



CIES
consorcio de investigación
económica y social



Propagación de Recesiones Regionales en el Perú

Aldo Rodríguez[†]

[†] Universidad Nacional del Centro

Miguel Campos[‡]

[‡] Universidad Nacional del Centro

Febrero 2011

Índice

1. Introducción	5
2. Especificación del modelo	8
2.1. Identificación de ciclos	10
2.2. Agrupación de regiones	12
2.3. Contagio recesivo	12
3. Estimación bayesiana	13
3.1. Datos	13
3.2. Inferencia bayesiana	14
3.2.1. Algoritmo Gibbs sampling	15
3.2.2. Diagnóstico de convergencia MCMC	18
4. Resultados	18
5. Conclusiones	27

Propagación de Recesiones Regionales en el Perú¹

Aldo Rodríguez y Miguel Campos

Universidad Nacional del Centro

Resumen

En este trabajo estudiamos similitudes y diferencias de las regiones al momento de sus ciclos económicos utilizando métodos bayesianos. Encontramos que (1) los ciclos experimentados por la mayoría de regiones son similares a los de la nación, (2) las recesiones se inician en regiones de la Costa con un importante sector minero en su estructura de producción, este grupo tiene una probabilidad de contagio de recesión de 10,05 % luego de un mes hacia otras regiones y (3) identificamos regiones económicas endógenamente agrupando las actuales según similitudes en sus ciclos económicos, estructura de producción y concentración de mercado crediticio. Los episodios recesivos identificados son coherentes con la literatura previa que utiliza datos agregados.

Abstract

In this work we study similarities and differences of the regions in the timing of business cycles using Bayesian methods. We find that (1) business cycles of the most regions are similar to the nation, (2) the recessions start in regions of the Coast with an important sector mining in his productive structure, this group has a probability of a contagious of 10,05 %, then one month, to another regions, and (3) we identify Economics Regions in a way endogenous, clustering him accord similarities in his business cycles, structure productive and credit market concentration. We find recessions consistently with the previous literature using aggregate data.

Palabras clave: Contagio Recesivo, Estimación Bayesiana.

¹El presente documento constituye el Informe Final del Proyecto Breve PBC29-2009 presentado en el marco del **XI CONCURSO DE INVESTIGACIÓN ACDI - IDRC SCOTIABANK 2009**, organizado por el **Consortio de Investigación Económica y Social (CIES)**. Los autores desean agradecer al CIES por el apoyo financiero en la elaboración de esta investigación. Asimismo, agradecen los valiosos comentarios de Jorge Bernedo y de un lector anónimo, y particularmente a James Hamilton. Los errores remanentes y las opiniones vertidas en este documento son responsabilidad de los autores. Comentarios son bienvenidos. Email: yehand_aldo@yahoo.es .

Resumen Ejecutivo

A nivel nacional ya se han identificado ciclos económicos. Sin embargo, las economías de las regiones, no marchan a paso igual y no hay datos oficiales que identifiquen sus puntos de giro (momentos en los cuales hay un cambio de régimen de recesión a expansión y viceversa). Asimismo las regiones pueden no ser el conjunto de observaciones adecuadas para estudiar sus ciclos económicos por lo que se requiere agruparlos endógenamente en base a factores económicos.

Se estudia similitudes y diferencias en regiones económicas del Perú al momento de sus ciclos económicos a lo largo del periodo 1995.1 -2010.8 para lo cual utilizamos una metodología que identificaría recesiones como el Comité de Ciclos Económicos del NBER, esta es la propuesta de Hamilton y Owyang (2009) que identifica cambios de fase del ciclo económico como cambios en la tasa de crecimiento promedio, se estima este modelo de regímenes cambiantes utilizando técnicas bayesianas.

Se encuentra que pesar de la heterogeneidad al inicio y fin de las recesiones hay un fuerte componente nacional común en la evolución de las economías regionales, aunque el modelo estimado permite la posibilidad de movimientos aislados del resto del país para los grupos de regiones, encontramos que tal comportamiento es la excepción más que la regla, aunque algunas regiones pueden experimentar una recesión separada del resto de regiones como Tacna, Puno y Tumbes, básicamente la diferencia será una cuestión de tiempo, con algunas regiones entrando en recesión o recuperándose antes que otras. De esta manera los ciclos económicos experimentados por la mayoría de las regiones son similares a los de la nación.

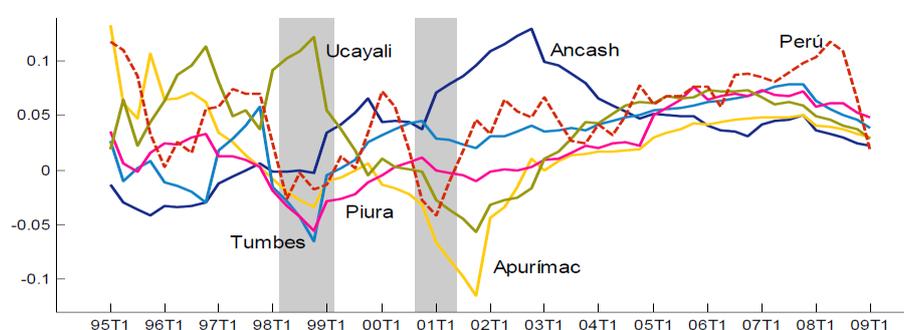
Asimismo se encuentra que las recesiones se inician en regiones de la Costa, este grupo tiene una probabilidad de contagio - luego de un mes - hacia otras regiones del interior del país del 10,05 %, en este grupo se incluyen regiones donde la minería tiene mayor participación como Lima, Arequipa, La Libertad, Lambayeque, Piura, Ica y Moquegua. Las regiones a las que luego se propagará la recesión son aquellas donde la manufactura y otros servicios tiene una participación importante en su producción y donde la concentración del mercado crediticio es alta, también regiones con importante participación del sector comercio serán afectados luego, y finalmente regiones donde la agricultura, electricidad y agua, y construcción son importantes.

Finalmente se identifican regiones económicas agrupando las actuales según similitudes en sus ciclos económicos, estructura de producción y concentración de mercado crediticio y se estiman ciclos económicos en las regiones identificadas, a partir de éstos se identifican ciclos de la economía peruana, lo que reporta dos episodios de recesión durante 1999.1 - 2002.9 y la más reciente a finales del 2009, estos episodios son coherentes con la literatura previa que utiliza datos agregados.

1. Introducción

Empresarios y trabajadores necesitan tener un conocimiento adecuado de cómo la expansión económica de su región se compara con otra región, o con la nación. Frecuentemente sus perspectivas de utilidades o empleo son sensibles al ciclo económico regional. Además, para la siguiente etapa de asignación de ingresos a los gobiernos regionales la Ley de Descentralización Fiscal contempla que las macro-regiones recibirán el 50% de los ingresos provenientes de tres impuestos efectivamente recaudados en la respectiva región ², de esta manera también sus ingresos tributarios serán sensibles al ciclo económico regional. Ellos pueden desear conocer si las recesiones son más frecuentes en su región que en otras o si son más severas o más largas. También pueden estar interesados en qué tan bien la información que tienen sobre la economía nacional refleja las condiciones locales.

Figura 1: Perú: 1995.1-2009.3 Crecimiento de PBI Nacional y Regional



Nota: Áreas sombreadas muestran periodos de recesión.

Fuente del PBI Nacional: BCRP. Para la construcción de series regionales ver Sección 3.1.

A nivel nacional ya se han identificado ciclos económicos³. Sin embargo las economías de las regiones, no marchan a paso igual que la nacional y no hay datos oficiales que identifiquen sus puntos de giro⁴. Un análisis preliminar sugiere que esto es cierto para varias regiones. Por ejemplo en el Gráfico 1, se muestra la evolución del PBI real trimestral del Perú y de cinco regiones.

Así por ejemplo, en 1998.1 un trimestre antes de una recesión nacional, Tumbes se adelantó al país al reducirse en 1% su producción, frente a Ucayali que creció 9%, y en los trimestres siguientes la producción de Ucayali siguió en expansión en contraste con la evolución del nivel nacional, y luego que este periodo de recesión nacional culminó en 1999.2, Tumbes y Piura permanecieron en tal situación durante uno y cuatro trimestres más, respectivamente. En 2000.1 Apurímac se adelantó, a una recesión nacional que empezó dos trimestres después, en contraste a Ancash que

²En el DL. N° 955, 2004 se especifica: a) Impuesto General a las Ventas, b) Impuesto Selectivo al Consumo, y c) Impuesto a la Renta de Personas Naturales.

³Ver, por ejemplo, Cáceres y Sáenz (2003), Castillo, Montoro y Tuesta (2006) y Rodríguez (2007).

⁴Para Estados Unidos, el Banco de Reserva Federal de San Luis y el Banco de Reserva Federal de Filadelfia reportan mensualmente mapas de contagio de recesiones en <http://research.stlouisfed.org> y www.philadelphiafed.org/econ/stateindexes.

alcanzó una expansión de 5%; ya durante el periodo recesivo Ancash alcanzó una expansión de 8% frente a una reducción de 9% en Apurímac.

Estas regiones se crearon sobre departamentos, estos últimos fueron constituidos en base a elementos administrativos de la época virreinal⁵. González (1982) resume los criterios implícitos que se utilizaron y la historia de la división política del territorio peruano como:

“llena de creaciones, desmembraciones, recategorizaciones y redennominaciones, hechas sobre la base de la división político-administrativa existente a fines de la Colonia. Los criterios para dichos cambios no siempre han sido uniformes, impulsados por intereses políticos, económicos, movimientos reivindicativos, por razones geopolíticas o de índole administrativa y fiscal”.

En este sentido dado que el tema de investigación es sobre ciclos económicos, las regiones -creadas en base a departamentos- pueden no ser el conjunto de observaciones adecuadas⁶ por lo que se requiere identificar regiones económicas⁷. Es probable que esta definición alternativa dé un mejor agrupamiento de departamentos para estudios sobre las diferencias en su comportamiento cíclico.

En este documento nos proponemos estudiar similitudes y diferencias en las regiones económicas del Perú al momento de sus ciclos económicos a lo largo del periodo 1994.1 - 2010.3, a fin de (1) Identificar ciclos económicos regionales y, a partir de esto, ciclos nacionales. (2) Identificar cuatro regiones económicas, agrupando las actuales según similitudes en sus ciclos económicos, estructura productiva y mercado crediticio. (3) Identificar el origen y la propagación de las recesiones regionales, distinguiendo las que más se afectan con las fluctuaciones nacionales y las que dependen más de eventos particulares propios.

La teoría económica señala la importancia del criterio económico en la conformación de regiones. Desde el trabajo de Mundell (1961) los economistas han coincidido en algunos criterios que deben reunir un grupo de regiones para que constituyan una zona monetaria óptima (ZMO), la idea básica es que las regiones tengan perturbaciones, estructuras y ciclos económicos similares para que una política monetaria común sea óptima.

Más reciente, Kouparitsas (2001) argumenta que si una unión económica no es una ZMO entonces algunos de sus miembros incurrirán en costos macroeconómicos (persistente desempleo elevado y bajo producto) que excederán los beneficios microeconómicos (menores barreras y costos de

⁵Lozada (2000) señala que los éstos nacieron con la República sobre las unidades de organización territorial existentes al fin del periodo colonial, las intendencias fueron reemplazadas por 9 departamentos, y que luego se produjo un activo proceso de fusión y subdivisión de unidades político-administrativas que completó en 1980, con la creación de Ucayali, el número 24.

⁶Crone y Clayton (2004) argumentan que estudios de ciclos económicos regionales requieren una agrupación de ellas en base a factores económicos que afecten la producción en el corto plazo.

⁷En estricto, para identificar regiones económicas no basta la similitud de los ciclos sino también evaluar la ley de un solo precio, la existencia de fronteras comerciales, economías y deseconomías a escala, la existencia de corredores entre otros, González de Olarte (1982)

transacción). Wai-Ching (2009) sostiene que los potenciales miembros deben como mínimo demostrar alguna forma de sincronización en sus ciclos económicos previa a la unión económica, porque una región podría necesitar una menor tasa impositiva o de interés para estimular su economía y reducir su tasa de desempleo, mientras que otra del mismo grupo requiera una tasa más alta pues se encuentra en auge económico y muestra presiones inflacionarias, este aspecto puede tornarse importante en el futuro, una vez que los gobiernos regionales tomen decisiones de tributación a escala regional⁸.

Esta teoría influyó para que Europa adoptara una moneda común, por medio del Tratado de la Unión Europea firmado en Maastricht en 1991, allí se establecía un conjunto de precondiciones que los países que desearan participar en la unión monetaria - última fase de una integración económica - debían cumplir en los plazos previstos. Estas condiciones son criterios de convergencia respecto a (1) precios, (2) tipos de cambio, (3) tipos de interés, y un doble criterio para finanzas públicas: (4) deuda pública y (5) déficit público. Traduciendo estos elementos a las necesidades del Perú y tomando como referencia el proceso de regionalización se han estudiado en Monge y Winkelried (2004) los dos primeros, aquí estudiamos los ingresos tributarios.

Segundo, el conocimiento de características particulares de las fluctuaciones regionales puede ser también importante para el diseño de la política regional, se vio al inicio que para los gobiernos regionales será de utilidad considerable conocer si su región está en recesión o expansión. Los resultados también tendrían implicaciones importantes para el diseño de la política nacional. Bajo presiones inflacionarias, la reacción usual del BCR sería mover la tasa de interés de referencia para afectar la demanda y lograr que la inflación se ubique en torno a la meta escogida. Sin embargo, estas intervenciones pueden generar efectos asimétricos sobre el desempeño económico de las regiones⁹, por lo que el impacto final dependerá del grupo que está en recesión, al momento que la política sea implementada. Un argumento similar puede ser aplicado al uso de la política fiscal para suavizar el ciclo económico agregado.

De verificarse la heterogeneidad en los ciclos regionales implicaría que hay conjuntos diferentes de economías, fluctuaciones y respuestas a diferentes shocks¹⁰, por lo que se deben diseñar políticas públicas más eficientes teniendo en cuenta esta heterogeneidad. Puede servir también para analizar efectos de política fiscal y monetaria en las regiones identificadas¹¹.

⁸Jorge Vega (2007) expone la importancia de otorgar a los gobiernos regionales la administración y recaudación directa del impuesto a la renta de personas naturales y el impuesto al consumo de combustibles (que es una parte sustancial del Impuesto Selectivo al Consumo).

⁹Ver Monge y Winkelried (2004, págs. 8-9).

¹⁰Rodríguez (2003 a) señala que la presencia de shocks positivos o negativos puede tener efectos diferentes en la economía agregada que en las regionales debido a su diversidad, así las regiones deben ser capaces de responder diferente cuando un shock llega.

¹¹De la Cuba (2008) plantea en una agenda de investigación “analizar los efectos de la política fiscal en ámbitos subnacionales (departamentos y municipios)”, lo que normalmente se realizaría con 25 modelos VAR, con las regiones identificadas aquí este número se reduce considerablemente.

Adicionalmente, se puede aprender acerca del curso de la economía nacional desde lo que sucede en las regiones, siguiendo aquellas cuyas probabilidades de recesión aumentan podemos trazar el curso de las recesiones nacionales a lo largo del país por medio de mapas de contagio.

En este documento nos proponemos responder a las siguientes preguntas, (1) en qué grado las experiencias de recesiones y expansiones de las regiones han estado sincronizados unos con otros y con la nación, qué regiones muestran diferencias con los ciclos nacionales, (2) cuáles son los factores que explican estas diferencias.¹²

Las hipótesis que planteamos son (1) aunque regiones agricultoras y productoras de minerales pueden a veces experimentar una recesión separada del resto de regiones, para la mayoría, la diferencia básicamente será una cuestión de tiempo, con algunas entrando en recesión o recuperándose antes que otras, de esta manera los ciclos económicos experimentados por la mayoría de las regiones son similares a los de la nación. (2) Algunas regiones como Cerro de Pasco, Junín, Moquegua caracterizadas por alta participación de la actividad agricultora y minera en sus economías pueden entrar y salir de recesiones independientemente de la nación, de tal manera que la composición de la producción es importante para identificar regiones económicas, otro factor importante es la concentración de los mercados de créditos.

Este documento se organiza como sigue. En la sección 2 se presenta la Especificación del Modelo. En la sección 3 se presenta la metodología bayesiana de identificación de ciclos y regiones económicas, así como los datos utilizados. En la sección 4, de resultados, se identifican regiones económicas y sus ciclos económicos, se analiza el contagio de recesiones y se reflexiona acerca de las principales implicancias de política de nuestros resultados. Finalmente la sección 5 presenta las principales conclusiones y posibles rutas para la investigación futura.

2. Especificación del modelo

El análisis preliminar realizado al inicio mostraría que algunas regiones han eludido recesiones cuando la mayoría estuvo en una y otras no. Sin embargo dos debilidades sobresalen. Primero, si bien los indicadores “normales” de una recesión están dados por dos caídas consecutivas del PBI trimestral, como el que utilizamos arriba, éste no ha sido siempre el criterio utilizado en el Perú (ver, por ejemplo, Rodríguez (2007)) o en otros países .

En EEUU el Buró Nacional de Investigación Económica (NBER, por sus siglas en inglés), una organización de investigación, sin fines de lucro, cumple un rol importante catalogando hechos estilizados de ciclos económicos y dando un recuento histórico de los momentos en los cuáles ocur-

¹²Es importante señalar que en el presente estudio no evaluamos la existencia de cadenas de Markov sino la coherencia del modelo para explicar fenómenos económicos - las recesiones - que en el Perú, a diferencia del clima, tendrían sus orígenes en la dependencia comercial y productiva. Más que estocásticas, seguirían leyes, reglas de poder y negociaciones previsibles. En ese sentido el modelo que utilizamos nos da algunas luces sobre si esto último es más bien lo errado y el azar es la regla predominante.

rió un cambio de régimen. Esta tarea empezó poco después de la fundación del NBER en 1920 y continúa hasta hoy en día. Desde 1980, la tarea específica de reportar “puntos de giro” del ciclo económico de EEUU, o aquellos momentos en los cuáles la economía cambió de un régimen de expansión a un régimen de contracción y viceversa, es desarrollado por Business Cycle Dating Committee del NBER¹³.

Chauvet y Hamilton (2005, p. 2), muestran que el NBER, reporta inicios y términos de recesiones económicas en desacuerdo con las identificadas utilizando la definición tradicional, 15 de 45 trimestres recesivos fueron asociados con un crecimiento positivo del producto y se han observado tasas de crecimiento negativas durante lo que fue considerado expansión económica. Las diferencias serían motivadas por diferencias en los conceptos. En la página del NBER sobre ciclos económicos de EEUU¹⁴, se expresa que:

“El comité pone énfasis en dos medidas mensuales de actividad económica a lo largo de toda la economía: (1) ingreso personal menos transferencias, en términos reales y (2) empleo. Además toma como referencia dos indicadores de manufactura y bienes: (3) producción industrial y (4) volumen de ventas de los sectores manufactura y mayorista - minorista ajustados a cambios de precios. El comité también toma en cuenta estimados de GDP real como los preparados por Macroeconomic Advisers. Aunque estos indicadores son las más importantes medidas consideradas por el NBER en el desarrollo de la cronología de los ciclos económicos, no hay una regla fija acerca de qué otras medidas contribuyen información al proceso.”

En la práctica el NBER reporta un punto de giro cuando el Comité llega a un consenso que ocurrió un punto de giro. Aunque cada miembro probablemente efectúa diferentes técnicas para responder esta cuestión, la decisión es formada utilizando la definición de ciclo económico dada por Burns y Mitchell (1946, p. 3):

“Ciclos económicos son un tipo de fluctuación que se encuentran en la actividad económica agregada de las economías que organizan su trabajo principalmente mediante empresas, un ciclo consta de expansiones que ocurren aproximadamente al mismo tiempo en muchas actividades económicas, seguidas de recesiones igualmente generales, contracciones y recuperaciones que se mezclan con la fase de expansión del siguiente ciclo”.

Un elemento fundamental de esta definición es que el ciclo puede ser dividido en fases distintas, con cambios de fase caracterizados por cambios en la dinámica de la economía. En particular fases de expansión son periodos cuando la actividad económica tiende a crecer, mientras que fases de recesión son periodos cuando la actividad económica tiende a decrecer.

¹³Actualmente hay seis miembros en el comité: Robert Hall, Martin Feldstein, Jeffrey Frankel, Robert Gordon, Gregory Mankiw y Victor Zarnowitz de las Universidades de Stanford, Harvard, California, Northwestern, Harvard, y Columbia, respectivamente.

¹⁴<http://www.nber.org/cycles/recessions.html>

Un estudio más riguroso requiere una metodología que identifique recesiones como las que realizaría el NBER, una de ellas es la propuesta de Hamilton (1989), que utilizando sólo datos de producción de EEUU encuentra periodos de recesión muy similares a los reportados por el NBER, el modelo identifica cambios de fase del ciclo económico como cambios en la tasa de crecimiento promedio, tasas de crecimiento altas durante en las expansiones y tasas de crecimiento bajas para las recesiones que no necesariamente serán tasas de crecimiento negativas.

La segunda dificultad tiene que ver con la primera, aplicar la metodología de Hamilton (1989) a cada una de las regiones¹⁵ implicaría que la economía nacional puede estar en una de situaciones diferentes cada trimestre, 2 por el estado posible de recesión o expansión y 25 por el número de regiones, por ejemplo, una de estas 33554432 de situaciones sería que la región 1 se encuentre en recesión y que las otras no. En menor grado, está también la dificultad computacional que requeriría calcular un vector de elementos y una matriz de orden . Frente a esto, no es novedad la heterogeneidad productiva entre las regiones como tampoco que entre ellas hay características comunes, por lo que se debe reducir el número de regiones seleccionando algunas representativas, como Aguilar y Camargo (2000), o agrupándolas según características económicas comunes como González y Trelles (2004)¹⁶ en su estudio sobre crecimiento económico.

2.1. Identificación de ciclos

Estimar los siguientes elementos permitirá contrastar las hipótesis y cumplir con los objetivos¹⁷. Sea y_{tn} la tasa de crecimiento de actividad económica de la región n en el momento t . Agrupamos estas observaciones para todas la regiones en un vector $(N \times 1)$ $y_t = (y_{t1}, \dots, y_{tN})'$, donde N denota el número de regiones. Sea z_t un vector $(N \times 1)$ de indicadores de recesión $z_{tn} = 1$ cuando la región n está en recesión y 0 cuando está en expansión. Se supone que:

$$y_t = \mu_0 + \mu_1 \odot z_t + \epsilon_t$$

donde el n -ésimo elemento del vector $(N \times 1)$ $\mu_0 + \mu_1$ es la tasa de crecimiento promedio de la región n en la fase recesiva, el n -ésimo elemento del vector $(N \times 1)$ μ_0 es la tasa de crecimiento promedio de la región n en la fase expansiva, y \odot denota el producto de Hadamard. Se supone que

¹⁵Esta aproximación es la que utilizan Rodríguez (2003a, 2003b), Crone y Clayton (2004), Owyang, Piger y Wall (2005), Dolores, Gómez y Montañéz (2006) en sus estudios de ciclos regionales.

¹⁶González y Trelles (2004) agrupan exógenamente los departamentos del Perú en 9 macro - regiones siguiendo la propuesta para la regionalización de González (1984), esto es, considerando la proximidad geográfica, relaciones económicas y características físicas, aquí los grupos serán un resultado del modelo, en este sentido la agrupación es endógena. Por su parte, Aguilar y Camargo (2000) “seleccionan naturalmente” 10 departamentos para evaluar el efecto de shocks que afectan el crecimiento de Lima sobre el crecimiento de éstos y viceversa, pero no evalúan el efecto de shocks que afectan el crecimiento de un departamento de la periferia sobre el crecimiento de otro de la periferia, posiblemente porque les llevaría a estimar $11C2 = 55$ modelos SVARs.

¹⁷Seguimos a Hamilton y Owyang (2009).

$\epsilon_t \sim i.i.i. N(0, \Omega)$, con ϵ_t independiente de z_τ para todo τ y t . z_t sigue una cadena de Markov y Ω es una matriz diagonal:

$$\Omega = \text{diag}(\sigma_1^2, \dots, \sigma_N^2)$$

Consideramos que esta formulación parsimoniosa es más robusta que un modelo más parametrizado para fines de caracterizar los hechos estilizados de los ciclos económicos en las regiones.

A pesar de estos supuestos el modelo es numericamente intratable sin mayores simplificaciones adicionales. La región 1 puede estar en recesión mientras que 2 y 3 no, o si 1 y 2 están en recesión mientras que 3 no, etc... hay $\eta = 2^N$ diferentes posibilidades. Implementar el algoritmo de Hamilton (1994, p. 692) requeriría calcular un vector $(\eta \times 1)$ ξ_t y una $(\eta \times \eta)$ matriz P lo cual no es muy viable. Aun si pudiera ser implementado, tal formulación infiere información desde un vector $(T \times N)$ de datos que puede ser más de lo razonablemente justificado.

Nuestra aproximación, como en Hamilton y Owyang (2009), es asumir que la dinámica de las recesiones puede ser caracterizada en términos de un pequeño número $K \ll 2^N$ de diferentes grupos y por un indicador agregado $z_t \in \{1, \dots, K\}$ representa el grupo que está en recesión en periodo t . Asociamos al grupo 1 un vector de $(N \times 1)$ $h_1 = (h_{11}, \dots, h_{N1})'$ cuyo n -ésimo elemento es la unidad cuando la región n pertenece al grupo 1 y 0 si región n no pertenece al grupo 1. Cuando $z_t = 1$ todas las regiones que pertenecen al grupo 1 estarán en recesión. En general:

$$y_t | z_t = k \sim N(m_k, \Omega)$$

Donde:

$$m_k = \alpha + \gamma \odot h_k, \gamma < 0$$

$$k = 1, \dots, K$$

La ecuación nos permite identificar cambios de fase del ciclo económico como Hamilton (1989), es decir cambios en la tasa de crecimiento promedio, así α representará la tasa de crecimiento promedio durante las expansiones mientras que $\alpha + \gamma$ será para recesiones. Esta representación parsimoniosa también es utilizada por Owyang, Piger y Wall (2005).

2.2. Agrupación de regiones

Condicional en h_1, \dots, h_K , el modelo de la sección 2.1 es una estructura estándar Markov-switching para la cual los métodos de inferencia son conocidos. La cuestión es cómo inferir la configuración de h_1, \dots, h_K desde los datos. Se impone dos de estas configuraciones a priori, estipulando que h_K es una columna cuyos elementos son todos ceros (de manera que todas las regiones

estarán en expansión cuando $z_t = K$), y h_{K-1} es una columna de todos unos (de manera que todas las regiones estarán en recesión cuando $z_t = K - 1$). Se referirá a los otros grupos como “sincráticos” y se denotará por $\kappa = K - 2$ el número de grupos idiosincráticos. Así, cuando $z_t = 1, \dots, \kappa$ algunas regiones estarán en recesión y otras no. Los valores de h_1, \dots, h_κ son variables no observables que influyen en la distribución de probabilidad de los datos observados $\{y_t\}_{t=1}^T$.

Se postula que hay un $(p \times 1)$ vector x_{nk} que influye en si la región n está en recesión cuando $z_t = k$ de acuerdo a:

$$\Pr[h_{nk} = 0] = \frac{1}{1 + \exp(x'_{nk}\beta_k)}$$

para $n = 1, \dots, N$; $k = 1, \dots, \kappa$. Note que la región n puede pertenecer a más de un grupo idiosincrático.

Para inferir sobre el parámetro β_k se sigue a Holmes y Held (2006), esto se detalla en la sección 3.2.1.

2.3. Contagio recesivo

Se supone que z_t sigue una cadena de Markov homogénea no observada (o que es homogénea en el tiempo o que tiene probabilidades de transición estacionarias¹⁸) en el sentido que:

$$\Pr[z_t = j | z_{t-1} = i, \dots, z_1 = k, \dots, y_t, y_{t-1}, \dots] = \Pr[z_t = j | z_{t-1} = i] = p_{ji}$$

La primera parte de la ecuación deriva de la propiedad de Markov, la probabilidad de que la recesión se encuentre en una región en un instante dado t_2 se puede deducir del conocimiento de su estado en un instante anterior t_1 , y no depende del historial del sistema antes del instante t_1 . Los procesos estocásticos que representan observaciones de sistemas que satisfacen esta condición son llamados procesos de Markov.

Una clase especial de procesos de Markov es una cadena de Markov; este es un proceso estocástico cuyo desarrollo se puede considerar como una serie de transiciones entre valores determinados (llamados “estados” del proceso) que tienen la propiedad que la ley de probabilidad del desarrollo futuro del proceso, una vez que está en un estado dado, depende sólo del estado y no de cómo llegó el proceso a dicho estado (dado el presente el futuro es independiente del pasado). El número de estados es finito o numéricamente infinito.

La segunda parte de la ecuación resulta de suponer homogeneidad de la cadena de Markov, es

¹⁸Ver, por ejemplo, Parzen (1972) y Brzezniak y Zastawniak (1999) para una exposición detallada de la teoría de Procesos de Markov y Hamilton (1994) para aplicaciones y estimaciones de cadenas de markov no observada y más recientemente el trabajo de Sims, Waggoner y Zha(2006).

decir, que luego de un trimestre la recesión pasará de una región a otra con probabilidad de contagio que no depende del trimestre en particular¹⁹, estas probabilidades se agrupan en una matriz llamada de probabilidades de transición $\mathbf{P} = [p_{ji}]_{i,j=1,\dots,K}$ cuyos elementos nos permitirán estudiar el contagio y propagación de las recesiones.

Las restricciones de la sección 2.2 $h_{K-1} = (0, \dots, 0)'$, $h_K = (1, \dots, 1)'$ nos permite estudiar el contagio no sólo de región a región sino también de región a país y viceversa, de tal modo que cuando $z_t = K-1(K)$ cada región (todas), estará en recesión (expansión), esto nos permitirá obtener $p_{K-1,1}$ y $p_{1,K-1}$ que representan la probabilidad de contagio de la región 1 al país y viceversa. Por ejemplo para $K = 6$, p_{41} es la probabilidad de que luego de un trimestre la recesión pase de la región uno a la región cuatro, p_{41} no necesariamente es igual a p_{14} .

3. Estimación bayesiana

3.1. Datos

Los modelos de ciclos económicos usualmente utilizan una amplia medida de actividad económica como el Producto Bruto Interno como variable dependiente pero la medida correspondiente a nivel de departamentos en el Perú, Valor Agregado Bruto es disponible del INEI²⁰ sólo en frecuencia anual. El INEI ha presentado cuatro series de VAB de las regiones, el primero, para el periodo 1970 -1996 base 1979²¹, el segundo para 1994 - 2001, el tercero para 2001 - 2008 y el último para 2001 - 2009, estos tres últimos en base 1994.

Cabe mencionar que hay dos cifras de VAB diferentes para el año 2001 para cada una de las regiones. La otra posible fuente de VAB regional es la publicada por PNUD (2008) para 1995-2006 que no presenta este quiebre en el 2001²² Ante esto habría necesidad de:

Primero, empalmar las series de 1994-2001 y 2001-2008 utilizando el método de empalme simple recomendado por el Sistema de Cuentas Nacionales²³ como en Stanger (2007), para obtener una serie continua de 1994 - 2009.

Segundo, desagregar las series anuales en series de trimestrales utilizando como variable relacionada los ingresos tributarios de cada región disponible de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT) para 1994.1-2010.3 siendo ésta la mejor disponible en baja

¹⁹Ver, por ejemplo, Maravall (1974), para una exposición de cadenas de markov no homogéneas o según otra terminología cadenas no-markovianas, Diebold, Lee y Weinbach (1994), Kim y Nelson (1998, 1999), Chib y Dueker (2004), para aplicaciones y estimaciones de cadenas no-markovianas, no observadas u ocultas.

²⁰Las “*Síntesis Económicas Regionales*” publicadas en la página Web del BCR elaboradas mensualmente por las sucursales del BCR presentan la evolución de la actividad económica regional desde el 2000, sin embargo los sectores incluidos en sus cálculos de VAB difieren de región a región y a lo largo del tiempo.

²¹Con excepción de Ucayali que se dispone desde 1979.

²²PNUD tiene como fuente el Anuario Estadístico Perú en Números del Instituto Cuánto

²³El SCN establece las recomendaciones internacionales para la compilación de las estadísticas macroeconómicas de los países, la versión actual corresponde al de 1993.

frecuencia para el periodo que estudiamos. Para esto se puede seguir el principio de preservación del movimiento de Denton (1973) y el procedimiento de Di Fonzo (2003), este último no sólo permite distribuir las series anuales en trimestrales, sino extrapolar en el periodo no cubierto por la serie anual pero sí por la serie trimestral lo que permitiría contar con una serie de la actividad económica para 1994.1-2010.3. La idea básica del principio de Denton es que la serie disponible sólo en frecuencia anual presente movimientos trimestrales o mensuales similares a otra serie trimestral registrada y relacionada según la teoría económica o evidencia empírica²⁴. La desagregación de series también se puede realizar utilizando otras variables de manera conjunta, como el consumo de electricidad y los saldos de créditos por regiones.

En el Gráfico 1 en la sección 1. Introducción presentamos un bosquejo de lo que sería una desagregación trimestral de VAB. Sin embargo esta desagregación de series anuales constituye de por sí un tema de investigación completo que en este estudio no realizamos, más bien realizaremos la estimación utilizando sólo las series de ingresos tributarios publicados por la SUNAT y desestacionalizados utilizando el procedimiento ARIMA X-12, no utilizamos datos de créditos puesto que en algunas regiones estos datos antes del 2001 presentan niveles mínimos poco representativos de las economías regionales. Si bien muchas de las empresas que operan a nivel regional tienen sus direcciones fiscales en Lima, por lo que los impuestos los pagan en Lima (registrándose en Lima el pago de impuestos), en este estudio asumimos que esta estructura (mapa tributario) no ha presentado variaciones mensuales.

Se utilizan también variables explicativas que agrupan a las regiones según similitudes en la composición de la producción como Agricultura, Minería, Manufactura, Electricidad y Agua, Construcción, Comercio y Transportes y Comunicaciones y Otros Servicios al 2009 del Instituto Nacional de Estadística e Informática estos datos son incluidos como porcentajes, también utilizamos el Índice Hirshman-Herfindahl (HHI) para créditos de las empresas financieras por regiones a Diciembre del 2009 de elaboración propia, construidos a partir de las series de créditos por regiones y empresas financieras publicados por la Superintendencia de Banca Seguros y AFP (SBS) lo cual nos permite incluir grados de concentración de los mercados crediticios de las regiones.

3.2. Inferencia bayesiana

El modelo presentado requiere estimar: (1) variables aleatorias no observadas: $h = \{h_1, \dots, h_\kappa\}$ que indican qué departamentos están en el grupo z_t y $z = (z_1, \dots, z_T)'$ que indica qué grupo está en recesión cada trimestre y (2) parámetros desconocidos $\theta = \{\Omega, \alpha, \gamma, \beta, \mathbf{P}\}$. Estimar (1) y (2) por métodos clásicos requeriría obtener una forma cerrada para la función de verosimilitud lo cual es un poco difícil, si optamos por el enfoque bayesiano²⁵ tendríamos que hacer lo mismo para la distribución conjunta posterior lo cual no es más fácil que la anterior alternativa, otra alternativa

²⁴Por ejemplo, Castillo, Montoro y Tuesta (2006) muestran una correlación cercana a uno de los ingresos tributarios con el PBI.

²⁵Ver, por ejemplo, Lancaster (2005) para una introducción.

sería recurrir a Gibbs - Sampling²⁶ como una aproximación al enfoque bayesiano.

3.2.1. Algoritmo Gibbs sampling

El muestreo de Gibbs es un método para aproximar distribuciones marginales y conjuntas por muestreo iterativo desde las distribuciones condicionales de cada parámetro (incluyendo variables aleatorias no observadas) dados los datos y extracciones de otros parámetros del modelo. Estas extracciones forman una cadena de Markov ergódica cuya distribución converge a la distribución posterior conjunta de los parámetros dados los datos.

En este trabajo al simular la distribución posterior descartamos las primeras 5,000 extracciones para fines de convergencia²⁷. Estadísticas descriptivas respecto a distribuciones posteriores son basadas en 2,000 extracciones siguientes. Se realizaron varias estimaciones con números de iteraciones de 5,000 los cuales mostraron robustez en los resultados.

Sobre esta herramienta bayesiana es positivo recordar lo señalado por Taylor y Segal (1992):

It is interesting to see that the Gibbs sampler is turning so many statisticians into Bayesians. A computer algorithm seems to be achieving what philosophical arguments could not. Maybe it is a healthy sign of our profession that we are more interested in tools that work rather than in philosophy.

De manera que en esta sección nos centraremos en la aplicación del muestreo Gibbs sampler, empezamos explicando la generación de Ω condicional en los datos Y y en los valores para $\alpha, \gamma, \mathbf{P}, z, h, \beta$, generados por el paso previo de la iteración (que para la primera iteración serían las condiciones iniciales del algoritmo), luego, explicaremos cómo extraemos α, γ dado $Y, \Omega, \mathbf{P}, z, h, \beta$ y así sucesivamente

1. Extrayendo $\Omega|Y, \alpha, \gamma, \mathbf{P}, z, h, \beta$

$$p(\sigma_n^{-2}|Y, \alpha, \gamma, \mathbf{P}, z, H, \beta) \propto \sigma_n^{-T-v-2} \exp\left[-(\delta + \hat{\delta})\sigma_n^{-2}/2\right]$$

para $\hat{\delta} = \sum_{t=1}^T \left[y_{tn} - \mu'_n w(z_t, h) \right]^2$ con $w(z_t, h) = (1, h_{n,z_t})'$, como en Kim y Nelson (1999).

2. Extrayendo $(\alpha_n, \gamma_n) | Y, \Omega, \mathbf{P}, z, h, \beta$

$$(\alpha_n, \gamma_n) | Y, \Omega, \mathbf{P}, z, h, \beta \sim N(m_n^*, \sigma_n^2 M_n^*)$$

para

$$M_n^* = (M^{-1} + C_n)^{-1}$$

²⁶Willard Gibbs fue un físico - estadístico americano de finales siglo XX.

²⁷Para realizar estos procedimientos se escribió en el lenguaje de programación **MATLAB**

$$m_n^* = M_n^*(M^{-1}m + c_n)^{-1}$$

$$C_n = \left[\sum_{t=1}^T w(z_t, h)w(z_t, h)' \right]$$

$$c_n = \left[\sum_{t=1}^T w(z_t, h)y_{tn} \right].$$

3. Extrayendo $\mathbf{P}|Y, z, h, \beta, \alpha, \gamma$

$$p(\mathbf{P}_i|Y, z, h, \beta, \alpha, \gamma) \propto \mathbf{Dirichlet}(\delta_i^*)$$

donde el j -ésimo elemento del vector δ_i^* es dado por

$$\delta_{ij}^* = \frac{\sum_{t=2}^T \delta(z_{t-1} = i, z_t = j)}{\sum_{t=2}^T \delta(z_{t-1} = i)}$$

que es la proporción de veces que se observa que el régimen i es seguido por el régimen j entre la secuencia $\{z_1, \dots, z_T\}$.

4. Extrayendo $z|Y, h, \theta$

$$p(z|Y, h, \theta) = p(z_T|\psi_T, \theta, h) \prod_{t=1}^{T-1} p(z_t|z_{t+1}, \psi_t, \theta, h)$$

donde

$$\psi_t = \{y_{\tau n} : \tau \leq t = 1, \dots, N\}$$

reúne observaciones de todas las regiones para todos los datos hasta t .

Se puede calcular $p(z_t|\psi_t, \mathbf{P}, h, \beta, \alpha, \gamma)$ iterando las ecuaciones [22,4,5] y [22,4,6] de Hamilton(1994),

$$\hat{\xi}_{t|t} = \frac{(\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t)}{\mathbf{1}'(\hat{\xi}_{t|t-1} \odot \eta_t)}$$

$$\hat{\xi}_{t+1|t} = \mathbf{P} \cdot \hat{\xi}_{t|t}.$$

donde ξ_t es un vector cuyo k -ésimo elemento es la unidad cuando $z_t = k$ y cero en otro caso, mientras que η_t es un vector $(K \times 1)$ cuyo k -ésimo elemento es $\prod_{n=1}^N p(y_{tn}|\theta, z_t = k, h)$, mientras que $\hat{\xi}_{0|0} = (0, 0, \dots, 1)'$.

Del valor terminal de estas iteraciones ($t = T$) se obtiene $p(z_T|\psi_T, h, \theta)$, el primer término

de la ecuación.

Adicionalmente se genera z_T, z_{T-1}, \dots, z_1 secuencialmente desde

$$p(z_t|z_{t+1}, \psi_t, h, \theta) = \frac{p_{z_t, z_{t+1}} p(z_t|\psi_t, \theta, \mathbf{P}, h)}{\sum_{j=1}^K p_{j, z_{t+1}} p(z_t = j|\psi_t, \theta, \mathbf{P}, h)},$$

Como en [9,16] de Kim y Nelson(1999).

5. Generando $h|Y, \theta, z$

Se define $h^{[k]} = \{h_j : j = 1, \dots, \kappa; j \neq k\}$, la idea es generar h_k condicionado en todos los elementos de los otros grupos (denotado por $h^{[k]}$). Se obtiene h_{nk} para $n = 1, \dots, N$ independientemente a lo largo de estados desde:

$$p(h_{nk} = 1|Y, h^{[k]}, \theta, \mathbf{P}, z, \beta) = \frac{p(Y_n|h_{nk} = 1, h^{[k]}, \theta, z) \mathbf{Pr}(h_{nk} = 1|\beta_k)}{\sum_{j=0}^1 p(Y_n|h_{nk} = j, h^{[k]}, \theta, z) \mathbf{Pr}(h_{nk} = j|\beta_k)}$$

donde

$$\mathbf{Pr}[h_{nk} = 0] = \frac{1}{1 + \exp(x'_{nk}\beta_k)}.$$

Adicionalmente se generan dos variables auxiliares ζ y λ a fin de estimar los coeficientes logísticos, siguiendo a Holmes y Held (2006).

6. Generando $\zeta|Y, h, \theta$

Se genera $u_{nk}^* \sim \mathbf{Uniforme}(0, 1)$ y definimos

$$u_{nk} = \begin{cases} \frac{1}{1 + \exp(x'_{nk}\beta_k)} u_{nk}^* & \text{si } h_{nk} = 0 \\ \frac{1}{1 + \exp(x'_{nk}\beta_k)} + \frac{\exp(x'_{nk}\beta_k)}{1 + \exp(x'_{nk}\beta_k)} u_{nk}^* & \text{si } h_{nk} = 1 \end{cases}$$

Luego, $\zeta_{nk} = x'_{nk}\beta_k - \log(u_{nk}^{-1} - 1)$.

7. Generando $\lambda|Y, h, \theta, \zeta$

Como en Holmes y Held(2006), definimos $r_{nk}^2 = (\zeta_{nk} - x'_{nk}\beta_k)^2$ y generamos desde una densidad Inversa Gausiana Generalizada, se utilizó programa de Bar y Podgaetsky (2007).

$$\hat{\lambda}_{nk} \sim \mathbf{GIG}(1/2, 1, r_{nk}^2)$$

8. Generando $\beta|Y, h, \theta, \zeta$

$$\beta_k|Y, \theta, \mathbf{P}, z, h \sim N(b_k^*, B_k^*)$$

Donde

$$b_k^* = (B_k^{-1} + X_k' W_k^{-1} X_k)^{-1} (B_k^{-1} b_k + X_k' W_k^{-1} \zeta_k)^{-1}$$

y

$$B_k^* = (B_k^{-1} + X_k' W_k^{-1} X_k)^{-1}$$

3.2.2. Diagnóstico de convergencia MCMC

El algoritmo Markov Chain Monte Carlo (MCMC) que utilizamos simula indirectamente desde una compleja distribución target multivariada, $p(\Theta)$, por medio de generación de una cadena de Markov con la densidad target como su densidad estacionaria. En este tipo de métodos, generalmente se corre $m \geq 1$ secuencias de simulaciones, para cada uno de los elementos de Θ . Sería deseable computar analíticamente o estimar una tasa de convergencia y luego tomar el número de iteraciones suficiente para un nivel de precisión deseado pero en general esto no es posible. Es posible encontrar bandas de tasas de convergencia sobre clases especiales de cadenas de Markov, pero en la práctica es difícil aplicar estos resultados efectivamente en el contexto MCMC, ver Brooks y Gelman (1998). Por lo tanto se realiza un análisis de los valores resultantes a fin de evaluar su convergencia como en Green, Roesch, Smith, y Strawderman (1994). Utilizamos cadenas largas (7 mil iteraciones) y experimentamos con diferentes valores iniciales, ellos mostraron que la cadena converge a la distribución posterior, asimismo del monitoreo de diferentes cadenas se encontró que la convergencia se alcanzaba con 3 mil iteraciones, cantidad que fue la utilizada para los presentar los resultados. Este método puede ser formalizado como en Brooks y Gelman (1998).

4. Resultados

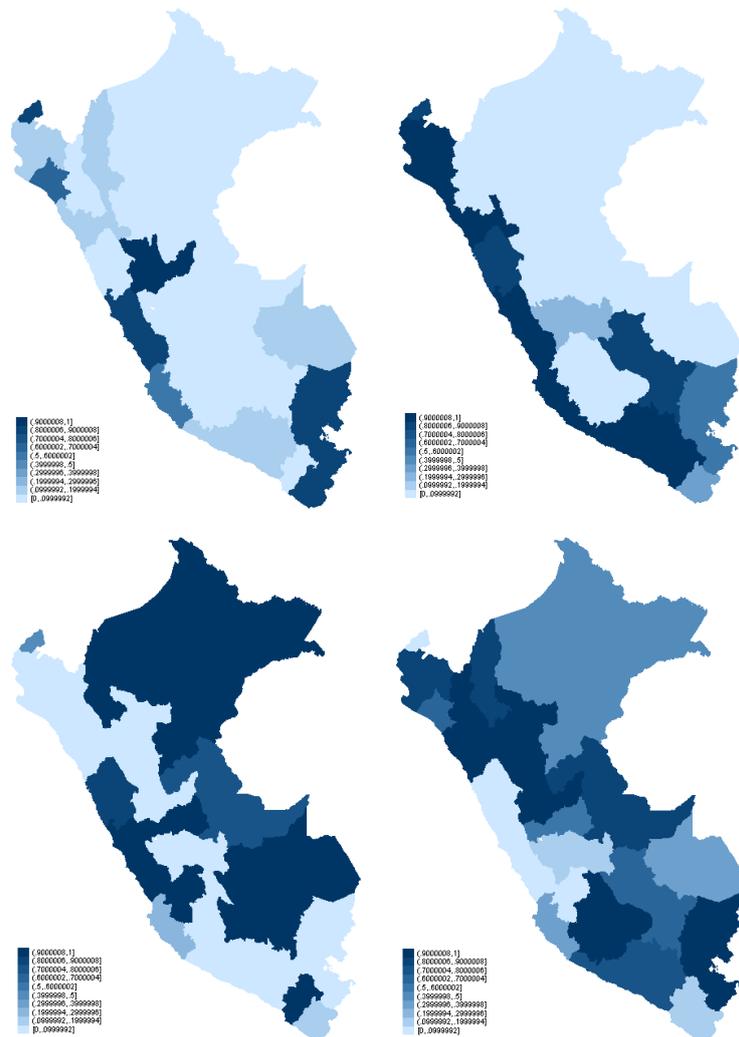
En el Cuadro 1 y en la Figura 2 se puede apreciar las regiones identificadas por el modelo, cabe notar que la inclusión de un departamento en una región económica depende de factores no estocásticos como la composición de actividades productivas, pero también depende de factores estocásticos, es por eso que reportamos probabilidades de inclusión, se puede ver que es poco frecuente que una departamento pertenezca a dos regiones con probabilidad mayor a 0.90. Los grupos de regiones que se pueden encontrar en base a mayores probabilidades de inclusión y a los mapas serían los siguientes, en el Grupo 1 estarían Tacna y Puno aquí aparece también Tumbes que es distante geográficamente pero tendría un ciclo económico similar a la de estas regiones del sur. En el Grupo 2 podemos encontrar a Lima, Arequipa, La Libertad, Lambayeque, Piura, Ica, Moquegua y Junin este último con una probabilidad sólo de 23.26% pero es el grupo más probable al que puede pertenecer, todas las otras regiones de este grupo están en la costa. El Grupo 3 incluiría regiones como Cusco, Madre de Dios, Huancavelica, Cerro de Pasco, Ancash,

Amazonas y Loreto. En el Grupo 4 tendríamos a Apurímac, Ayacucho, Huánuco, San Martín, Ucayali y Cajamarca. Esta agrupación se basa en similitudes de ciclos económicos, estructura de producción y mercado de crédito, los cuales pueden marcar las diferencias para pertenecer a los grupos. La influencia de estas variables para el agrupamiento se realiza en base al Cuadro 2.

Cuadro -1-

Probabilidades de Inclusión en Regiones Económicas				
$\Pr[h_{nk} = 1]$				
Región	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Amazonas	0.1253	0.0000	0.9460	0.8605
Ancash	0.0609	0.8532	0.8554	0.0603
Apurimac	0.0002	0.0012	0.9526	0.9994
Arequipa	0.1387	1.0000	0.0044	0.7676
Ayacucho	0.0232	0.0059	0.0115	1.0000
Cajamarca	0.0391	0.0071	0.0092	0.9670
Cusco	0.0791	0.8345	0.9673	0.6953
Huancavelica	0.0164	0.0741	0.9551	0.0000
Huanuco	0.9055	0.0000	0.0007	0.9976
Ica	0.5951	0.9972	0.2541	0.3137
Junin	0.0764	0.2326	0.0710	0.1488
La Libertad	0.1560	0.9957	0.0028	0.9314
Lambayeque	0.6811	0.9390	0.0347	0.6105
Lima	0.8821	1.0000	0.9487	0.0042
Loreto	0.0106	0.0205	0.9872	0.4903
Madre de Dios	0.1213	0.0000	0.9976	0.3232
Moquegua	0.0193	0.9702	0.9068	0.1892
Pasco	0.0000	0.0000	0.9736	0.5666
Piura	0.1397	1.0000	0.0143	0.8531
Puno	0.8021	0.5003	0.0000	0.9640
San Martin	0.0345	0.0659	0.0193	1.0000
Tacna	0.8266	0.3136	0.1942	0.1436
Tumbes	0.8905	0.8793	0.4260	0.0582
Ucayali	0.0596	0.0704	0.7821	0.8607

Figura 2. Regiones Económicas Identificadas por el Modelo



Nota: Empezando de izquierda los mapas corresponden a los grupos Grupo 1,2,3 y 4 respectivamente, por ejemplo, en el primer mapa se muestra probabilidades de que las regiones pertenezcan al primer grupo.

Cuadro -2-

Coeficientes logísticos estimados y derivadas (medias posteriores)												
	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			Grupo 4		
	β_1	δ_1	ρ_1	β_2	δ_2	ρ_2	β_3	δ_3	ρ_3	β_4	δ_4	ρ_4
Constante	-0.35	0.00	0.75	-1.99	0.00	1.00	-1.32	0.00	1.00	1.63	0.00	1.00
Agric. Silvic.	-0.30	-0.01	0.81	-1.12	-1.00	0.93	-0.51	-1.00	0.94	0.24	0.78	0.66
Minería	-0.26	-0.00	0.69	2.65	1.00	1.00	-0.64	-0.95	0.90	0.24	0.36	0.67
Manufactura	-1.15	-0.77	0.94	-1.57	-1.00	0.94	1.01	1.00	0.88	-1.61	-1.00	0.96
Electr. y Agua	-2.00	-0.01	0.95	-0.08	-0.00	0.55	0.14	0.10	0.53	1.83	0.80	0.95
Construcción	-0.48	-0.00	0.76	-0.76	-0.01	0.85	-0.04	-0.07	0.52	0.55	0.63	0.76
Comercio	2.75	0.51	0.97	-0.58	-0.00	0.71	-1.17	-0.93	0.86	-0.47	-0.34	0.70
Transportes y Com.	0.62	0.00	0.84	2.23	0.95	0.97	-0.73	-0.90	0.81	-0.81	-0.86	0.80
Otros Ss.	-0.50	-0.00	0.79	-0.65	-0.01	0.75	3.12	1.00	1.00	-1.90	-1.00	0.99
HHI.Créditos	0.74	0.00	0.69	0.41	0.00	0.62	0.88	0.46	0.76	0.28	0.09	0.61

El Cuadro 2 muestra las medias posteriores de los coeficientes logísticos β_k asociados con cada grupo idiosincráticos ($k = 1, 2, 3, 4$). Allí también se muestran las derivadas discretas denotadas por δ_k y el porcentaje de extracciones posteriores que resultaron del mismo lado del cero que la media posterior reportada ρ_k . El i -ésimo elemento de δ_k tiene la siguiente interpretación, sea $\bar{x}_i = N^{-1} \sum_{i=1}^N x_{in}$ el valor promedio de la i -ésima variable explicativa, supongamos que comparamos dos departamentos, cada uno de los cuales tiene $x_{jn} = \bar{x}_j$ para todo $i = j$, pero el primer departamento la característica i es una desviación estándar más alto del promedio, y en el otro departamento la característica i es una desviación estándar abajo del promedio. Cuánto difiere la probabilidad de inclusión en el grupo k calculado según la ecuación logística descrita en la sección anterior, entre los dos departamentos?. El valor para esta magnitud implicada por la media posterior de β_k es reportado como el i -ésimo elemento de δ_k en el Cuadro 2.

Por ejemplo, un departamento que fuera el promedio en todas las características, pero una desviación estándar más bajo del promedio en la parte manufactura sería muy probable que sea incluido en el Grupo 1. Un departamento donde la manufactura es menor que el promedio es más probable que se encuentre en recesión cuando $z_t = 1$, sin embargo regiones con mayor participación relativa del comercio en su producción serían más probables de pertenecer al Grupo 1, de esta manera el primer régimen agregado de la cadena de markov (recesión) afecta a departamentos donde el comercio contribuye de manera importante en la producción, pero es negativamente relacionada a la participación de la manufactura.

Para el Grupo 2, departamentos en los cuales una baja participación de la agricultura y manufactura son más probables a ser incluidas en el grupo que estaría en recesión cuando $z_t = 2$, y donde la minería y transportes y comunicaciones tienen mayor participación relativa.

El Grupo 3 tiende a incluir a regiones donde la manufactura y otros servicios son importantes en la producción, y donde la agricultura, minería, comercio y transporte y comunicaciones es

menor. Este grupo también incluye regiones con elevados niveles de concentración de los mercados crediticios.

El Grupo 4 tiende a regiones donde la actividad agricultura, minera, electricidad y agua, y construcción son importantes. En estas regiones las actividades manufactura, comercio, transportes y otros no tienen gran participación en la producción.

El Cuadro 3 y el Cuadro 4 se muestran las medias posteriores para los elementos de la matriz de probabilidades de transición p_{ji} , la primera es una matriz de transición restringida de un paso, se restringió con fines de identificación²⁸ en el sentido que luego de un mes una región no puede contagiar a otra región sin embargo puede contagiar a todas las otras regiones, esta restricción no aplica para transiciones mayores de un paso como se muestra en el siguiente cuadro.

En esta matriz de transición de un paso se muestra que hay una probabilidad p_{52} de 10.05 % de que el grupo 2 contagie la recesión a todas las otras regiones luego de un mes, de manera similar el grupo 4 tiene una probabilidad de contagio a otras regiones p_{54} de 10.06 %, sin embargo p_{25} es improbable que del grupo 5 se contagie al grupo 2 por lo que este grupo 2 estaría conformado por regiones que se adelantan a las recesiones nacionales.

Del Cuadro 4, empezando de la columna 1 se aprecia que luego de un trimestre hay 0,23 % de probabilidad que la recesión se contagie del grupo 2 al grupo 1 y de 0,36 % de contagiar al grupo 3, una vez que está en el grupo 3 es más probable que contagie a todos los otros grupos con 8,64 % de probabilidad, finalmente la probabilidad de contagio del grupo 4 a todas las otras regiones es de 4,52 %.

De manera similar se muestra en el Cuadro 4 probabilidades de transición de tres pasos, se obtiene $p_{55} = 0,8586$, la probabilidad que la recesión dure dos trimestres es 85,86 % resultado similar a Rodríguez(2007) que encuentra estima esta probabilidad en 85,7 %, asimismo se tiene de la columna 6 $p_{66} = 88,93$ % resultado menor a Rodríguez(2007) que estima en 96,8 % la probabilidad que una expansión dure dos trimestres.

²⁸Se utilizó el método de Sims, Waggoner y Zha (2006a)

Cuadro -3-

Probabilidades de Transición (Contagio) de un Paso						
$Pr[z_t = j z_{t-1} = i]$						
Grupos	De 1	De 2	De 3	De 4	De 5	De 6
a 1	0.9380	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0137
a 2	0.0000	0.8995	0.0000	0.0000	0.0000	0.0134
a 3	0.0000	0.0000	0.8516	0.0000	0.0355	0.0134
a 4	0.0000	0.0000	0.0000	0.8940	0.0178	0.0000
a 5	0.0000	0.1005	0.0495	0.1060	0.9467	0.0000
a 6	0.0620	0.0000	0.0989	0.0000	0.0000	0.9594

Cuadro -4-

Probabilidades de Transición (Contagio) de tres Pasos						
$Pr[z_t = j z_{t-3} = i]$						
Grupos	De 1	De 2	De 3	De 4	De 5	De 6
a 1	0.8277	0.0023	0.0023	0.0000	0.0001	0.1676
a 2	0.0000	0.7277	0.0096	0.0049	0.2575	0.0004
a 3	0.0037	0.0036	0.6258	0.0024	0.1205	0.2440
a 4	0.0000	0.0000	0.0101	0.7196	0.2699	0.0004
a 5	0.0000	0.0000	0.0864	0.0452	0.8586	0.0097
a 6	0.0370	0.0348	0.0332	0.0000	0.0056	0.8893

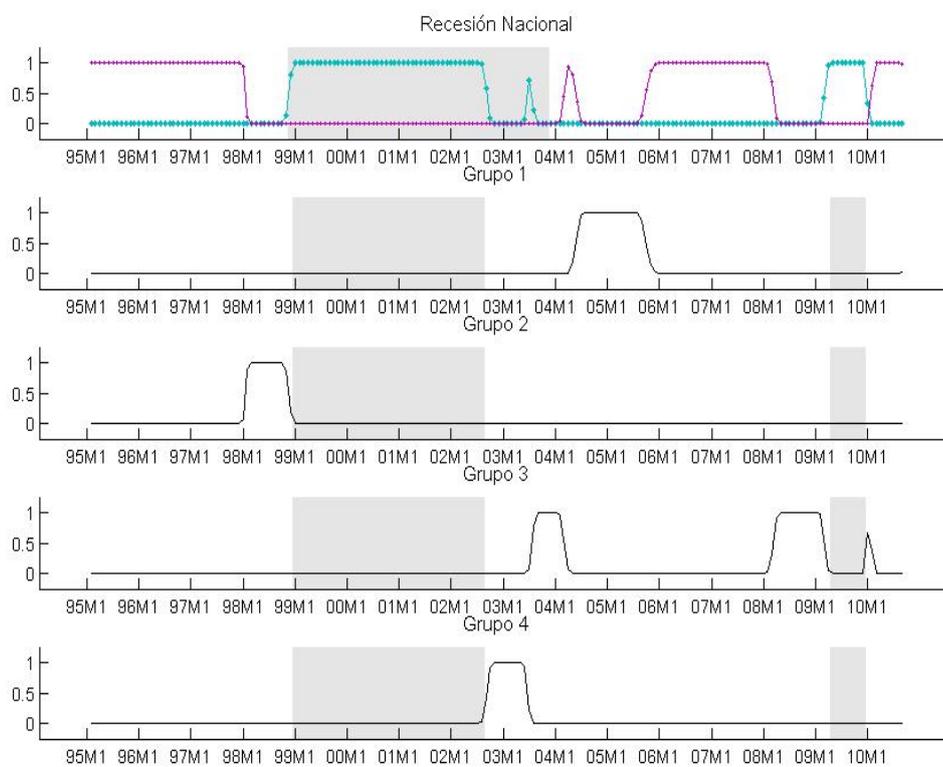
Nota: Se utiliza como en Parzen(1972) el término de “un paso” para referirse a un periodo de tiempo, en este caso “un mes”.

La Figura 3 muestra las medias posteriores para las probabilidades de los regímenes dados los datos. El panel superior es calculado como la fracción de veces de las 2000 extracciones para las cuales el trimestre indicado es presenta $z_t = 5$ es decir, ésta muestra la probabilidad posterior de una recesión nacional. Estos corresponden cercanamente a los reportados por Castillo, Montoro y Tuesta (2006), los cuales son indicados por áreas sombreadas en el panel superior²⁹.

También se puede ver que aunque algunas regiones pueden experimentar una recesión separada del resto de regiones, la diferencia es básicamente una cuestión de tiempo, algunas regiones entran en recesión antes como las del Grupos 2 y otras regiones tardan más en salir de una recesión como el Grupo 3, de esta manera los ciclos económicos experimentados por la mayoría de las regiones serían similares a los de la nación.

²⁹Las regiones identificadas son robustas a las condiciones iniciales del algoritmo, éstas se generaron con números pseudo-aleatorios

Figura 3: Probabilidades de Recesión según Regiones 1995.1-2010.3

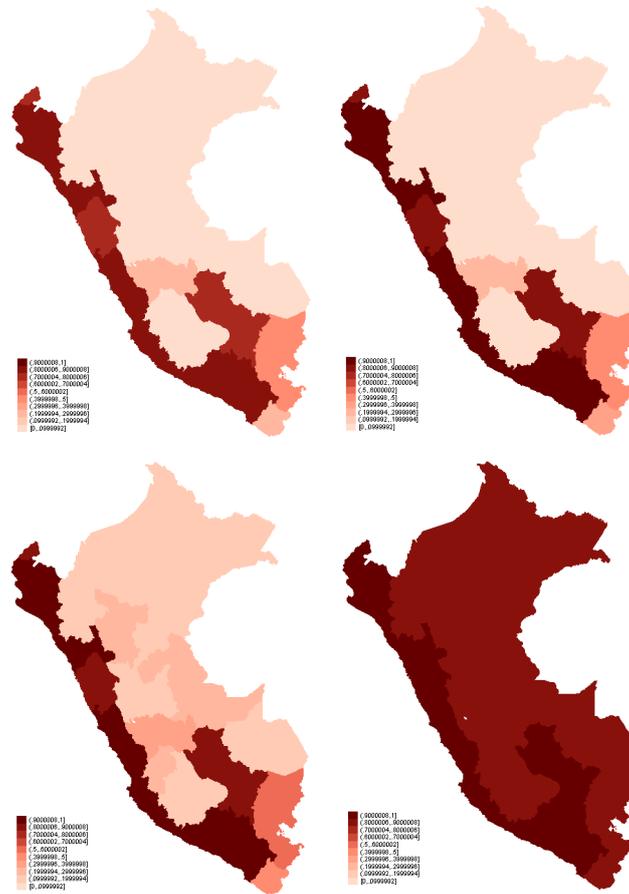


Nota: Panel superior: probabilidad posterior que $z_t = 5$, con área sombreada correspondiente a recesión identificada en Castillo, Montoro y Tuesta (2006). Paneles inferiores: probabilidad posterior que $z_t = 1, \dots, 4$, con área sombreada correspondiendo a periodos para los cuales la probabilidad posterior de que $z_t = 5$ es mayor que 0.95.

Mediante una mejor representación de las probabilidades de recesión y de la matriz de probabilidades de transición (que es todo lo que se requiere para obtener la distribución conjunta de una cadena de Markov) en mapas de contagio se puede realizar un mejor seguimiento de la actividad económica de las regiones, aquí presentamos una historia del contagio recesivo desde de Enero-1998³⁰, se muestra en los mapas cómo la recesión empieza a propase desde la Costa hacia las otras regiones como la parte sur del país y finalmente a todo el país.

³⁰Se agradece a José Valderrama sus archivos para la elaboración de los mapas en **Stata**

Figura 2: Contagio Recesivo 1998



Nota: De izquierda a derecha y de arriba abajo corresponden a Enero 1998, Febrero 1998, Octubre 1998 y Noviembre 1998.

En la Figura 3 se muestra también que una de las regiones donde se muestra en principio la recesión es Lima, para luego ir tomando un color más denso conforme aumenten las probabilidades de recesión, en la siguiente figura puede verse que el término del último periodo recesivo, con variadas probabilidades de recesiones según cada región.

5. Conclusiones

A pesar de la heterogeneidad al inicio y fin de las recesiones hay un fuerte componente nacional común en la evolución de las economías regionales, aunque el modelo estimado permite la posibilidad de movimientos aislados del resto del país para los grupos de regiones, encontramos que tal comportamiento es la excepción más que la regla, aunque algunas regiones pueden experimentar una recesión separada del resto de regiones como Tacna, Puno y Tumbes, básicamente la diferencia será una cuestión de tiempo, con algunas regiones entrando en recesión o recuperándose antes que otras. De esta manera los ciclos económicos experimentados por la mayoría de las regiones son similares a los de la nación.

En base a las dos últimas recesiones nacionales se encuentra que éstas se inician en regiones de la Costa, este grupo tiene una probabilidad de contagio - luego de un mes - hacia otras regiones del interior del país del 10,05% ,en este grupo se incluyen regiones donde la minería tiene mayor participación como Lima, Arequipa, La Libertad, Lambayeque, Piura, Ica y Moquegua. Las regiones a las que luego se propagará la recesión son aquellas donde la manufactura y otros servicios tiene una participación importante en su producción y donde la concentración del mercado crediticio es alta, también regiones con importante participación del sector comercio serán afectados luego, y finalmente regiones donde la agricultura, electricidad y agua, y construcción son importantes.

Adicionalmente el método nos permite identificar regiones económicas endógenamente agrupando las actuales según similitudes en sus ciclos económicos, estructura de producción y concentración de mercado crediticio los cuales pueden ser utilizados como criterios económicos en la conformación de regiones. Finalmente, se estiman ciclos económicos en las regiones identificadas y, a partir de éstos arribamos a ciclos de la economía peruana, lo que reporta dos episodios de recesión durante 1999.1 - 2002.9 y la más reciente a finales del 2009, los cuales no son predicciones sino resultados de utilizar toda la data hasta Agosto del 2010, éste primer episodio es coherente con la literatura previa que utiliza datos agregados, también es coherente la matriz de transición de la cadena de Markov no observada con aquel estimado por Rodríguez (2007). Un punto en la agenda de investigación sería evaluar el uso del modelo para proyecciones.

El diseño de la política regional para enfrentar ciclos recesivos debe tener en cuenta el contagio de las recesiones desde regiones mineras hacia otras con alta participación del sector manufactura, comercio y agricultura, para enfrentar estas fases del ciclo las medidas deberían ser orientadas a reducir la probabilidad de contagio a estos sectores.

Asimismo se debería mejorar las estadísticas de producción de las regiones por ejemplo respecto a la frecuencia de cálculo, ésta debería ser al menos trimestral, también se debería avanzar hacia un empalme de series de diferente año base, para luego realizar desagregaciones de estas series.

Referencias

- [1] Aguilar, Giovanna y Camargo, Gonzalo (2000). “El Centro y la Periferia, Una Aproximación Empírica a la Relación entre Lima y el Resto del País”. Documento de Trabajo 192. Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [2] Bar Guy, Alex y Podgaetsky Alexander (2007) “Efficient Random Variates Generator”, <http://mathworld.wolfram.com/topics/StatisticalDistributions.html>.
- [3] Bigio, Saki y Salas, Jorge (2006), “Efectos no lineales de choques de política monetaria y de tipo de cambio real en economías parcialmente dolarizadas: un análisis empírico para el Perú”. DT. N°. 2006-008, BCRP.
- [4] Brzeźniak, Zdzislaw y Zastawniak, Tomasz (1999), “*Basic Stochastic Processes. A Course Through Exercises*”, Springer.
- [5] Brooks Stephen P.; Andrew Gelman “General Methods for Monitoring Convergence of Iterative Simulations”, *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol. 7, No. 4. (Dec., 1998), pp. 434-455.
- [6] Cáceres M., Elizabeth y Sáenz Z., Patricia (2003). “Comportamiento cíclico de la economía peruana: 1980-1998”. *Estudios Económicos BCRP*.
- [7] Castillo, Paul, Montoro, Carlos y Tuesta, Vicente (2006): “Hechos Estilizados de la Economía Peruana”, Banco Central de Reserva del Perú.
- [8] Chauvet, Marcelle y Hamilton, James D. (2005), “Dating Business Cycle Turning Points”, Working Paper University of California, Riverside y University of California, San Diego.
- [9] Chow G. y A.L. Lin (1971), “Best linear unbiased interpolation, distribution and extrapolation of time series by related series”, *The Review of Economics and Statistics*, 53: 372-375.
- [10] Chib, Siddhartha y Michael Dueker “Non-Markovian Regime Switching with Endogenous States and Time-Varying State Strengths”, Working Paper 2004-030A, *FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS*, Research Division.
- [11] Crone M. Theodore y Clayton-Matthews Alan. (2004) “Consistent Economic Indexes for the 50 States”, Federal Reserve Bank of Philadelphia, University of Massachusetts Boston
- [12] Crone M. Theodore (2004) “A Redefinition of Economic Regions in the U.S.”, Working Paper No. 04-12, Federal Reserve Bank of Philadelphia.
- [13] Cuba Bustinza, Elmer (2008). “Crecimiento y política macroeconómica” en *La investigación económica y social en el Perú, 2004-2007: Balance y prioridades para el futuro*. CIES.

- [14] Denton F.T. (1971), "Adjustment of monthly or quarterly series to annual totals: An approach based on quadratic minimization", *Journal of the American Statistical Association*, 66: 99-102.
- [15] Diebold Francis X., Joon-Haeng, Lee y Gretchen C. Weinbach. 1994 "Regime Switching with Time-Varying Transition Probabilities". En *Nonstationary Time Series Analysis and Cointegration*, Oxford University Press, 283 - 302.
- [16] Di Fonzo Tommaso (2003). "Temporal disaggregation of economic time series: towards a dynamic extension", Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, European Communities, 2003.
- [17] Dolores Gadea, M., Gómez Loscos, A., Montañez Antonio, (2006). Documento de trabajo 27. Fundación Economía Aragonesa.
- [18] El PERUANO (2003a) "Ley N° 27783 - Ley de Bases de Descentralización", en Normas Legales. Lima: Editora Perú.
- [19] El PERUANO (2003b) "Ley N° 27795 - Ley de Demarcación y Organización Territorial", en Normas Legales. Lima: Editora Perú.
- [20] El PERUANO (2004) "Decreto Legislativo N° 955. Descentralización Fiscal", en Normas Legales. Lima: Editora Perú.
- [21] Gonzáles de Olarte, Efraín y Trelles Cassinelli, Jorge (2004). "Divergencia y Convergencia Regional en el Perú: 1978-1992". Documento de Trabajo 231. Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [22] Gonzáles de Olarte, Efraín (1982) "Las economías regionales del Perú". Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- [23] Green, Roesch, Smith, y Strawderman (1994) "Bayesian Estimation for the Three Parameter Weibull Distribution with Tree Diameter Data", *Biometrics*, 50, 254-269.
- [24] Holmes Chris C. and Held, Leonhard. "Bayesian Auxiliary Variable Models for Binary and Multinomial Regression". *Bayesian Analysis*, 2006, 1(1), pp. 145-168.
- [25] Hamilton, James D. (1989). "A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle." *Econometrica*, March 1, 57(2), pp. 357-84.
- [26] Hamilton, James D. y Owyang, Michael T. (2009), "The Propagation of Regional Recessions," Working Paper. Department of Economics University of California, San Diego Research Division, Federal Reserve Bank of St. Louis
- [27] Hamilton James D. (1994), "*Time Series Analysis*", Princeton University Press.

- [28] Kim Chang-Jin y Nelson Charles R (1998) “Business Cycle Turning Points, A New Coincident Index, and Test of Duration Dependence Based on A Dynamic Factor Model with Regime-Switching”. *Review of Economic and Statistics*, 80, 188-201.
- [29] Kim Chang-Jin y Nelson Charles R. (1999) “*State-Space Models with Regime Switching, Classical and Gibbs-Sampling Approaches with Applications*”. MIT Press.
- [30] Kouparitsas Michael A. (2001). “Is the United States an optimum currency area? An empirical analysis of regional business cycles”, Working Paper, Federal Reserve Bank of Chicago.
- [31] Lancaster, Tony (2005). “*An Introduction to Modern Bayesian Econometrics*”, Blackwell Publishing.
- [32] Lozada de Gamboa, Carmen (2000): “Perú: Demarcación Territorial”, Fondo Editorial del Congreso, Lima.
- [33] Maravall Casesnoves, Dario (1974). “*Cálculo de Probabilidades y Procesos Estocásticos*”, Paraninfo. Madrid.
- [34] Monge Álvaro Z. y Winkelried, Diego (2004) “¿Por qué convergen (o no) los precios entre las principales ciudades del Perú?”, CIES.
- [35] Mundell, Robert A. (1961) “A Theory of Optimum Currency Areas”, *The American Economic Review*, Vol. 51, N° 4, pp. 657 - 665.
- [36] ONU (1993). System of National Accounts 1993. New York
- [37] Owyang, Piger, y Wall (2005) “Business Cycle Phases in U.S. States”.
- [38] Parzen, Emanuel (1972). *Stochastic Processes*, Holden Day.
- [39] Robles, Marco (1996). “Los Ciclos Económicos en el Perú: 1950-1995”. INEI.
- [40] Rodríguez, Gabriel (2003a): “Are Canadian Regional Business Cycles All Alike?” University of Ottawa, Faculty of Social Sciences - Department of Economics.
- [41] Rodríguez, Gabriel (2003b): “Identifying Canadian Regional Business Cycles using the Friedman Plucking Model” University of Ottawa, Faculty of Social Sciences - Department of Economics.
- [42] Rodríguez, Gabriel (2007) “Application of Three Alternative Approaches to Identify Business Cycles in Peru”, Serie de Documentos de Trabajo. N° 2007-007, Banco Central de Reserva del Perú.
- [43] Sims, C. A., D. F. Waggoner, and T. Zha (2006a): “*Generalized Methods for Markov-Switching Models with Restricted Transition Matrices*”.Manuscrito no publicado. Princeton University, Federal Reserve Bank of Atlanta.

- [44] Sims, C. A., D. F. Waggoner, and T. Zha (2006b): “*Generalized Methods for Restricted Markov-Switching Models with Independent State Variables*”.Manuscrito no publicado. Princeton University, Federal Reserve Bank of Atlanta.
- [45] Sims, C. A., D. F. Waggoner, and T. Zha (2008): “*Methods for Inference in Large Multiple-Equation Markov-Switching Models*”, *Journal of Econometrics*,146(2), 255274.
- [46] Stanger V. Michael (2007), “Empalme del PIB y de los Componentes del Gasto: Series Anuales y Trimestrales 1986-2002, Base 2003”. *Estudios Económicos Estadísticos* N° 55, Banco Central de Chile.
- [47] Vega Castro, Jorge (2007), “Análisis del proceso de descentralización fiscal en el Perú”, Consorcio de Investigación Económica y Social - Proyecto mediano.
- [48] Wai - Ching Poon (2009), “Economic Integration and the Optimum Currency Area (OCA)”, *Economy*.