometric convergence test". *Econometrica*, 75 (6), 1771-1855.
- Phillips, P.C. y Sul, D. (2009): "Economic transition and growth". *Journal of Applied Econometrics*, 24 (7), 1153-1185.
- Postiglione, P., Benedetti, R. y Lafratta, G. (2010): "A regression tree algorithm for the identification of convergence clubs". *Computational Statistics and Data Analysis*, 54, 2776-2785.
- Rodríguez, A., Galaso, P., Goinheix, S., Martínez, C. (2017): "Especializaciones productivas y desarrollo económico regional en Uruguay". Instituto de Economía. Serie de documentos de trabajo.
- Rodríguez, D., López, F. y Mendoza, M. A. (2016): "Clubs de convergencia regional en México: un análisis a través de un modelo no lineal de un solo factor". *Investigaciones Regionales*, 34, 7-22.
- Royuela, V. y García, G. (2013): *Economic and Social Convergence in Colombia*, *Regional Studies*, 49:2, 219-239.
- Sala-i-Martin, X. (1996): "Regional cohesion: Evidence and theories of regional growth and convergence". *European Economic Review*, 40, 1325-1352.
- Swan, T. W. (1956). "Economic growth and capital accumulation". *Economic Record*, 32(2): 334-361.
- Solow, R. M. (1957). "Technical change and the aggregate production function". *Review of Economics and Statistics* 39(3): 312-320.
- Tian, X., Zhang, X., Zhou, Y. y Yu, X. (2016): "Regional income inequality in China revisited: A perspective from club convergence". *Economic Modelling*, 56, 50-58.

## Anexo

**Cuadro 4. Estimación para el período 2006-2014**

| ly    | Coef.     | Std. Err. | z      | P>z  | [95% Conf. Interval] |
|-------|-----------|-----------|--------|------|----------------------|
| d1    | 0.05      | 0.01      | 4.35   | 0.00 | 0.03 0.07            |
| d2    | 0.05      | 0.02      | 2.79   | 0.01 | 0.02 0.09            |
| d3    | 0.15      | 0.04      | 3.46   | 0.00 | 0.07 0.24            |
| L1.d4 | 0.04      | 0.02      | 2.31   | 0.02 | 0.01 0.08            |
| t     |           |           |        |      |                      |
| 2008  | 0.06      | 0.05      | 1.22   | 0.22 | -0.04 0.16           |
| 2009  | -0.03     | 0.09      | -0.37  | 0.71 | -0.20 0.14           |
| 2010  | -0.07     | 0.09      | -0.82  | 0.41 | -0.25 0.10           |
| 2011  | -0.02     | 0.09      | -0.24  | 0.81 | -0.19 0.15           |
| 2012  | -0.24     | 0.13      | -1.8   | 0.07 | -0.50 0.02           |
| 2013  | -0.11     | 0.11      | -1.06  | 0.29 | -0.32 0.10           |
| 2014  | -0.14     | 0.12      | -1.22  | 0.22 | -0.38 0.09           |
| _cons | 11.93     | 0.07      | 160.03 | 0    | 11.78 12.07          |
| rho   | 0.2637349 |           |        |      |                      |

**Cuadro 5. Estimación para el período 2007-2013**

| ly    | Coef.   | Std. Err. | z      | P>z  | [95% Conf. Interval] |
|-------|---------|-----------|--------|------|----------------------|
| d1    | 0.05    | 0.01      | 3.91   | 0.00 | 0.02 0.07            |
| d2    | 0.05    | 0.02      | 2.68   | 0.01 | 0.01 0.09            |
| d3    | 0.15    | 0.05      | 3.18   | 0.00 | 0.06 0.24            |
| L1.d4 | 0.04    | 0.02      | 2.1    | 0.04 | 0.00 0.09            |
| t     |         |           |        |      |                      |
| 2008  | 0.06    | 0.05      | 1.22   | 0.22 | -0.04 0.17           |
| 2009  | -0.03   | 0.09      | -0.28  | 0.78 | -0.21 0.15           |
| 2010  | -0.07   | 0.10      | -0.71  | 0.48 | -0.26 0.12           |
| 2011  | -0.02   | 0.09      | -0.18  | 0.85 | -0.20 0.16           |
| 2012  | -0.23   | 0.14      | -1.65  | 0.10 | -0.51 0.04           |
| 2013  | -0.11   | 0.11      | -0.96  | 0.34 | -0.33 0.11           |
| _cons | 11.92   | 0.08      | 150.49 | 0.00 | 11.77 12.08          |
| rho   | 0.24635 |           |        |      |                      |

**cinve**

Centro de Investigaciones Económicas

Avda. Uruguay 1242 - Montevideo CP 11100 - Uruguay  
Tel./ fax (598) 2900 3051 / 2908 1533 - E mail: [cinve@cinve.org.uy](mailto:cinve@cinve.org.uy)  
<http://www.cinve.org.uy>