

Construyendo un índice coincidente de recesión para la economía peruana

PB13-2010 INFORME FINAL

LIU MENDOZA PEREZ

DANIEL MORALES VÁSQUEZ



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS



CONSORCIO DE INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

SETIEMBRE 2011

**CONSTRUYENDO UN ÍNDICE COINCIDENTE DE RECESIÓN PARA LA ECONOMÍA  
PERUANA \***

Liu Mendoza Pérez

Universidad Peruana de Ciencias  
Aplicadas

pceflmen@upc.edu.pe

Daniel Morales Vásquez

Universidad Peruana de Ciencias  
Aplicadas

pcefdmor@upc.edu.pe

## RESUMEN:

Utilizando un modelo no lineal del tipo Markov-Switching, el presente estudio busca construir un índice coincidente probabilístico de detección de recesiones para la economía peruana de frecuencia mensual. En este proceso, se evaluará la capacidad para detectar recesiones de variables poco explotadas en estudios previos aplicados a esta economía: variables procedentes de encuestas a familias y a empresas peruanas; y variables internacionales reales y financieras.

El índice final se compone de tres variables: las ventas de la manufactura y comercio en EEUU; las reservas internacionales netas del banco central; y el índice de actividad económica. A pesar de haber sido elaborado con información que abarca solo 7 años, este índice detectó con rapidez y confiabilidad el período de recesión reciente experimentado por la economía peruana asociado a la crisis internacional, incluso en tiempo real. Además, teniendo en cuenta la naturaleza diversa de las variables que componen el índice, se podría esperar que sea capaz de detectar recesiones futuras causadas por una crisis internacional, una crisis política, o incluso por factores climáticos.

## ABSTRACT:

Using a non-linear Markov-Switching model, this study seeks to construct a monthly coincident probabilistic recession index for the Peruvian economy. In this process, we will evaluate the capacity for detecting recessions of variables constructed from business and consumer tendency surveys and real and financial international series, given the fact that they have been underexploited in prior studies applied to this economy.

The final index is composed of three variables: manufacturing and trade sales in the USA; central bank's net international reserves; and the economic activity index. Although it was constructed using information comprising 7 years, the final index detected the last Peruvian recession associated to the international financial crisis with promptness and reliability, even in real-time analysis. Besides, taking into account the diverse nature of the composing variables, it could be expected that the final index be able to detect future recessions caused by an international crisis, a political crisis, or even climatic factors.

Clasificación **JEL**: C32, E32, E44.

Palabras clave: Ciclo económico, modelos de cambio de régimen del tipo Markov-switching, indicador de recesión.

\* Agradecemos especialmente a Henry Pérez (PUCP) por su valiosa asistencia en la parte de manejo cuantitativo de los datos. Asimismo a Leonidas Cuenca (APOYO Consultoría), Freddy Espino (BCRP), Javier Kapsoli (FMI) y Freddy Rojas (Universidad de Rutgers) por sus valiosos comentarios en la fase inicial del documento. Todos los errores subsistentes en este documento son de entera responsabilidad de los autores.

Saber si una economía ha entrado en una fase recesiva, o si una recuperación ha comenzado es clave tanto para los hacedores de política como para las empresas. A los primeros, les ayuda a tomar decisiones sobre la implementación o el retiro de medidas de estímulo económico en el momento adecuado. A los segundos, a anticiparse a los movimientos del mercado y modificar sus estrategias a tiempo.

Pero tener este conocimiento es una tarea difícil, especialmente cuando una fase recesiva o expansiva recién está comenzando. Primero, porque estas fases no son fenómenos directamente observables y deben inferirse a partir de una serie de variables económicas. Y segundo, porque algunas de las variables más informativas sobre estas fases son publicadas con meses de retraso, siendo el caso más saltante el del PBI.

Para superar estos problemas, se han desarrollado varios métodos que permiten detectar de forma sistemática y con prontitud el inicio de estas fases, lo que en la literatura especializada se denomina detección de puntos de giro (PG). Uno de los métodos más utilizados es el de indicadores líderes, que permiten estimar los valores más recientes del PBI a partir de un set de variables que adelantan su evolución, con lo que se tiene prontamente una idea respecto de si la economía ha entrado en una recesión o en una recuperación.

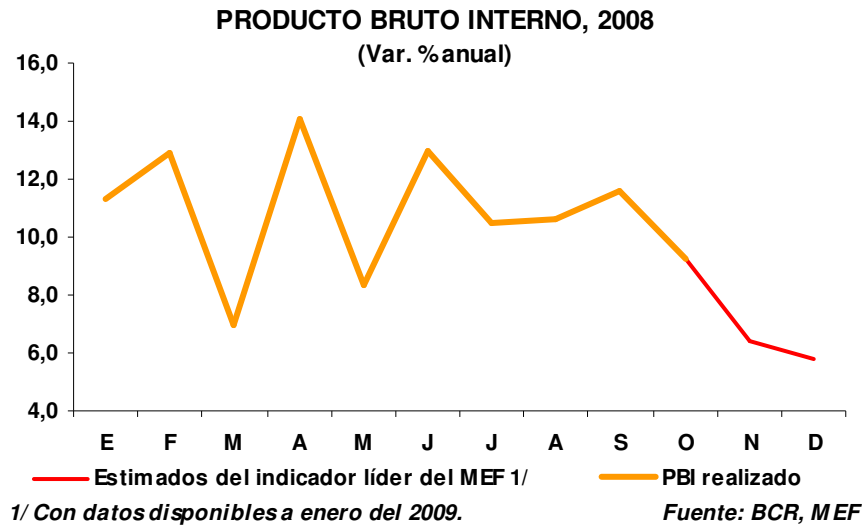
Los trabajos que han estimado indicadores líderes en la literatura empírica internacional generalmente han utilizado variables de rápida disponibilidad y con interpretación económica; sin embargo, se han diferenciado principalmente por el método de agregación de las series. Un primer método, utilizado anteriormente en Estados Unidos y descrito en Zarnowits y Boschan (1975), agrega las series ponderándolas en base al puntaje obtenido de acuerdo a seis criterios preestablecidos. Estos son: (i) significancia económica; (ii) adecuación estadística para describir el proceso económico, (iii) datación de recuperaciones y recesiones; (iv) similitud con el ciclo económico general; (v) suavidad; y (vi) disponibilidad y publicación oportuna. Auerbach (1982) presenta una segunda metodología basada en la estimación de los ponderadores a partir de un modelo de mínimos cuadrados ordinarios. Stock y Watson (1989) presentan una tercera metodología basada en el método de factores dinámicos para establecer los PG de la economía estadounidense. Este método se basa en el supuesto de que las variables económicas presentan un componente común y otro idiosincrásico, por lo que se proponen filtros que permiten capturar el primer componente. Una cuarta aproximación, utilizada en predicción

de variables financieras y aplicada al PBI de Estados Unidos por Swanson y White (1997), corresponde a los modelos de redes neuronales, un algoritmo que es capaz de perfeccionar el método de predicción del PBI en base a los errores pasados de predicción. Por último, The Conference Board (2001) comienza una quinta línea donde las variables seleccionadas se agregan en forma de variaciones porcentuales estandarizadas, ponderadas de manera inversa a su volatilidad.

Asimismo, varias de estas metodologías han sido aplicadas a la economía peruana. Escobal y Castillo (1993) elaboran un indicador de actividad de la economía peruana utilizando el método de factores dinámicos propuesto por Stock y Watson (1989). Siguiendo una estrategia similar a la de Zarnowitz y Boschan (1975), Escobal y Torres (2002) construyen un indicador líder para la economía peruana a partir de 14 variables, con una aceptable capacidad para predecir la evolución del PBI. Empleando un modelo de redes neuronales, Kapsoli y Bencich (2002) elaboran un indicador líder en base a solo 12 variables que fue adoptado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) como indicador líder oficial para la economía peruana. Morón y otros (2002) elaboran índices en base a diversas especificaciones del método de The Conference Board (2001), encontrando que estos proveen información valiosa para la detección temprana de PG. Ochoa y Lladó (2002) presentan un resultado similar a través de la estimación de dos indicadores empleando las metodologías de The Conference Board (2001) y de Auerbach (1982). Finalmente, Castellares (2009) realiza una actualización de los resultados de los estudios líneas arriba hasta junio de 2009. El autor encuentra que el modelo propuesto por Kapsoli y Bencich (2002) muestra el mejor ajuste respecto de la evolución del PBI, incluso luego de considerar el período de fuerte desaceleración económica producto de la crisis financiera internacional de 2008.

En general, estos estudios encuentran que los indicadores líderes representan una valiosa herramienta para anticipar la evolución de la actividad económica agregada. Sin embargo, los indicadores líderes resultan insuficientes para la detección de PG, pues responden la pregunta ¿cuál es o cuál será el crecimiento del PBI en el corto plazo? y no preguntas como ¿hemos entrado en una recesión? o ¿ha comenzado ya un proceso de recuperación económica? Para ilustrar el punto anterior, tomemos un caso de análisis del ciclo económico peruano en tiempo real en base a los resultados dados por el indicador líder del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

Gráfico 1



Con información disponible a enero del 2009, cuatro meses después del estallido de la crisis financiera global, se sabía que el PBI peruano había pasado de crecer 9,2%, el último dato oficial disponible de octubre 2008, a 5,8% en diciembre, de acuerdo a lo estimados por el indicador líder del MEF (*ver Gráfico 1*). En ese momento, ¿esta desaceleración debió interpretarse necesariamente como que una recesión estaba por venir? Al respecto, en el reporte que acompañó la publicación de este indicador, el MEF atribuyó la desaceleración a un efecto puntual por los feriados decretados durante la cumbre del Foro de Cooperación Asia-Pacífico para el mes de noviembre y a un efecto de base comparativa alta para el mes de diciembre<sup>1</sup>. Cuatro meses después, el PBI registraría un crecimiento de -1,7%. De la experiencia anterior, queda claro que los indicadores líderes nos brindan información cuantitativa y no cualitativa del ciclo económico, esta última más importante para las decisiones de política económica y la elaboración de estrategias de las empresas.

Con el objetivo de complementar el análisis del ciclo económico a partir de indicadores líderes, se han usado modelos basados en la estimación de probabilidades de recesión. Una primera línea trabajos basados en este nuevo enfoque comenzó con Neftçi (1982), quien genera variables dicotómicas que reflejan los estados de recesión y crecimiento a partir de la evolución de variables muy correlacionadas con el PBI. Esta metodología ha sido utilizada por Morón y otros (2002) y Ochoa y Lladó (2002), logrando identificar la probabilidad de ocurrencia de PG para la economía peruana. Aunque esta metodología

representa un avance importante respecto del cálculo de indicadores líderes en términos cualitativos, su poder de detección de PG de giro es limitado, como sugieren Anas y Ferrara (2002).

Por ello, una segunda línea de trabajos basados en la estimación de probabilidades comenzó con los modelos no lineales de regímenes cambiantes que siguen una cadena de Markov o MS propuestos por Hamilton (1989). Estos modelos asumen que la economía opera dentro de regímenes o estados no observables que cambian las relaciones entre las variables, pero que pueden inferirse probabilísticamente de los datos. Por ello, al ser aplicados al análisis de ciclos económicos, permiten estimar las probabilidades de encontrarse en un estado de recesión o de recuperación económica en cada momento del tiempo, lo que representa una clara señal de información cualitativa para la detección de recesiones.

El desarrollo de Hamilton (1989), que inicialmente se basó en el cálculo de probabilidades de recesión a partir del PBI trimestral norteamericano, fue extendido por Diebold y Rudebusch (1996), Chauvet (1998) y Kim y Yoo (1995) a un modelo multivariado. Además, tuvo un avance importante con el trabajo de Chauvet y Hamilton (2004) quienes se enfocan en la construcción de un índice de recesión mensual de rápida disponibilidad para la economía norteamericana que incluso puede ser consultado cada mes por el público a través de la Web<sup>2</sup>. Por su parte, Bellone y Saint Martin (2003) enfatizan la necesidad de contar con indicadores que minimicen la probabilidad de ocurrencia de falsas alarmas de recesión. Para ello, plantean un algoritmo para comprobar la capacidad de detección de recesiones de su indicador propuesto en tiempo real, es decir, evaluando la información brindada por el indicador en períodos previos a una recesión con la información disponible en ese momento. Adicionalmente, Bardaji y otros (2009) plantean la necesidad de incorporar variables extraídas de encuestas tanto a empresas como a familias para la elaboración de indicadores de recesión. Según los autores, estas variables constituyen una fuente potencialmente valiosa de información para la detección rápida y confiable de recesiones, por ser publicadas con prontitud y no sufrir revisiones hacia atrás. Además, estos autores plantean la necesidad de que el indicador de recesión sea construido con un número de series mínimo óptimo, seleccionado solamente a las variables que den menos falsas alarmas para la detección

---

<sup>1</sup> [http://www.mef.gob.pe/ESPEC/reporte\\_ind\\_lideres.php](http://www.mef.gob.pe/ESPEC/reporte_ind_lideres.php).

<sup>2</sup> <http://www.econbrowser.com/>.

de recesiones, para lo cual plantean un algoritmo de selección y eliminación. Finalmente, como sugieren Chow y Choy (2009) en su trabajo aplicado a Singapur, es necesario incorporar variables reales y de tensiones financieras de la economía mundial en la elaboración de indicadores de PG para economías pequeñas y abiertas, que son más vulnerables a las fluctuaciones económicas internacionales.

Teniendo en cuenta los hallazgos de la literatura empírica local e internacional, el presente trabajo tiene como objetivo construir un índice coincidente probabilístico de detección de recesiones para la economía peruana de frecuencia mensual que pueda ser usado en el análisis macroeconómico en tiempo real. Este indicador se construirá en base a un modelo no lineal del tipo Markov-switching (MS), el cual no ha sido utilizado previamente para el análisis de corto plazo del ciclo económico peruano. En la construcción de este índice, se buscará explotar la información contenida en variables extraídas de encuestas a familias y empresas peruanas, así como variables reales y financieras internacionales para detectar recesiones en la economía peruana. Aunque estas variables presentan información potencialmente valiosa, han sido poco tomadas en cuenta por trabajos previos aplicados a Perú<sup>3</sup>. Finalmente, se aplicará una metodología que permita determinar el número mínimo óptimo de series para la elaboración de este indicador y pruebas para evaluar la confiabilidad de su capacidad de detección de recesiones en tiempo real.

Se encuentra que índices elaborados en base a combinaciones de variables muy informativas presentan una mejora en capacidad de detección de recesiones respecto de índices univariados. Esto debido a que la combinación de variables no solo refleja la noción de co-movimiento de las mismas en el ciclo económico, sino también permite “suavizar” los choques idiosincrásicos que afectan a cada serie, reduciendo así las falsas alarmas. Además, se verifica que la incorporación de variables internacionales así como de encuestas mejora sustancialmente la capacidad de detección de recesiones del índice probabilístico. Así, luego de comparar la capacidad de detección de recesiones utilizando

---

<sup>3</sup> Si bien en algunos estudios aplicados a la economía peruana se ha utilizado información proveniente de encuestas a familias, su uso no ha sido extensivo pues se ha considerado solamente el índice agregado de confianza del consumidor como es el caso de los trabajos de Escobal y Torres (2002) y Ochoa y Lladó (2002). Como sugieren Bardaji y otros (2009), diversas preguntas se plantean en las encuestas lo que puede resultar en información divergente sobre el ciclo económico. Por ello, se hace necesario probar la utilidad de todos los componentes de las encuestas. En esta línea, Etter y Graff (2011) encuentran que las encuestas a empresas que lleva a cabo el Banco Central de Reserva del Perú mes a mes contienen información importante para adelantar la evolución del crecimiento anual del PBI peruano. Finalmente, la información proveniente de variables reales y financieras internacionales no ha sido utilizada en ningún trabajo aplicado al Perú.

distintas metodologías de agregación de las variables para los períodos 1994-2010 y 2004-2010 en base a la disponibilidad de las mismas, el índice final encontrado se compone de tres variables: las ventas de la manufactura y comercio en EEUU, las RIN y el índice de actividad económica. A pesar de haber sido elaborado con información que abarca solo 7 años, este índice final detecta rápidamente y con elevada confiabilidad el período de recesión reciente experimentados por la economía peruana asociado a la crisis internacional, incluso en tiempo real. Además, el indicador está conformado por variables de distinta naturaleza que podrían capturar recesiones en la economía peruana generadas por distintas causas. Por ejemplo, el indicador de ventas de la manufactura y comercio de Estados Unidos podría servir para capturar el efecto de un externo; las RIN permitirían capturar un choque externo, así como eventos de incertidumbre política; adicionalmente, el indicador de actividad económica, al contener información de empresas del sector pesquero y agrícola, permitiría capturar el impacto de choques climáticos. Por ello, el índice final representa una herramienta potencialmente útil para hacedores de política y empresas con el fin de obtener información cualitativa del ciclo económico en el día a día que complementa el uso de indicadores líderes.

La estructura del trabajo es la siguiente. La sección 2 aborda los hechos estilizados relacionados con el ciclo económico peruano en el período 1994-2010. La sección 3 presenta el marco teórico asociado al estudio de los ciclos económicos. La sección 4 presenta la metodología econométrica a utilizarse y los principales resultados de este ejercicio. Finalmente, la sección 5 presenta las principales conclusiones.

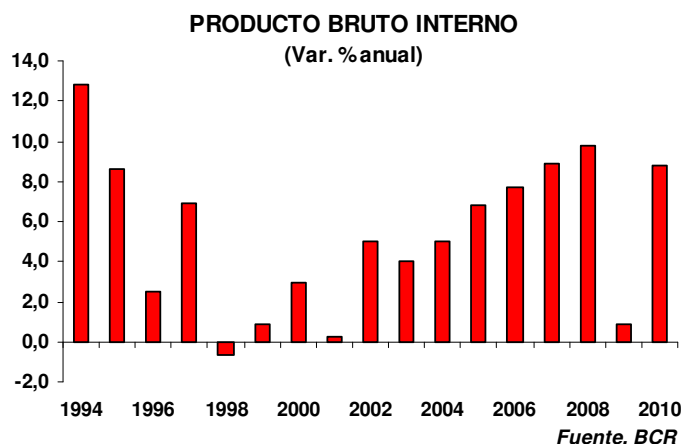
## **2. Hechos estilizados**

Para revertir la severa recesión e hiperinflación generadas por las políticas heterodoxas aplicadas a finales de los 80's, a inicios de los 90's se aplicaron una serie de reformas especialmente en el campo económico. Así, se sinceraron los precios subsidiados, se abandonaron los controles cambiarios, se reinsertó a la economía a los mercados financieros internacionales, se redujeron los controles al comercio internacional y se privatizó gran parte de las empresas estatales. Estas medidas permitieron que la economía peruana experimente un fuerte crecimiento cercano incluso al 13% en 1994, liderado por el fuerte ingreso de inversión extranjera que se reflejó en un crecimiento de la inversión privada de 40% en ese año.



Este fuerte dinamismo se mantuvo hasta el año 1997, cuando la economía fue afectada a inicios de ese año por un fenómeno climático de El Niño de fuerte intensidad que generó una caída significativa de la producción pesquera y severos daños en infraestructura. Adicionalmente, a finales de 1997 se produjo la crisis asiática tras la devaluación declarada en Tailandia. Si bien este evento no tuvo un impacto directo en la economía peruana, gatilló la crisis de deuda rusa y la posterior devaluación declarada en Brasil a mediados de 1998. Por efecto contagio, la economía peruana experimentó una masiva salida de capitales entre finales de 1998 e inicios de 1999 en un contexto de bajos niveles de reservas internacionales, lo que se manifestó en una contracción del crédito en moneda extranjera y un fuerte aumento del tipo de cambio. Este último afectó severamente a la economía peruana en forma de una contracción del ingreso disponible de las familias y de las utilidades de las empresas debido a su elevado endeudamiento en moneda extranjera, lo que se denomina “efecto de hoja de balance”. De esta manera, la economía peruana pasó de crecer cerca de 7% en 1997 a contraerse 0,7% en 1998 y crecer solo 0,9% en 1999, situación que no pudo ser revertida por políticas de estímulo fiscal ante la inexistencia de ahorros públicos de parte del gobierno. La fuerte desaceleración económica se tradujo en una disminución abrupta del dinamismo del empleo, situación que se reflejó en una caída del consumo privado de 0,% y 0,4% para los años 1998 y 1999, respectivamente .

Gráfico 2



Tras una breve recuperación económica a finales de 1999 como consecuencia de la disminución de la incertidumbre internacional generada por la crisis ruso-brasilera, la economía peruana fue nuevamente afectada por un incremento de la volatilidad política generada por las elecciones del año 2000. Asimismo, en el 2001 la economía peruana fue afectada por la crisis “punto com” en EEUU, caracterizada por la abrupta caída de la bolsa

de valores norteamericana, especialmente de acciones tecnológicas. Con ello, luego de haber crecido cerca de 7% en el primer trimestre del 2000, la economía peruana se contrajo nuevamente y cerró el primer semestre del 2001 con un crecimiento de -2%, y el año en su conjunto con un crecimiento de 0,2%.

Con el fin de revertir la recesión económica en EEUU, las autoridades monetarias norteamericanas redujeron su tasa de interés a niveles muy cerca de sus mínimos históricos. La elevada liquidez resultante no solo se manifestó en una mayor oferta de crédito al público que permitió la recuperación de la economía real, sino también en una mayor demanda especulativa de materias primas cuyos precios se incrementaron y en una mayor entrada de inversión extranjera directa a países emergentes.

Así, en este contexto de elevados precios de materias primas (en especial cobre, zinc y oro, principales metales de exportación de Perú), fuertes flujos de inversión extranjera directa y recuperación económica mundial, la economía peruana inició un proceso de crecimiento acelerado y sostenido. El PBI peruano pasó de crecer 0,2% en el 2001 a 6,8% en el 2005 y a 8,9% en el 2007. Este proceso continuó hasta finales del 2008, en que se produjo el estallido de la crisis financiera internacional caracterizada por una caída de la demanda externa y de precios de materias primas, retracción de las decisiones de inversión tanto local como extranjera y salida de capitales. Sin embargo, a diferencia de la crisis ruso-brasilera de 1998-1999, no se produjo un incremento sustancial del tipo de cambio debido a la elevada cantidad de reservas internacionales acumuladas en el período de precios de minerales altos entre 2003-2008. Así, si bien la economía se desaceleró fuertemente al pasar de crecer 10,9% en el 3T2008 a -1,2% en el 2T2009, el reducido efecto hoja de balance permitió reducir el impacto de la crisis sobre el ingreso disponible de las familias y utilidades de las empresas, por lo que la recuperación pudo ser más acelerada. Además, la existencia de ahorros fiscales permitió al gobierno implementar un plan de estímulo que aceleró la recuperación de la economía peruana. Como consecuencia, luego de crecer -1,2% en el 2T2009, la economía peruana pasó rápidamente a crecer 3,4% en el 4T2009 y a 10% en el 2T2010. Esta fuerte recuperación también se vio reflejada en el empleo que pasó de crecer 1,2% en el 2009 a cerca de 5% en el 2010, con la consecuente aceleración del gasto de consumo de los hogares que pasó de 2,4% a 6% en esos años.

Se observa, entonces, que en los últimos 20 años, la economía peruana ha atravesado tres períodos recesivos marcados, el de 1998-1999, el de 2000-2001 y el de 2008-2009. Además, se observa que estos períodos han mostrado distintas duraciones respecto de los períodos de auge, por lo que la ocurrencia de los mismos se asemeja a un fenómeno no lineal. Por ello, se hace necesario implementar una metodología no lineal que permita recoger el carácter no lineal de los ciclos económicos en general y, en el Perú, en particular, en línea con la naturaleza no lineal del ciclo económico peruano encontrada por Rodríguez (2007).

### **3. Marco teórico<sup>4</sup>**

Uno de los primeros trabajos en documentar la presencia de ciclos económicos fue Juglar (1862). En su estudio aplicado a Francia, Estados Unidos e Inglaterra, el autor hizo uso de técnicas estadísticas para demostrar que las crisis no resultaban ser fenómenos aislados, sino que respondían a una fluctuación recurrente de la actividad industrial y comercial bursátil. Así, los períodos de auge y crisis se siguen unos a otros en el tiempo en un período de entre 7 y 11 años.

A pesar de su gran aporte al estudio de los ciclos económicos, el trabajo de Juglar se hizo notorio al ser compilado en el estudio realizado por Schumpeter (1939), quien establece una clasificación de los tres principales ciclos económicos. El primero, corresponde a los ciclos de Kondratieff de larga duración (40 años aproximadamente) y que están asociados principalmente a cambios tecnológicos. El segundo corresponde a los ciclos de Juglar de corto plazo, que ya han sido reseñados. Y el tercero corresponde a los ciclos de Kitchin de muy corto plazo, asociados a choques aleatorios como problemas climáticos.

Los trabajos reseñados por Schumpeter (1939) impulsaron la necesidad de realizar proyecciones en base a la frecuencia de los ciclos económicos que permitan establecer la ocurrencia futura de recesiones. Uno de estos trabajos fue el de Jevons (1878), quien establece que los ciclos de la economía inglesa responden al comportamiento de las manchas solares. Esto debido a la hipótesis de que las manchas solares influye en las condiciones climáticas, en particular de la India, el principal comprador de textiles ingleses. Así, los problemas climáticos afectan la producción agrícola de la India y, por

---

<sup>4</sup> Basado en Kapsoli y Bencich (2002) y Seminario (2010).

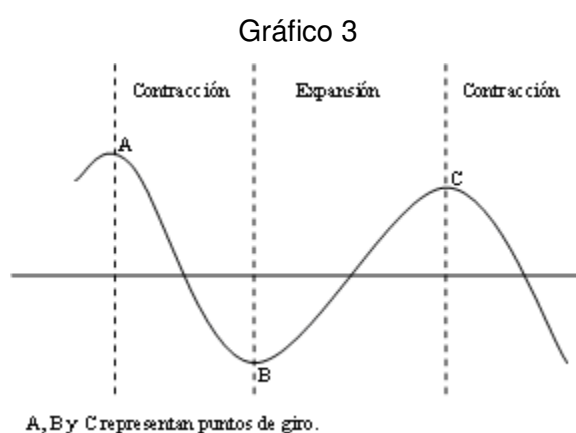
ende, una depresión en este país que genera una reducción en la demanda por los textiles ingleses. Si bien el autor encontró una gran coincidencia entre los ciclos de cerca de 11 años y la ocurrencia de manchas solares, se abandonó esta línea de investigación ante la imposibilidad de probar la causalidad entre la ocurrencia de manchas solares y los ciclos comerciales ingleses.

Otro trabajo en la misma línea de predecir recesiones fue el de Brookmire (1913). El autor plantea un indicador denominado “barómetro” que compila diversos indicadores bancarios, financieros y comerciales que permitan recoger de forma conjunta la evolución del ciclo económico que atraviesa todos los sectores de la economía. En esta misma línea, Persons (1919) elabora el barómetro de Harvard basado en tres grupos de indicadores y que resulta ser uno de los primeros indicadores líderes documentados. En el primer grupo, se encuentran los indicadores especulativos reflejados en los precios de las acciones, los que reaccionan favorablemente ante una mayor confianza de los inversionistas. El mayor efecto riqueza de la revaluación de las acciones genera un aumento de la demanda por productos en la economía, lo que lleva progresivamente a incrementos en precios y en el comercio, estos últimos componentes del segundo grupo. Finalmente, la mayor demanda por productos también implica una mayor demanda por créditos que se traduce en incrementos de las tasas de interés, componente del tercer grupo. La menor liquidez en el mercado de dinero se refleja en la debilidad de los valores de renta fija, lo que afecta las expectativas de rentabilidad de los inversionistas ocasionando una nueva crisis. Así, el primer grupo de variables anticipaba el ciclo económico, lo que, según el autor, la convertía en una variable adelantada del ciclo; el segundo grupo, un indicador coincidente; y el tercer grupo, un indicador rezagado.

Con el objetivo de consolidar los hallazgos de estudios previos, Burns y Mitchell (1946) proponen un concepto de ciclo económico que ha servido de base para investigaciones empíricas posteriores. La idea central que se desprende es que existe un proceso no observable directamente típico de economías capitalistas que podríamos llamar “nivel de actividad agregado” y que se manifiesta a través de distintas variables en diferentes períodos de tiempo y de forma recurrente. Esta “actividad económica agregada” recibe el nombre de ciclo económico.

El ciclo se compone de dos fases, una fase expansiva y una fase contractiva o de recesión (ver gráfico 2). En cada una de ellas el comportamiento de las variables que

reflejan la “actividad económica agregada” no es el mismo, es decir, no es lineal. Los PG son aquellos puntos donde el ciclo económico cambia de fase. Estas definiciones básicas permiten clasificar a las distintas variables de la economía según la concordancia temporal entre sus PG y los PG del ciclo económico. Aquellas variables cuyo PG ocurre después del ciclo económico de la actividad económica agregada se denominan retardadas (*lagging*). Aquellas variables cuyo PG ocurra simultáneamente al de la actividad económica agregada se denominan coincidentes (*coincident*). Y aquellas variables cuyo PG ocurra antes que el PG del ciclo de la actividad económica agregada se llaman adelantadas (*leading*).



Así, el ciclo económico implica co-movimiento entre variables y no linealidad en la evolución de las mismas, pues su comportamiento cambia de acuerdo al estado de la economía, ya sea de recesión o expansión. Por ello, se hace necesario el uso de modelos no lineales para su estudio y, en particular, modelos del tipo MS que resultan adecuados para el análisis del ciclo económico. Un mayor detalle de estos modelos se verá en la siguiente sección.

#### 4. Metodología econométrica y principales resultados

Para la elaboración del indicador de recesión (*IR*), tomaremos inicialmente las variables que estudios previos sobre indicadores líderes han documentado como muy correlacionadas con la evolución del PBI peruano. Adicionalmente, propondremos un set de variables extraídas de encuestas a familias y empresas y otro set de variables económicas internacionales potencialmente útiles para la elaboración del *IR*. Las series propuestas serán evaluadas en el período enero de 1994 a octubre de 2010, salvo las variables de encuestas empresariales y de consumidores evaluadas a partir de enero de

2004, mes en que estas encuestas comenzaron a elaborarse. Una descripción más detallada de todas las series a incorporarse respecto de sus fechas de inicio, unidades y fuentes, se encuentra en el Cuadro 1 en el Anexo del presente documento.

#### 4.1 Elección de las variables candidatas iniciales

Inicialmente, la base de datos está compuesta por 74 variables en total. Con el fin de reducir esta base de datos inicial a un número menor de candidatas, se llevará a cabo un análisis exploratorio inicial calculando tres indicadores que nos permitan evaluar su relación con el ciclo económico, que será representado a través del PBI<sup>5</sup>. En particular, buscaremos encontrar series adelantadas o coincidentes para la construcción del *IR*, por lo que las variables rezagadas serán descartadas en este paso inicial. Para ello, se procedió a calcular los siguientes estadísticos aplicados al componente cíclico de las variables calculado a través del filtro Cristiano y Fitzgerald asimétrico<sup>6</sup>:

- (a) Coherencia espectral<sup>7</sup>, que permitirá evaluar si cada una de las series propuestas se interrelaciona con el PBI a distintas frecuencias. Se escogerán las series que muestren una coherencia espectral mayor que 0,15 para un rango de entre 1,5 a 8 años, lo que sugeriría que la serie analizada contiene información relevante sobre el componente cíclico del PBI.
- (b) Rezago de media<sup>8</sup>, que permitirá medir el adelanto o rezago en el movimiento de una serie respecto del PBI y evaluar así su horizonte predictivo del ciclo económico. Series con un rezago en media positivo mayor que 0,5 serán consideradas adelantadas. Series con un rezago en media negativo menor que 0,5 serán consideradas rezagadas.

<sup>5</sup> Previamente, algunas series fueron transformadas a logaritmos y ajustadas por estacionalidad y días laborables cuando fue necesario. Los detalles de la aplicación de estas transformaciones a las series se encuentra en el Cuadro 1.

<sup>6</sup> Se utilizó este filtro para extraer el componente cíclico del PBI pues, a diferencia del filtro Baxter y King o del filtro Cristiano y Fitzgerald simétrico, no se pierde información al comienzo y al final de la muestra. Esto es particularmente importante debido al corto período de la muestra utilizada en el caso de variables de encuestas, especialmente.

<sup>7</sup> Siguiendo a Croux y otros (2001), definimos la coherencia espectral entre las variables  $X$  e  $Y$  como la correlación entre ambas en cada frecuencia  $C_{XY}(\omega) = \frac{f_{XY}(\omega)}{\sqrt{f_X(\omega)f_Y(\omega)}}$ , que también puede ser escrito en

coordenadas:  $C_{XY}(\omega) = |C_{XY}(\omega)|e^{i\Phi(\omega)}$ .

<sup>8</sup> El rezago de media es el ratio entre la fase y la frecuencia:  $M = \Phi(\omega)/\omega$ . Un rezago en media positivo, para una frecuencia determinada, indica que el componente cíclico de  $Y$  adelanta al componente cíclico de  $X$ .

- (c) Correlaciones dinámicas respecto del ciclo del PBI, que permiten evaluar el adelanto o rezago del movimiento de una serie respecto del PBI a distintos horizontes de tiempo, complementando así la información extraída de a partir de los indicadores anteriores. Se evaluarán las correlaciones en un período de 8 meses hacia delante y 8 meses hacia atrás. Se determinará así la correlación máxima y el período correspondiente de la misma dentro del período establecido de +/- 8 meses. Las series con una correlación máxima en valor absoluto menor que 0,5 serán descartadas por mostrar una baja correlación con el ciclo económico. Adicionalmente, las series con una correlación negativa en valor absoluto mayor que 0,5 serán descartadas por ser variables rezagadas respecto del ciclo económico.

Los resultados de estos procedimientos se encuentran en el Cuadro 2 en los Anexos. En general, se observa que las variables que presentaron una coherencia espectral mayor que 0,15 también mostraron una correlación mayor que 0,5. Adicionalmente, las variables que resultaron rezagadas por tener una correlación negativa en valor absoluto mayor que 0,5 también mostraron un rezago en media negativo, por lo que fueron descartadas del análisis. De esta manera, tras el proceso de eliminación de series rezagadas o poco informativas, la base de datos se redujo de un número inicial de 74 a un set de 30 variables candidatas. Cabe resaltar que gran parte de las variables extraídas de encuestas empresariales e indicadores financieros de la economía peruana fueron seleccionadas con elevadas correlaciones positivas y un alto rezago en media, lo que las convierte en candidatas potenciales para la construcción de nuestro *IR* final. Adicionalmente, aunque los criterios de rezago en media y correlaciones dinámicas nos dan una idea de la relación temporal de las series analizadas respecto del ciclo económico, no nos brindan información exacta en cuanto a los meses de adelanto. Por ello, más adelante se aplicará una metodología adicional para determinar esta información para cada variable.

#### **4.2 El modelo Markov-switching univariado**

El siguiente paso dentro de la metodología de construcción del *IR* es la aplicación del modelo MS a cada una de las candidatas iniciales. Pero antes es conveniente hacer una revisión de la teoría detrás de estos modelos. Los modelos del tipo MS asumen que las variables analizadas presentan distintos procesos generadores de datos que dependen

del entorno o régimen en que se encuentre la economía. Estos regímenes cambiantes son representados por una variable discreta no observable  $s_t$  que, si bien no se observa directamente, puede inferirse de forma probabilística de los datos. La variable  $s_t$  tomará los valores 1, 2 o 3, ( $s_t \in (1,2,3)$ ) para el caso de las variables nacionales, que representan los estados de recesión, recuperación y expansión, respectivamente. Esto en línea con los resultados del estudio de Rodríguez (2007), quien encuentra que la mejor especificación para la economía peruana es un modelo con tres regímenes. Para las variables extranjeras,  $s_t$  tomará los valores 1 y 2, ( $s_t \in (1,2)$ ), en línea con lo encontrado por la literatura aplicada internacional revisada en la Sección 1.

El modelo MS para una variable  $y_t$  es el siguiente:  $y_t = m(s_t) + e_t$ . Es decir,  $y_t$  se modela en función de su media  $m(s_t)$  que no es constante en el tiempo, sino que cambia de acuerdo a los valores que tome la variable  $s_t$ . Esto permite verificar si la evolución de la variable  $y_t$  encaja con el promedio visto durante recesiones, recuperaciones o expansiones. La variable  $s_t$  cambia de un régimen a otro a través de probabilidades de transición que siguen una cadena Markov de primer orden:  $\Pr(s_t = j | s_{t-1} = k, s_{t-2} = l, \dots) = \Pr(s_t = j | s_{t-1} = k) = p_{kj}$ . Es decir, la probabilidad de encontrarse en el régimen  $j$  en el período  $t$ , depende únicamente del régimen en que se encontraba la economía en el período  $t-1$  y no de períodos anteriores. Además, se asume que tal probabilidad es invariante en el tiempo.

Las probabilidades de transición deben cumplir con:  $\sum_{j=1}^3 p_{kj} = 1; \forall j, k \in \{1,2,3\}$ , es decir, las probabilidades de pasar de un estado  $k$  hacia cualquier estado posible debe sumar 1. Adicionalmente, pueden existir estados persistentes (con probabilidad de transición cercana a 1) mas no absorbentes (iguales a 1).

De lo anterior, vemos que los modelos del tipo MS recogen las características principales de la teoría sobre el ciclo económico: (i) no observabilidad y (ii) no linealidad en la evolución del ciclo económico. Es decir, la variable  $s_t$  recoge el comportamiento cambiante pero no observable de los datos, los cuales se comportan de manera distinta en recesiones, recuperaciones o expansiones.



En el caso de los modelos MS, la variable no observable  $s_t$  puede inferirse mediante el algoritmo iterativo de Maximización de Expectativas<sup>9</sup> que permite obtener la probabilidad de encontrarse en un régimen en cada momento del tiempo. Cuando se utiliza toda la información disponible en la muestra, se obtienen las probabilidades suavizadas, representadas por  $PS_{s_t}$ . Cuando se utiliza la información que está disponible en cada momento del tiempo, se obtienen las probabilidades filtradas,  $PF_{s_t}$ . Dado que en el presente estudio estamos interesados en obtener las probabilidades de recesión, en adelante  $PS_t$  y  $PF_t$  se referirán, respectivamente, a la probabilidad suavizada y filtrada de recesión.

### 4.3 Aplicación del modelo MS univariado a las series candidatas

Llamemos  $Y_t = (Y_{1,t}, \dots, Y_{N,t})'$  al vector  $N \times 1$  compuesto por las  $N$  series de tiempo que fueron seleccionadas en el proceso descrito en 4.1. Y llamemos  $y_t = (y_{1,t}, \dots, y_{N,t})'$  al vector compuesto por las tasas de crecimiento que dependen de  $k = (1, \dots, N)$ , que es el vector que contiene el grado de suavizamiento de cada serie. Así,  $y_{i,t} = (1 - L^{k_i}) * \log(Y_{i,t}) * 100 = (\log(Y_{i,t}) - \log(Y_{i,t-k_i})) * 100$ , donde  $L^{k_i}$  es el operador de rezagos. Luego construimos el vector de las tasas de crecimiento estandarizadas  $y^*_t = (y^*_{1,t}, \dots, y^*_{N,t})'$ , donde:  $y^*_{i,t} = \frac{(y_{i,t} - \mu_{y_i})}{\sigma_{y_i}}$ , con  $\mu_{y_i}$  y  $\sigma_{y_i}$ , las correspondientes media y desviación estándar muestral de las tasas de crecimiento de la serie  $i$ -ésima. Con este proceso de estandarización, podremos agregar series de distintos tipos (cuantitativas, encuestas, tasas, etc.) al estar expresadas en las mismas unidades.

Luego estimaremos un modelo del tipo MS para cada una de las  $N$  variables transformadas. En particular, el modelo a estimar aplicado a las variables candidatas iniciales es:  $y^*_{i,t} = m(s_{i,t}) + e_{i,t}$ , donde el subíndice  $i$  hace referencia a la  $i$ -ésima variable analizada en cada modelo del total ( $N$ ) de variables candidatas iniciales.

---

<sup>9</sup> Ver Krolzig (1997).

El valor óptimo de  $k_i$  para cada serie será evaluado de la siguiente manera. Compararemos las probabilidades suavizadas de cada una de las series ( $PS_t^i$ ) con una variable dicotómica que nos servirá de referencia para evaluar su poder predictivo. A diferencia de EEUU, donde existe un comité oficial que determina el inicio y el fin de las recesiones<sup>10</sup>, usaremos el criterio de recesión técnica aplicado al PBI peruano. Es decir, la variable dicotómica de referencia tomará el valor de 1 indicando recesión cuando el PBI peruano ajustado por estacionalidad haya acumulado seis meses de crecimiento mensual negativo, y el valor de 0 en cualquier otro caso.

El  $k_i$  óptimo será aquel que minimice el criterio de Score Cuadrático de Probabilidad

(SCP) propuesto por Brier (1950) a cada variable  $i$ :  $SCP(i, R) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (PS_t^i - R_t)^2$ , donde

$PS_t^i$  corresponde a las probabilidad suavizada de estar en recesión obtenidas de la  $i$ -ésima serie y  $R_t = \{1,0\}$  es la variable dicotómica que designa la recesión en base a nuestro criterio de referencia. Respecto del valor de  $k_i$ , es necesario tener en cuenta que mientras más pequeño sea este parámetro, la rapidez en la capacidad de detección de recesiones aumenta, aunque también la probabilidad de obtener falsas alarmas. En cambio, si el valor de  $k_i$  es muy grande, la probabilidad de obtener falsas alarmas disminuye, al igual que la rapidez en la capacidad de detección de recesiones. Por ello, se acotará la búsqueda del  $k_i$  óptimo en el espacio  $k_i \in \{3, \dots, 6\}$ , lo que permite balancear los riesgos mencionados.

Como se discutió en la Sección 4.1, la metodología de clasificación basada en el cálculo del rezago en media y correlaciones dinámicas de las variables nos permite establecer si una variable es rezagada o adelantada respecto del ciclo económico, pero no los meses exactos de dicho rezago o adelanto. Por ello, para determinar esta información utilizaremos el criterio de SCP aplicado a las probabilidades de recesión de cada variable con 10 períodos de adelanto y 10 de períodos de rezago respecto de la serie de referencia. Con ello, podremos establecer el mes de adelanto (o rezago) y el  $k_i$  correspondiente que minimiza el SCP,

---

<sup>10</sup> Oficina Nacional de Investigación Económica (NBER, por sus siglas en inglés).

La aplicación del modelo MS a las variables candidatas se hará en dos períodos de tiempo, debido a las diferencias en la disponibilidad de las series. En primer lugar, se tomarán las series internacionales, así como las reales y financieras nacionales en el período enero 1996 a setiembre 2010 (23 en total). Además, se tomarán todas las variables anteriores junto con las variables extraídas de encuestas a familias y empresas para el período enero 2004 a setiembre 2010 (30 en total), en el que éstas últimas están disponibles.

Para desechar las series con menor poder predictivo respecto de la cronología de las recesiones en el Perú dado por nuestro indicador de recesión referencial, se utilizará nuevamente el criterio de SCP. Siguiendo a Bellone y Saint Martin (2003), las series con un SCP mayor a 0,2 serán descartadas del análisis.

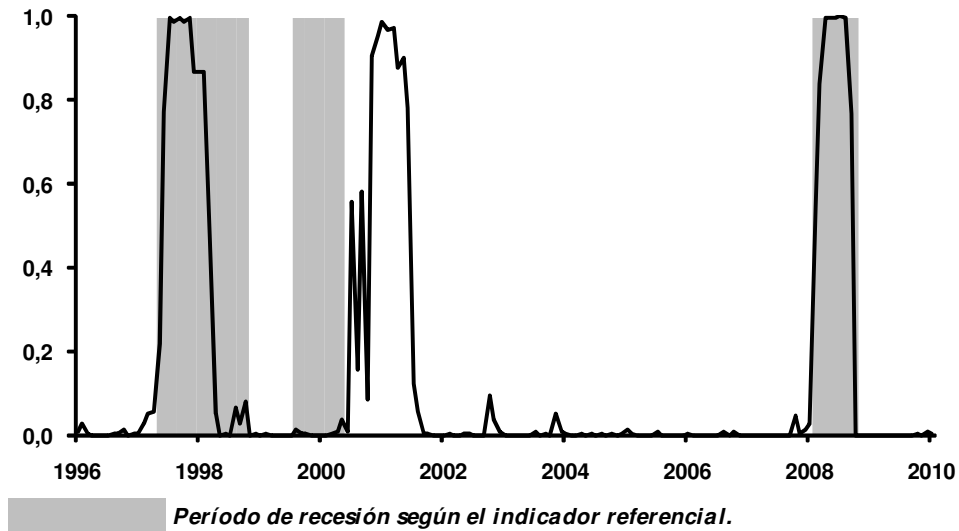
Los resultados para los dos períodos de análisis se muestran en el Cuadro 3 en los anexos<sup>11</sup>. El criterio de Bellone y Saint Martin (2003) nos permite descartar 8 variables para el período 1996-2010 y 9 variables para el período 2004-2010, con lo que las candidatas se reducen a 15 y 21 en cada periodo, respectivamente.

Se observa que la variable con el menor SCP para el período 1996-2010 es el indicador líder de las 5 economías más grandes de Asia, cuyas probabilidades se muestran en el gráfico 4. Las  $PS_t$  de esta variable logran capturar con prontitud la recesión experimentada por la economía peruana a mediados del 1998, así como la recesión generada por la crisis financiera internacional. Sin embargo, falla en detectar oportunamente la recesión experimentada en el período 2001-2002, debido a que no se inició por una crisis internacional, sino por una crisis política interna.

---

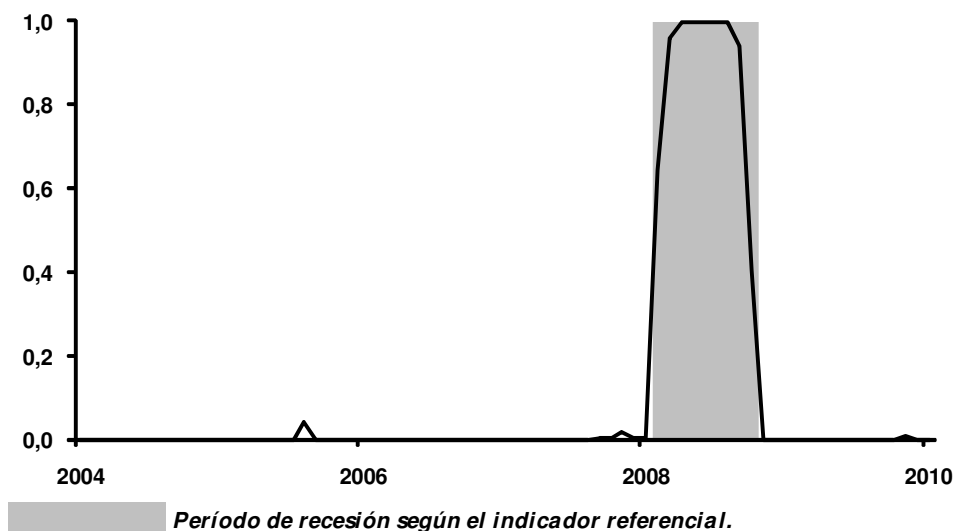
<sup>11</sup> Se comprobó que el uso de variaciones porcentuales estandarizadas arroja probabilidades de recesión iguales a cuando se emplea variaciones porcentuales simples.

Gráfico 4: Probabilidad de recesión a partir del indicador líder de las 5 economías más grandes de Asia



La variable con menor SCP en el período 2004-2010 resulta ser el índice de actividad económica, una variable basada en encuestas empresariales cuyas probabilidades se muestran en el gráfico 5. Se observa que las  $PS_t$  de esta variable detectan con claridad el inicio del período recesivo en la economía peruana en octubre de 2008, solo un mes de la quiebra del banco de inversión Lehman Brothers, evento asociado con el estallido de la crisis financiera global. Además, las  $PS_t$  se ubican por debajo del umbral que marca recesión de 0,5 en mayo de 2009, un mes antes de que el indicador referencial marcara el fin de la recesión. Con ello, se concluye que este indicador de encuestas marca satisfactoriamente la cronología de recesiones del período analizado, indicando incluso con cierta anticipación el inicio de la fase expansiva de la economía.

Gráfico 5: Probabilidad de recesión a partir del índice de actividad económica



#### 4.4 Construcción del indicador probabilístico de recesión

Aunque monitorear la ocurrencia de recesiones a partir de modelos MS univariados resulta relativamente útil en vista de los resultados obtenidos en el Apartado 4.3, no captura la noción de co-movimiento entre variables. Por ello, una estrategia para superar este problema sería combinar las variables con el objetivo de obtener un *IR* agregado que busque optimizar las señales de recesión extraídas de las series individuales seleccionadas, teniendo en cuenta la documentada superioridad que tienen los indicadores basados en una gran cantidad de variables respecto de indicadores univariados. En este sentido, seguiremos a Stock y Watson (2003) y Bellone y Saint Martin (2003) quienes demuestran que indicadores formados a partir de la agregación de variables presentan una mejor capacidad de detección de recesiones, esto debido a la posible inestabilidad y mayor ruido en las señales enviadas por variables individuales que pueden moderarse al emplear modelos a partir de combinaciones de distintas series.

##### 4.4.1 Agregando las variables en un solo indicador de recesión

Hasta el momento, se ha estimado un modelo MS para cada una de las series candidatas y se ha evaluado su poder de detección de recesiones por separado, encontrando así un subconjunto reducido de mejores candidatas. Pero nuestro objetivo es obtener un único indicador probabilístico de recesión, *IR*. Como señalan Carnot y Tisson (2002), la ausencia de argumentos teóricos para combinar las probabilidades provistas por los

modelos MS puede ser una desventaja para el uso de estos modelos. Por ello, surgen dos opciones:

- Agregar las probabilidades suavizadas calculadas en cada modelo MS por separado a través de un promedio simple o ponderado<sup>12</sup> y usar el resultado final como *IR*. Esto es conocido como agregación en “espacio de probabilidades”.
- Agregar las series de mejores candidatas en una sola a través de un promedio simple o ponderado<sup>13</sup>, estimar un modelo MS a partir de ella y luego usar las probabilidades suavizadas resultantes como *IR*. Esto es conocido como agregación en “espacio temporal”.

Con la finalidad de elegir cuál de estas estrategias es mejor para la economía peruana, se procedió a estimar *IR* agregándolos por “espacio temporal” y por “espacio probabilístico” utilizando todas las variables disponibles. Sin embargo, en este proceso de agregación surgen dos posibilidades: agregar las series tomando en cuenta ya sea sus meses de adelanto al ciclo económico, o los meses de distancia entre el último dato disponible respecto del mes en curso. Esto es, si suponemos que una variable es *leading* en 10 meses pero el último dato disponible es de dos meses atrás, existe la posibilidad de calcular el *IR* del período  $t$  en base a los datos de la mencionada variable en  $t - 10$  o en  $t - 2$ . Aunque agregar las series basados en el último dato disponible respecto del mes actual implicaría posiblemente castigar la serie con un mayor SCP, permitiría ganar en rapidez de detección de recesiones. Por ejemplo, si la variable *leading* en 10 meses es incorporada al índice adelantándola 10 meses, la alerta sobre la recesión será tardía. Sin embargo, si se le incorpora en base al último dato disponible que es de dos meses atrás, la alarma de recesión para hoy se daría con ocho meses de anticipación. Por ello, se optó por la segunda forma de agregación.

---

<sup>12</sup> Como ponderador se utilizará la siguiente transformación de sus respectivas SCP  $w_i = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{SCP(k, R)}}$ .

<sup>13</sup> Cabe recordar que las series pueden agregarse pues están expresadas en forma de tasas de crecimiento estandarizadas. Los ponderadores corresponden a los mismos utilizados en el paso anterior.

Los SCP asociados a la aplicación de cada uno de estas opciones para los períodos 1996-2010 y 2004-2010 se muestran en la Cuadro 4. Se observa que, en general, los *IR* agregados de todas las variables candidatas en “espacio probabilístico” son superiores a aquellos agregados en “espacio temporal” para detectar recesiones. Adicionalmente, se puede observar que comparando los indicadores agregados en “espacio probabilístico”, el *IR* agregado en forma de promedio ponderado es superior a aquel agregado en forma de promedio simple.

Gráfico 6: Probabilidad de recesión del *IR* agregado en “espacio de probabilidad” usando promedios ponderados, período 1996-2010

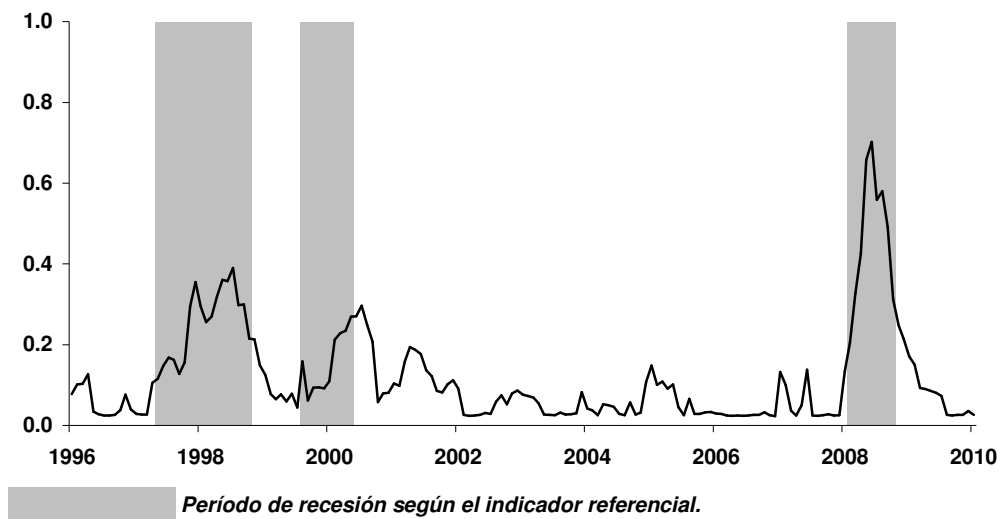
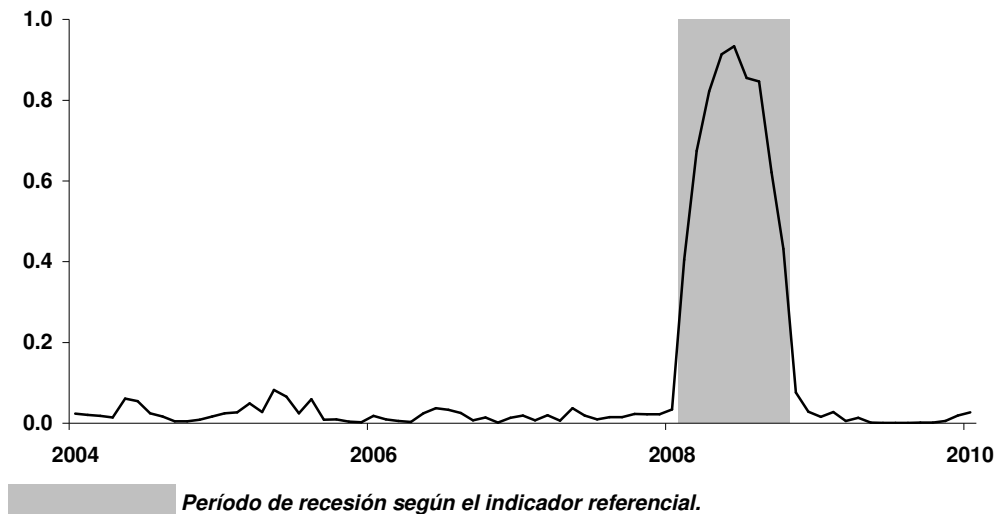


Gráfico 7: Probabilidad de recesión del *IR* agregado en “espacio de probabilidad” usando promedios ponderados, período 2004-2010



Sin embargo, a partir de los gráficos 6 y 7, se puede concluir que los mejores *IR* agregados de cada período no son significativamente superiores en capacidad de detección de recesiones que los *IR* de los mejores variables individuales. Para el caso del período 1996-2010, el *IR* agregado captura el período recesivo de 2008-2009; pero a diferencia del las probabilidades de recesión extraídas a partir del indicador líder de las 5 economías asiáticas más grandes, falla en enviar una señal clara de recesión ( $PS_t > 0,5$ ) para las recesiones de 1998-1999 y 2000-2001. Una conclusión similar se extrae a partir del *IR* agregado del período 2004-2010, cuya capacidad de detección de recesiones mejora, aunque de manera marginal respecto de las probabilidades de recesión extraídas del índice de actividad económica. Por ello, cabe preguntarse, ¿escogiendo solo las variables más informativas respecto de la ocurrencia de recesiones se puede mejorar la capacidad de detección de los *IR* agregados?

#### 4.4.2 Eligiendo el set óptimo de series para el indicador de recesión

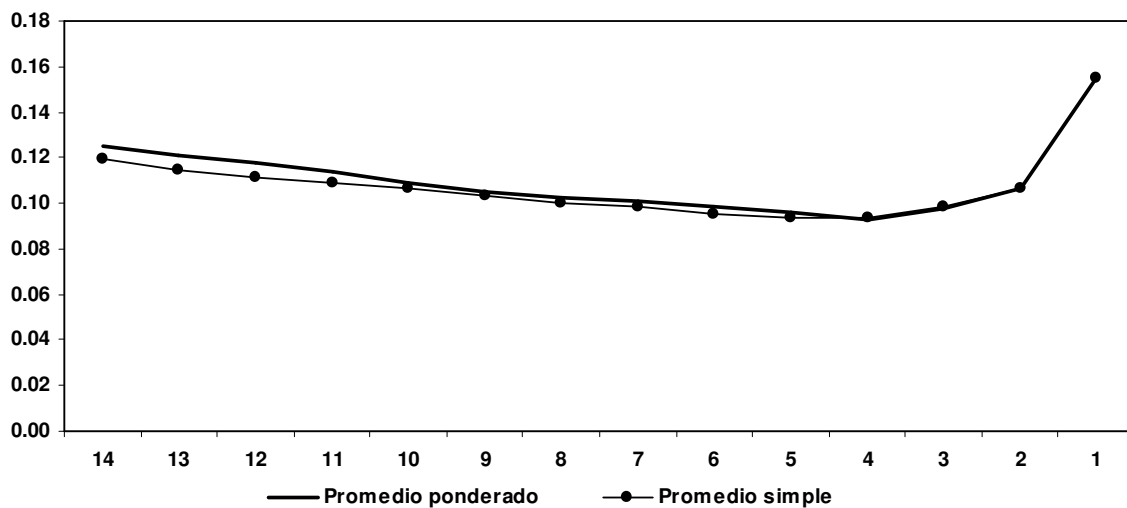
Si bien los *IR* agregados calculados no logran superar a las mejores variables individuales en capacidad de detección para los períodos de análisis, no pueden descartarse aún. Es necesario considerar que los *IR* agregados calculados hasta el momento incorporan algunas variables que pueden agregar muy poca información para determinar el estado de recesión, otras que pueden agregar ruido en vez de información



valiosa, e incluso otras que agreguen información redundante que aumenten innecesariamente el número de variables para la construcción del *IR*. Por ello, es necesario plantear una metodología que permita eliminar las variables menos relevantes.

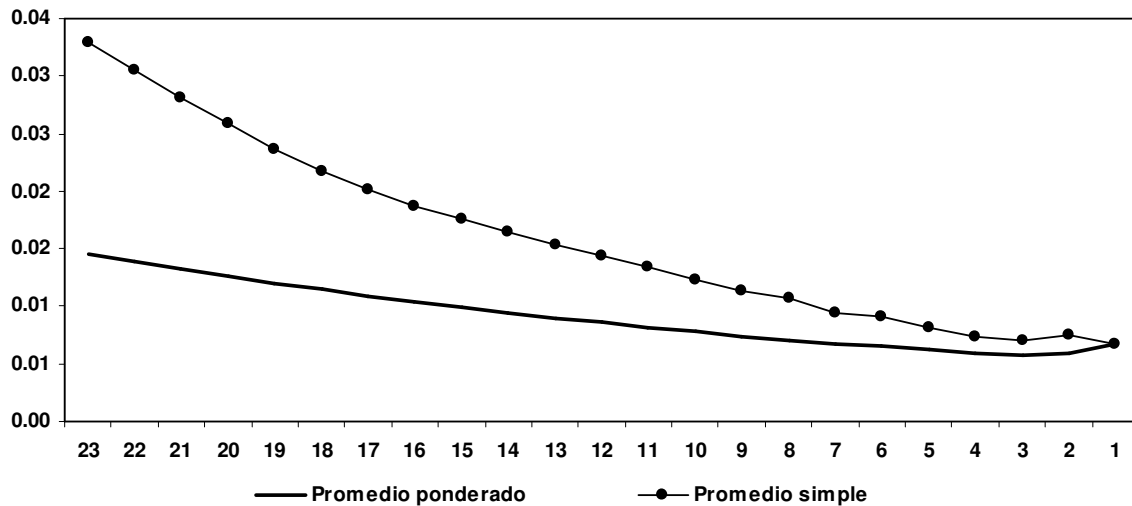
De esta manera, se plantea un método de elección de un set óptimo de series para la elaboración del *IR* agregado basado en el método iterativo de tres pasos de Bardaji y otros (2009). Primero, se estimarán  $n$  indicadores de recesión que incluyen a las  $n$  variables candidatas menos la  $j$ -ésima serie, donde  $j = 1, \dots, n$ . Cada *IR* estimado de esta manera se denominará  $IR_{n \setminus j}$ . Segundo, para cada  $IR_{n \setminus j}$  se procederá a calcular su respectivo SCP. Y tercero, se eliminará la  $j$ -ésima serie para la cual el SCP haya sido el menor. De esta manera, se eliminará la serie que menos información brinde respecto de la probabilidad de estar en recesión. Se repetirán estos tres pasos de forma iterativa hasta que el SCP obtenido haya alcanzado su menor valor. Con ello, obtendremos un número mínimo óptimo  $n^*$  de variables para la construcción del *IR* final<sup>14</sup>.

Gráfico 8: Score Cuadrático Probabilístico obtenido en el proceso iterativo de eliminación para el período 1996-2010



<sup>14</sup> Anas y Ferrara (2002) encuentran que el beneficio marginal en precisión de incorporar más de seis variables es nulo, lo que resulta ser otra ventaja respecto del uso de indicadores líderes que incorporan entre 10 y 20 variables para su estimación.

Gráfico 9: Score Cuadrático Probabilístico obtenido en el proceso iterativo de eliminación para el período 2004-2010



Los Gráficos 8 y 9 muestran en el eje Y el SCP tras la remoción de cada una de las variables con menor poder informativo representadas en el eje X. Se observa que el proceso iterativo propuesto permite la mejor adecuación de los *IR* propuestos en cada uno de los períodos a medida que se elimina una variable sucesivamente hasta llegar a un número óptimo de series, luego del cual el SCP empieza a aumentar. En ambos casos, los *IR* óptimos calculados a partir de promedios ponderados presentan una mejora marginal respecto de aquellos calculados en base a promedios simples, por lo que se escogerá a los primeros como óptimos.

En el período 1996 a 2010, el *IR* óptimo está formado por cuatro variables que minimizan el SCP global: el indicador líder de las 5 economías más grandes de Asia, el PBI construcción, la producción de energía eléctrica y las RIN. Por su parte, el *IR* óptimo para el período 2004-2010 está formado por tres variables: las ventas de la manufactura y comercio en EEUU, las RIN y el índice de actividad económica. Por la composición de las variables de los *IR* para ambos períodos, se puede concluir que por construcción, el método iterativo de eliminación propuesto permite seleccionar a variables de distinta naturaleza; es decir, variables financieras, variables reales locales e internacionales y variables basadas en encuestas. Esto permite tener heterogeneidad en la naturaleza del *IR* final, en línea con el carácter de desaceleración económica generalizada de las recesiones. Además, permitiría capturar recesiones de naturaleza distinta a futuro, ya

sean generadas por una crisis internacional, una crisis política e incluso problemas climáticos al tener el índice de actividad económica que recoge información de diversos sectores de la economía. Finalmente, cabe resaltar que a partir de los gráficos 8 y 9, la adecuación a la serie de referencia es mayor en el período 2004-2010 respecto del período 1996-2010, pues en este segundo caso el *IR* óptimo muestra un SCP menor.

Gráfico 10: Probabilidad de recesión del *IR* agregado óptimo, período 1996-2010

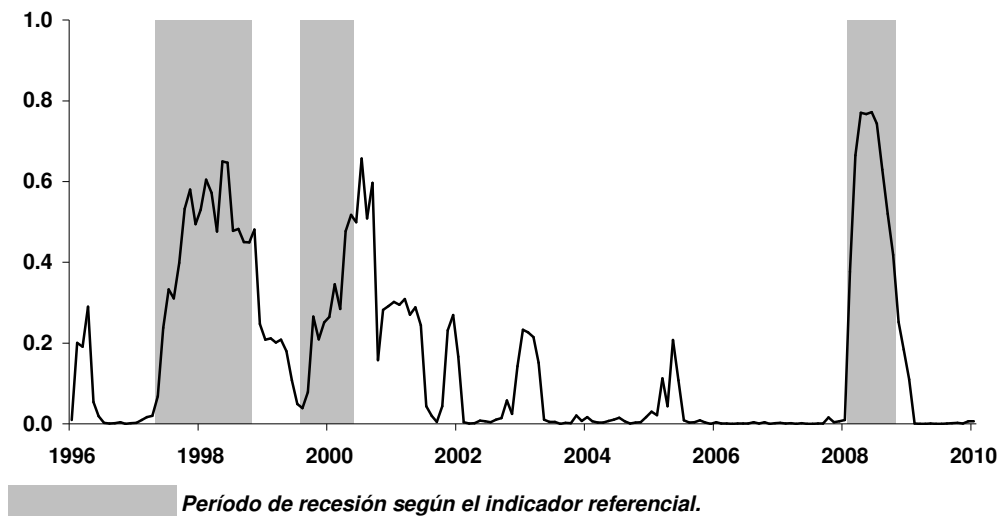
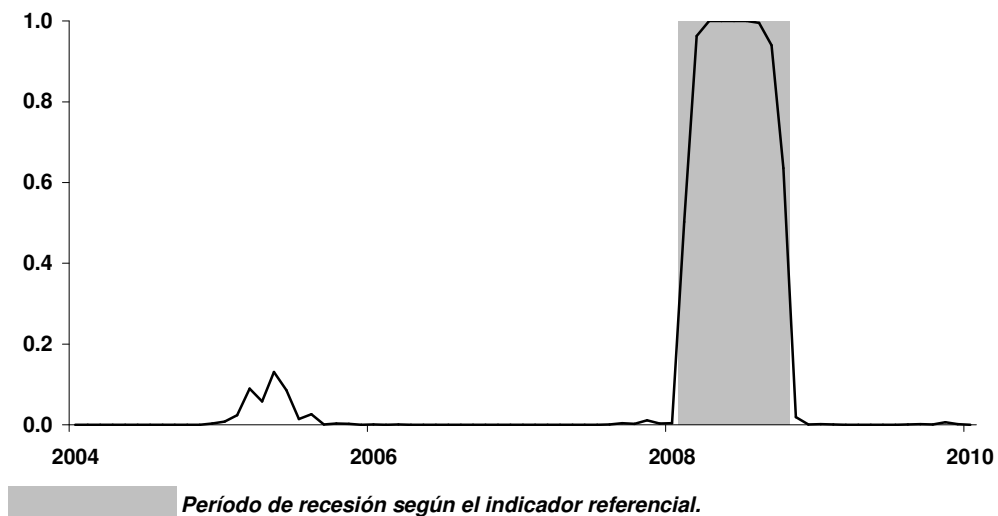


Gráfico 11: Probabilidad de recesión del *IR* agregado óptimo, período 2004-2010



Los Gráficos 10 y 11 muestran las probabilidades de recesión calculadas en base a los *IR* óptimos para cada período. Se puede observar que el *IR* óptimo para el periodo

1996-2010 da una señal de recesión en los años clasificados como recesiones. Sin embargo, en algunos períodos lo hace con cierto rezago. Para el caso de la recesión de 1998, si bien la recesión se habría iniciado en enero de 1998 según lo indicado por la serie de referencia, el *IR* la reconoce como tal recién en junio de ese año. Para el caso de la recesión de 2000, ésta se habría iniciado en abril, pero el *IR* señala como fecha de inicio recién en diciembre de ese año. En la recesión de 2008, el *IR* señala como inicio de la recesión en noviembre, con un mes de retraso. Para el caso del *IR* óptimo para el periodo 2004-2010 se observa un mejor desempeño, pues en la recesión de 2008 supera el umbral de 0,5 un mes después de la quiebra del banco de inversión Lehman Brothers en setiembre, evento que marcó el inicio de la crisis financiera internacional. Vale la pena mencionar que ambos indicadores muestran un incremento anormal de la probabilidad de recesión a inicios del año 2006, situación que está asociada a los signos de desaceleración observados en la economía peruana producto de la incertidumbre política por las elecciones presidencial en el Perú. Si bien esta situación elevó ligeramente la probabilidad de que se esté en recesión en ese período, nuestros indicadores no dieron una falsa alarma considerándolo como tal.

Un punto adicional a analizar es la calidad informativa de las variables internacionales así como aquellas extraídas de encuestas, es decir, si su inclusión mejora la capacidad del *IR* para detectar recesiones. Para ello, en el período 1996-2010 se llevará a cabo el proceso de eliminación iterativa excluyendo a las variables internacionales, es decir, sobre la base de 11 variables en total. Del mismo modo, se llevará a cabo el proceso iterativo en el período 2004-2010 incluyendo solo variables reales y financieras locales (12 variables), luego se incluirán las internacionales (17 variables en total) y finalmente se incluirán las variables basadas en encuestas (23 variables en total).

Gráfico 12: Probabilidad de recesión del *IR* agregado óptimo, período 1996-2010

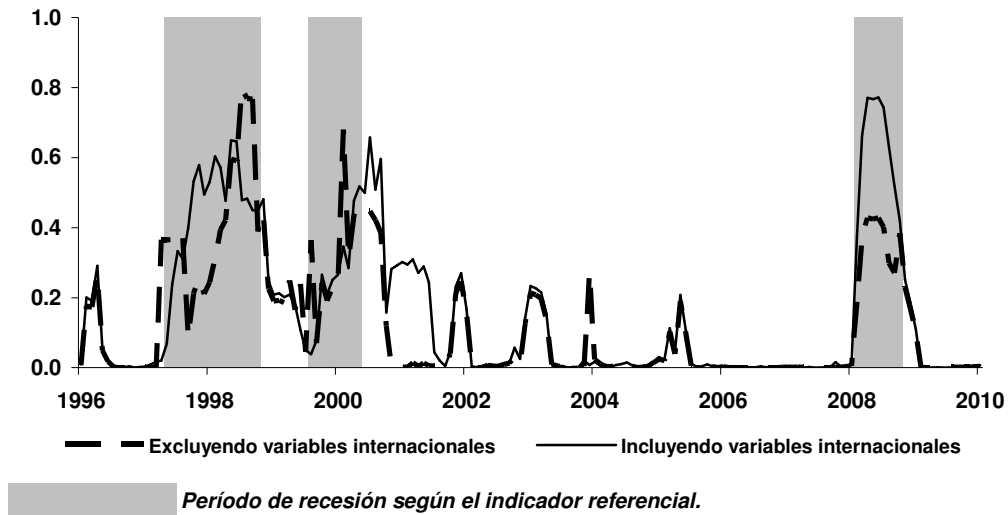
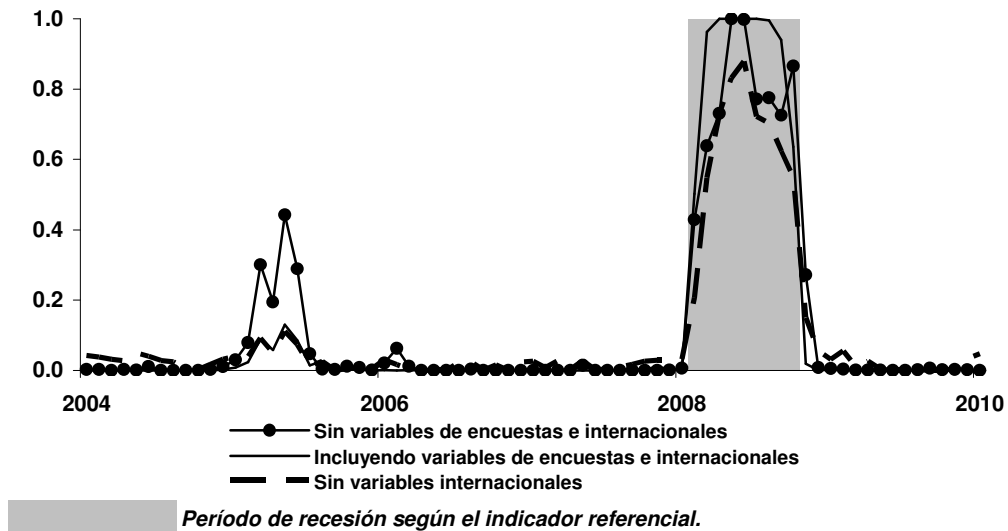


Gráfico 13: Probabilidad de recesión del *IR* agregado óptimo, período 1996-2010

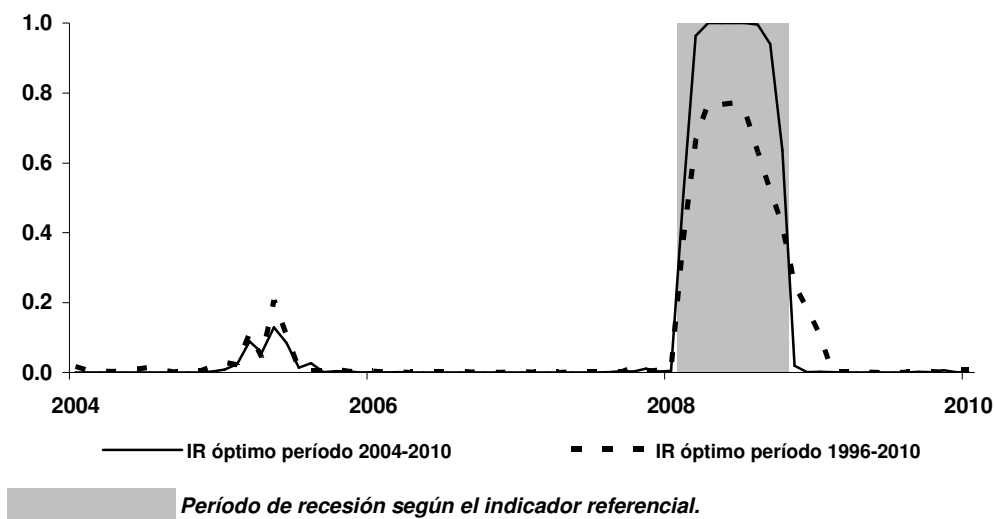


Se observa que la inclusión de variables internacionales para el período 1996-2010, así como la inclusión de variables internacionales y luego de encuestas para el período 2004-2010, mejora sustantivamente la capacidad de detección del *IR* óptimo hallado. De hecho, el SCP del *IR* óptimo para el período 1996-2010 es 0.093, pero cuando se extraen las variables internacionales del análisis el SCP se incrementa a 0.103. Asimismo,

el SCP del *IR* óptimo para el período 1994-2010 es 0.057, pero cuando se extraen las variables basadas en encuestas del análisis el SCP aumenta a 0.008 y aumenta aún más a 0.016 cuando las variables internacionales son excluidas. Por ello, podemos concluir que las variables basadas en encuestas así como las variables internacionales presentan información confiable que permite complementar la información brindada por indicadores reales y financieros para la detección temprana y confiable de recesiones.

Finalmente, se hace necesario contar con un solo *IR* óptimo. Sin embargo, este ejercicio se complica por el hecho de que se cuenta con dos *IR* óptimos para distintos períodos. Por ello, se procederá a comparar estos en el período 2004-2010 en términos de SCP, con el fin de determinar su capacidad de detección de recesiones.

Gráfico 14: Probabilidad de recesión de los índices óptimos calculados para los períodos 1996-2010 y 2004-2010

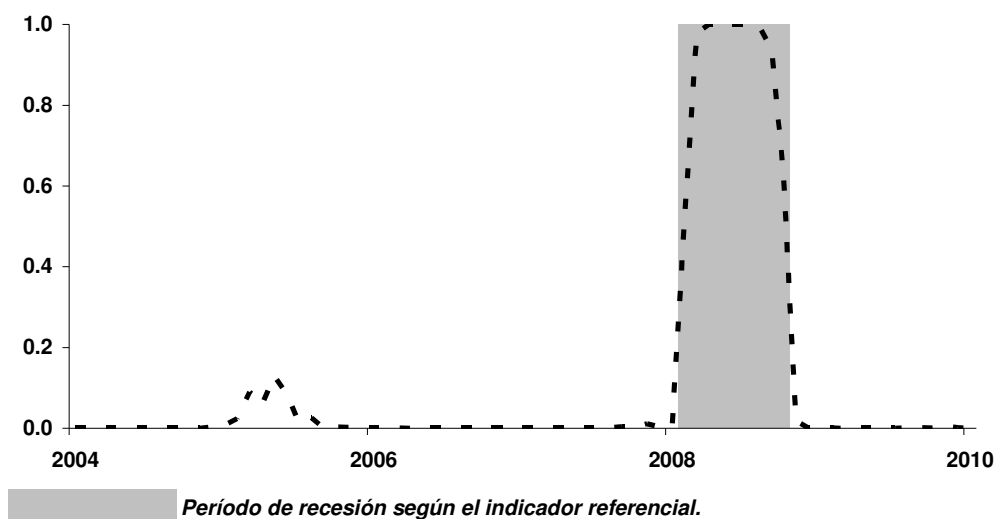


A partir del Gráfico 14 se observa que el indicador óptimo del período 2004-2010 muestra una mejor capacidad de detección de recesiones en comparación con el *IR* óptimo del período 1996-2010, debido principalmente a la presencia de variables basadas en encuestas en el primero. Si bien ambas series empiezan a aumentar a partir de setiembre de 2008, la señal de recesión enviada por el *IR* del período 2004-2010 que incorpora encuestas empresariales es mucho más clara que el indicador calculado en el período 1996-2010. Con ello, se elegirá al *IR* del período 2004-2010 como *IR* óptimo final.

#### 4.5 Pruebas de detección en tiempo real

Se ha demostrado que el *IR* conformado por las ventas de la manufactura y comercio de EEUU, las RIN y el índice de actividad económica muestra la mejor capacidad de detección de recesiones en términos históricos. Sin embargo, ¿tendrá la misma capacidad para la detección de recesiones en tiempo real? Para responder esta pregunta, se llevará a cabo una prueba de la capacidad de detección de recesiones del *IR* óptimo al inicio de un período recesivo, en particular, durante la crisis financiera internacional de 2008-2009. Con ello, podremos responder la siguiente pregunta: ¿si es que el indicador hubiese sido usado ad portas del estallido de la crisis financiera internacional, habríamos podido detectar la recesión en la economía peruana a tiempo?. Para ello, cabe mencionar que la metodología de construcción planteada para el *IR* soluciona un problema potencial en el análisis en tiempo real, es decir la agregación de las variables basados en la distancia del último dato disponible respecto del mes en curso. Sin embargo, un problema aún no solucionado es que el *IR* final debe calcularse en base a la información disponible en cada momento del tiempo. Para superar este problema, se construirá el *IR* en base a las probabilidades filtradas ( $PF_t$ ) de cada variable, con lo que se asegura que la estimación de las probabilidades de recesión toman en cuenta la información disponible en cada momento del tiempo<sup>15</sup>.

Gráfico 15: Probabilidades del índice óptimo en tiempo real



<sup>15</sup> Para la construcción del *IR* en tiempo real se usaron las ponderaciones fijas del período 2004-2010, pues el uso de ponderaciones cambiantes no altera significativamente los resultados.

La prueba en tiempo real del *IR* final seleccionado muestra que este indicador cruzó la barrera de 0,5 indicando recesión en octubre del año 2008, solo un mes después de la quiebra del banco de inversión Lehman Brothers que fue el evento que marcó el inicio de la crisis financiera internacional. Las sucesivas actualizaciones del cálculo del *IR* final muestran que se hubiera podido determinar que la economía peruana se encontró en recesión hasta junio de 2009, cuando el *IR* final se ubicó por debajo del umbral de 0,5. Además, cabe resaltar la firmeza en la señal de recesión de las actualizaciones sucesivas del *IR*, lo que reduce la posibilidad de ocurrencia de alarmas de recesión que puedan ser desmentidas por actualizaciones posteriores. Esta estabilidad en la señal de recesión estaría relacionada a las propiedades de los modelos del tipo de Markov-switching, que tienden a modelar satisfactoriamente series muy persistentes y con “colas anchas”, en línea con lo encontrado por Bellone y Saint Martin (2003).

En general, se observa que aunque el *IR* final propuesto ha sido elaborado con información que abarca un período de 7 años y considera solo un período recesivo, muestra gran rapidez y confiabilidad en la detección de recesiones en tiempo real. Además, la heterogeneidad en la composición del índice le permitiría detectar a futuro recesiones causadas por distintas fuentes, ya sea una crisis internacional, una crisis política e incluso factores climáticos. Por ello, representa una herramienta útil para hacedores de política y empresas con el fin de obtener información cualitativa del ciclo económico en tiempo real que complemente el uso de indicadores líderes.

## **5. CONCLUSIONES**

Determinar la ocurrencia del inicio de una recesión o de una recuperación resulta útil tanto para hacedores de política como para el sector empresarial. A los primeros, les permite adoptar políticas de estímulo a la economía en caso de recesión, o de retiro de las mismas en caso de recuperación económica. A los segundos, les permite adaptar sus estrategias a tiempo para minimizar pérdidas ante caídas súbitas de la demanda en una recesión, o para incrementar las ganancias ante una inminente recuperación de la economía.

En ese sentido, un indicador probabilístico de recesión cumple enteramente el objetivo descrito líneas arriba, pues brinda información cualitativa sobre el ciclo económico que complementa a la información cuantitativa obtenida de los indicadores líderes. Por ello, en



el presente trabajo se ha buscado construir un índice probabilístico mensual de detección de recesiones para la economía peruana. Este indicador se construyó en base a un modelo no lineal del tipo Markov-switching (MS), el cual no ha sido utilizado previamente para el análisis de corto plazo del ciclo económico peruano. En la construcción de este índice, se evaluó la capacidad para detectar recesiones que poseen variables extraídas de encuestas a familias y empresas peruanas y de variables reales y financieras internacionales. Estas series presentan información potencialmente valiosa para la detección de puntos de inflexión en la actividad económica, pero han sido poco explotadas por la literatura empírica aplicada a la economía peruana. Asimismo, se utilizaron metodologías para combinar de una manera óptima la información de las distintas variables analizadas. Finalmente, se aplicó una metodología para determinar el número mínimo óptimo de variables para la construcción del indicador y pruebas para evaluar la confiabilidad de su capacidad de detección de recesiones en tiempo real.

Se encuentra que índices elaborados en base a combinaciones de variables muy informativas presentan una mejora en capacidad de detección de recesiones respecto de índices univariados. Esto debido a que la combinación de variables no solo refleja la noción de co-movimiento de las mismas en el ciclo económico, sino también permite “suavizar” los choques idiosincrásicos que afectan a cada serie, reduciendo así las falsas alarmas. Además, se verifica que la incorporación de variables internacionales así como de encuestas mejora sustancialmente la capacidad de detección de recesiones del índice probabilístico. Así, luego de comparar la capacidad de detección de recesiones utilizando distintas metodologías de agregación de las variables para los períodos 1994-2010 y 2004-2010 en base a la disponibilidad de las mismas, el índice final encontrado se compone de tres variables: las ventas de la manufactura y comercio en EEUU, las RIN y el índice de actividad económica. A pesar de haber sido elaborado con información que abarca solo 7 años, este índice final detecta rápidamente y con elevada confiabilidad el período de recesión reciente experimentados por la economía peruana asociado a la crisis internacional, incluso en tiempo real. Además, el indicador está conformado por variables de distinta naturaleza que podrían capturar recesiones en la economía peruana generadas por distintas causas. Por ejemplo, el indicador de ventas de la manufactura y comercio de Estados Unidos podría servir para capturar el efecto de un externo; las RIN permitirían capturar un choque externo, así como eventos de incertidumbre política; adicionalmente, el indicador de actividad económica, al contener información de empresas del sector pesquero y agrícola, permitiría capturar el impacto de choques climáticos. Por

ello, el índice final representa una herramienta potencialmente útil para hacedores de política y empresas con el fin de obtener información cualitativa del ciclo económico en el día a día que complemente el uso de indicadores líderes.

## REFERENCIAS

Anas, Jaques y Laurent Ferrara

2002 "Detecting Cyclical Turning Points: The ABCD Approach and Two Probabilistic Indicators", CIRET, 26° Conferencia Taipei Octubre 2002.

Auerbach, Alan

1982 "The Index of Leading Indicators: Measurement without Theory Thirty-five Years Later", *The Review of Economics and Statistics* **644**, 589-595.

Barclays Capital

2009 "A Real Stress Test", Documento de investigación del 27 de febrero de 2009.

Bardaji, Jose, Laurent Clavel y Frederic Tallet

2009 "Constructing a Markov Switching Turning Point Index Using Mixed Frequencies with an Application to French Business Survey Data", *Journal of Business Cycle Measurement and Analysis* **2009/2**, 111-132.

Bellone, Benoit y David Saint-Martin

2003 "Detecting Turning Points with Many Predictors through Hidden Markov Models", Working paper, Séminaire Fourgeaud, 3 de diciembre de 2003.

Brier, Glenn

1950 "Verification of Forecasts Expressed in Terms of Probability", *Monthly Weather Review* **75**, 1-3.

Brookmire, James

1913 "Methods of Business Forecasting based on Fundamental Statistics." *The American Economic Review*, **31**, pp. 43-58. American Economic Association.

Burns, Arthur y Wesley Mitchell

1946 "Measuring Business Cycles." NBER, Columbia.

Camacho, Máximo, Gabriel Perez-Quiroz y Pilar Poncela

2010 "Green Shoots in the Euro Area. A Real Time Measure", Banco de España.

Carnot, Nicolas y Vruno Tissot

2002 "La Prévision Economique" *Economica*, pp. 120-128.

Castellares, Renzo

2009 "Indicadores Líderes para el Perú", BCRP, XVII Encuentro de Economistas

Chauvet, Marcelle

1998 "An Econometric Characterization of Business Cycle Dynamics with Factor Structure and Regime Switching", *International Economic Review*, **39**, pp. 969-996.

Chauvet, Marcelle y James Hamilton

2004 "Dating Business Cycles in Real Time", Mimeo, University of California, Riverside.

Chow, Hwee y Kuan Choy

2009 "Analyzing and Forecasting Business Cycles in a Small Open Economy: A Dynamic Factor Model for Singapore" Documento de Trabajo de la Universidad de Negocios de Singapur 05-2009.

Croux, Christophe, Mario Forni y Lucrezia Reichlin

2001 "A Real Time Dataset for Macroeconomists: Does the Dataset Vintage matters?" *The Review of Economics and Statistics*, **83**, 605-617.

Diebold, Francis y Glenn Rudebusch

1996 "Measuring Business Cycles: A Modern Perspective", *The Review of Economics and Statistics*, pp- 67-77.

Escobal, Javier y Marco Castillo

1993 "Un indicador del nivel de actividad de la economía peruana en base a un modelo dinámico de variables latentes", GRADE, Notas para el Debate N°7.

Escobal, Javier y Javier Torres

2002 "Un Sistema de Indicadores Líderes del Nivel de Actividad para la Economía Peruana", GRADE, Documento de Trabajo N° 39.

Etter, Richard y Michael Graff

2011 "A Composite Leading Indicator for the Peruvian economy based on the BCRP's monthly business tendency surveys", Banco Central de Reserva del Perú, Documento de Trabajo N° 06.

Hamilton, James

1989 "A New Approach to the Economic Analysis of Non-stationary Time Series and the Business Cycle", *Econometrica* **57**, 357-384.

Jevons, William

1878. "Commercial Crises and Sun-Spots", *Nature*.

Kapsoli, Javier y Brigitte Bencich

2002 "Indicadores Líderes, Redes Neuronales y Predicción de Corto Plazo", CISEPA, Documento de Trabajo N° 213.

Kim, Myung-Jig y Ji-Sung Yoo

1995 "New Index of Coincident Indicators: a Multivariate Markov Switching Factor Model Approach", *Journal of Monetary Economics*, **36**, pp. 607-630.

Krolzig, Hans-Martin

1997 "Markov-Switching Vector Autoregressions. Statistical Inference and Application to Business Cycle Analysis", *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* **454**.

Morón, Eduardo, Carlos Casas y Luis Carranza

2002 "Indicadores Líderes para la Economía Peruana", Universidad del Pacífico, Documento de Trabajo N° 49.

Neftci, Salih

1982 "Optimal predictions of cyclical downturns", *Journal of Economic Dynamics and Control* **4**, 307-327.

Ochoa, Enrique y Jorge Lladó

2002 "Modelos de Indicadores Líderes de Actividad Económica para el Perú", BCRP, *Estudios Económicos* **10**.

Persons, Warren

1919 "Construction of a Business Barometer Based upon Annual Data." *The American Economic Review*, **6(4)**, pp. 739-769, American Economic Association

Rodríguez, Gabriel

2007 "Application of three alternatives approaches to identify Business cycles in Peru", BCRP, Documento de Trabajo N° 2007-007.

Schumpeter, Joseph

1939 "Business Cycles, a Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process." Harvard University.

Gatty, Andrés y Bruno Seminario

2010 "Las Lenguas Contables del Siglo XX: Medida y Crisis", disponible en <http://sites.google.com/site/lbseminario/lenguas-contables>.

Stock, J., y Watson, M.

1989 "New Indexes of Coincident and Leading Economic Indicators", *NBER Macroeconomics Annual* **4**, 351-394.

Stock, James y Mark Watson

2003 "Forecasting Output and Inflation: The Role of Asset Prices", Documento de Trabajo del NBER N° 8180, 2001, revisado en enero de 2003.

Swanson, Norman y Halbert White

1997 "A Model Selection Approach to Real-Time Macroeconomic Forecasting Using Linear Models and Artificial Neural Networks", *The Review of Economics and Statistics* **79(4)**, 540-550.

The Conference Board

2001 "Business Cycles Indicators Handbook".

Zarnowitz, Victor y Charlotte Boschan

1975 "Cyclical Indicators: An Evaluation and New Leading Indexes," U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis, Business Conditions Digest (May).

# ANEXOS

## Cuadro 1: Base de datos inicial 1/

	Unidades	Fecha inicio	Fuente	Log.	Ajuste estacional	Días laborables
<b>Indicadores reales locales</b>						
Ahorro en cuenta corriente del Gobierno Central	S/. Millones	ene-94	BCRP	si	si	si
Consumo de agua de Lima y Callao	Miles de m <sup>3</sup>	ene-94	INEI	si	si	si
Crédito del sistema bancario al sector privado	S/. Millones	ene-94	BCRP	si	si	si
Crédito total/liquidez del sistema bancario	%	ene-94	BCRP	si	si	si
Dinero	S/. Millones	ene-94	BCRP	si	si	si
Exportaciones pesqueras tradicionales	US\$ Millones	ene-94	BCRP	si	si	no
Gastos corrientes no financieros del Gobierno Central	S/. Millones	ene-94	BCRP	si	si	si
Gastos de capital del Gobierno Central	S/. Millones	ene-94	BCRP	si	si	si
Gastos no financieros del Gobierno Central	S/. Millones	ene-94	BCRP	si	si	si
Importaciones de bienes intermedios	US\$ Millones	ene-94	SUNAT	si	si	no
Impuesto general a la ventas interno	S/. Millones	ene-94	SUNAT	si	si	si
Impuesto general a las ventas	S/. Millones	ene-94	SUNAT	si	si	si
Índice de precios al por mayor de maquinarias y equipo	Índice 1994=100	ene-94	INEI	si	si	no
Índice de precios al por mayor de productos nacionales	Índice 1994=100	ene-94	INEI	si	si	no
Índice de volumen físico de bienes intermedios	Índice 1994=100	ene-94	INEI	si	si	si
Índice de volumen físico de la industria manufacturera diversa	Índice 1994=100	ene-94	INEI	si	si	si
IPC de transporte y comunicaciones	Índice 2009=100	ene-94	INEI	si	si	no
PBI del sector construcción	Índice 1994=100	ene-94	INEI	si	si	si
PBI del sector pesca	Índice 1994=100	ene-94	INEI	si	si	si
PBI primario	Índice 1994=100	ene-94	INEI	si	si	si
Producción de electricidad	Gigawatts/hora	ene-94	COES-SINAC	si	si	si
Recaudación de Aduanas por impuesto selectivo al consumo	US\$ Millones	ene-94	INEI	si	si	si
Términos de intercambio	Índice 2001=100	ene-94	BCRP	si	si	no
Valor bruto de producción de productos químicos, cauchos y plásticos	Índice 1994=100	ene-94	INEI	si	si	si
Venta interna de petróleo y Diesel	Miles de barriles	ene-94	INEI	si	si	si
<b>Indicadores financieros locales</b>						
Reservas internacionales netas del sistema bancario	US\$ Millones	ene-94	BCRP	si	si	no
Riesgo país	Puntos básicos	ene-98	Bloomberg	no	no	no
Tasa activa en moneda extranjera hasta 360 días	%	ene-94	SBS	no	no	no
Tasa de encaje efectivo en moneda extranjera	%	mar-94	BCRP	si	si	no
Tasa de encaje efectivo en moneda nacional	%	feb-94	BCRP	si	si	no
Tasa del saldo de certificados de depósitos del BCRP	%	ene-94	BCRP	no	no	no
<b>Expectativas empresariales</b>						
Índice de actividad económica	Índice de difusión	ene-04	BCRP	no	no	no
Índice de confianza empresarial	Índice de difusión	abr-02	BCRP	no	no	no
Índice de expectativas del sector en los próximos 3 meses	Índice de difusión	abr-02	BCRP	no	no	no
Índice de inventarios	Índice de difusión	ene-04	BCRP	no	no	no
Índice de órdenes de compra	Índice de difusión	ene-04	BCRP	no	no	no
Índice de ventas	Índice de difusión	ene-04	BCRP	no	no	no
<b>Expectativas de los consumidores</b>						
Índice de confianza del consumidor	Índice de difusión	may-03	APOYO Consultoría	si	no	no
Índice de confianza del consumidor familia	Índice de difusión	may-03	APOYO Consultoría	si	no	no
Índice de confianza del consumidor futuro	Índice de difusión	may-03	APOYO Consultoría	si	no	no
Índice de confianza del consumidor país	Índice de difusión	may-03	APOYO Consultoría	si	no	no
Índice de confianza del consumidor precios	Índice de difusión	may-03	APOYO Consultoría	si	no	no
Índice de confianza del consumidor presente	Índice de difusión	may-03	APOYO Consultoría	si	no	no
Índice de confianza del consumidor trabajo	Índice de difusión	may-03	APOYO Consultoría	si	no	no
Índice de confianza del consumidor vivienda	Índice de difusión	may-03	APOYO Consultoría	si	no	no
<b>Indicadores reales internacionales</b>						
Asia: indicador líder de las 5 economías más grandes	Índice	ene-94	OECD	no	no	no
China: indicador líder	2009=100	ene-94	OECD	no	no	no
China: Ventas retail de bienes de consumo	Yen Cientos de Millones	ene-94	National Bureau of Statistics of China	si	si	no
EEUU: indicador líder	Índice	ene-94	OECD	no	no	no
EEUU: Índice de anuncios de empleo	Índice de difusión	ene-94	The Conference Board	si	si	no
EEUU: Índice de confianza del consumidor (situación presente)	Índice de difusión	ene-94	The Conference Board	si	si	si
EEUU: Tasa de desempleo	%	ene-94	Bureau of Labor Statistics	si	si	no
EEUU: Ventas de la manufactura y comercio	US\$ del 2005	ene-94	Bureau of Economic Analysis	si	si	no
Europa: Clima de negocios alemán.	2000=100	ene-94	IFO	no	no	no
Europa: Exportaciones extra-Eurozona	Euros Millones	ene-94	Eurostat	si	si	no
Europa: indicador líder (EU 17)	Índice	ene-94	OECD	no	no	no
Europa: Índice de nuevas órdenes en la manufactura	Índice de difusión	ene-94	CEIC	si	si	no
Europa: índice de producción industrial (EU 16, excl. Construcción)	Índice	ene-94	Eurostat	no	no	no
Europa: índice de producción industrial (EU 27, excl. Construcción)	Índice	ene-94	Eurostat	no	no	no
Europa: índice de sentimiento económico (EU 16)	Índice	ene-94	Eurostat	no	no	no
Europa: índice de sentimiento económico (EU 27)	Índice	ene-94	Eurostat	no	no	no
Europa: índice de ventas retail (EU 16)	Índice	ene-94	Eurostat	si	no	no
Europa: índice de ventas retail (EU 27)	Índice	ene-94	Eurostat	si	no	no
G7: indicador líder	Índice	ene-94	OECD	no	no	no
NAFTA: indicador líder	Índice	ene-94	OECD	no	no	no
OECD: indicador líder (Europa)	Índice	ene-94	OECD	no	no	no
OECD: indicador líder (más 6 economías no miembros más grandes)	Índice	ene-94	OECD	no	no	no
OECD: indicador líder (total)	Índice	ene-94	OECD	no	no	no
<b>Indicadores internacionales de tensiones financieras</b>						
Dow Jones	Índice	ene-94	CEIC	no	no	no
Índice VIX	Índice	ene-94	CBOE	no	no	no
OIS-Libor spread	%	ene-94	Bloomberg	no	no	no
Riesgo país - Latinoamérica	Puntos básicos	ene-98	Bloomberg	no	no	no
TED spread	%	ene-94	CEIC	no	no	no
Tipo de cambio yen-dólar	yen por US\$	ene-94	CEIC	no	no	no

1/ Las variables financieras y reales locales fueron tomadas de Escobal y Torres (2002), Kapsoli y Bencich (2002), Morón y otros (2002) y Ochoa y Lladó (2002). Las variables financieras internacionales fueron tomadas de Barclays (2009). Las variables reales internacionales fueron tomadas de Anas y Ferrara (2002), Bellone y Saint Martin (2003) y Camacho y otros (2010).

Cuadro 2: Criterios de selección de variables candidatas iniciales

	Coherencia espectral	Rezago en media	Correlación máxima 2/	Período de correlación máxima 3/	Clasificación
<b>Indicadores reales locales</b>					
Ahorro en cuenta corriente del Gobierno Central	0.26	-0.01	0.51	0	Coincidente
Consumo de agua de Lima y Callao	0.13	0.11	0.56	5	Adelantada
Crédito del sistema bancario al sector privado	0.00	-0.92	0.39	-8	Rezagada
Crédito total/liquidez del sistema bancario	0.16	-22.05	0.48	3	Adelantada
Dinero	0.39	0.00	0.63	0	Coincidente
Exportaciones pesqueras tradicionales	0.09	0.01	0.29	0	Coincidente
Gastos corrientes no financieros del Gobierno Central	0.17	-0.05	0.51	1	Coincidente
Gastos de capital del Gobierno Central	0.52	0.02	0.32	-8	Coincidente
Gastos financieros del Gobierno Central	0.26	-0.03	0.49	1	Adelantada
Importaciones de bienes intermedios	0.38	0.01	0.62	0	Coincidente
Impuesto general a las ventas interno	0.08	-0.13	0.57	0	Coincidente
Impuesto general a las ventas	0.01	-0.67	0.85	-1	Rezagada 4/
Índice de precios al por mayor de maquinarias y equipo	0.03	22.12	0.18	-1	No relacionado
Índice de precios al por mayor de productos nacionales	0.01	-0.39	0.61	10	Coincidente
Índice de valor físico de bienes intermedios	0.51	-0.01	0.72	0	Coincidente
Índice de valor físico de la industria manufacturera diversa	0.05	0.06	0.29	6	Adelantada
IPC de transporte y comunicaciones	0.01	-0.10	0.23	8	Rezagada
PBI del sector construcción	0.59	0.01	0.77	0	Coincidente
PBI del sector pesca	0.03	22.06	0.32	-8	No relacionado
PBI primario	0.11	0.03	0.34	1	Adelantada
Producción de electricidad	0.17	-0.01	0.41	0	Coincidente
Recaudación de Aduanas por impuesto selectivo al consumo	0.03	0.12	0.12	0	---
Términos de intercambio	0.06	0.13	0.38	5	Adelantada
Valor bruto de producción de productos químicos, cauchos y plásticos	0.48	0.05	0.76	2	Adelantada
Venta interna de petróleo y Diesel	0.02	-0.03	0.46	-1	Rezagada
<b>Indicadores financieros locales</b>					
Reservas internacionales netas del sistema bancario	0.03	-0.07	0.71	0	Coincidente
Riesgo país	0.21	-22.07	0.52	2	Adelantada
Tasa activa en moneda extranjera hasta 360 días	0.18	-22.07	0.47	2	Adelantada
Tasa de encaje efectivo en moneda extranjera	0.02	0.19	0.32	4	No relacionado
Tasa de encaje efectivo en moneda nacional	0.05	0.12	0.23	-8	No relacionado
Tasa del saldo de certificados de depósitos del BCRP	0.05	-21.99	0.45	5	Adelantada
<b>Expectativas empresariales</b>					
Índice de actividad económica	0.23	0.13	0.68	3	Adelantada
Índice de confianza empresarial	0.15	0.17	0.70	4	Adelantada
Índice de expectativas del sector en los próximos 3 meses	0.22	0.15	0.60	0	Adelantada
Índice de inventarios	0.41	0.05	0.68	2	Adelantada
Índice de órdenes de compra	0.24	0.12	0.69	4	Adelantada
Índice de ventas	0.15	0.14	0.60	4	Adelantada
<b>Expectativas de los consumidores</b>					
Índice de confianza del consumidor	0.01	21.82	0.42	-8	Adelantada
Índice de confianza del consumidor familia	0.01	21.72	0.45	-8	Adelantada
Índice de confianza del consumidor futuro	0.01	21.91	0.42	-8	Adelantada
Índice de confianza del consumidor país	0.00	21.35	0.43	-8	Adelantada
Índice de confianza del consumidor precios	0.10	22.10	0.33	-1	Adelantada
Índice de confianza del consumidor presente	0.00	21.56	0.42	-8	Adelantada
Índice de confianza del consumidor trabajo	0.01	0.25	0.37	-8	Adelantada
Índice de confianza del consumidor vivienda	0.01	21.77	0.43	-8	Adelantada
<b>Indicadores reales internacionales</b>					
Asia: indicador líder de las 5 economías más grandes	0.00	-18.99	0.55	2	Adelantada
China: indicador líder	0.00	0.89	0.52	8	Adelantada
China: Ventas retail de bienes de consumo	0.01	-21.95	0.47	0	Coincidente
EEUU: indicador líder	0.04	-0.24	0.27	1	Adelantada
EEUU: Índice de anuncios de empleo	0.55	0.03	0.32	0	No relacionado
EEUU: Índice de confianza del consumidor (situación presente)	0.00	0.32	0.32	-8	No relacionado
EEUU: Tasa de desempleo	0.00	-22.05	0.18	-8	No relacionado
EEUU: Ventas de la manufactura y comercio	0.15	0.04	0.40	1	Adelantada
Europa: Clima de negocios alemán.	0.04	0.11	0.29	-8	Adelantada
Europa: Exportaciones extra-Eurozona	0.11	0.02	0.33	0	Coincidente
Europa: indicador líder (EU 17)	0.13	0.03	0.37	1	Adelantada
Europa: Índice de nuevas órdenes en la manufactura	0.11	0.04	0.36	2	Adelantada
Europa: índice de producción industrial (EU 16, excl. Construcción)	0.14	0.03	0.38	1	Adelantada
Europa: índice de producción industrial (EU 27, excl. Construcción)	0.14	0.03	0.38	1	Adelantada
Europa: índice de sentimiento económico (EU 16)	0.03	0.13	0.35	-8	Adelantada
Europa: índice de sentimiento económico (EU 27)	0.05	0.13	0.32	-8	Adelantada
Europa: índice de ventas retail (EU 16)	0.01	0.10	0.24	-8	No relacionado
Europa: índice de ventas retail (EU 27)	0.03	0.04	0.21	-8	No relacionado
G7: indicador líder	0.01	-0.79	0.37	1	Adelantada
NAFTA: indicador líder	0.04	-0.23	0.26	1	No relacionado
OECD: indicador líder (Europa)	0.14	0.03	0.39	1	Adelantada
OECD: indicador líder (más 6 economías no miembros más grandes)	0.18	0.05	0.46	2	Adelantada
OECD: indicador líder (total)	0.13	0.04	0.39	2	Adelantada
<b>Indicadores internacionales de tensiones financieras</b>					
Dow Jones	0.00	0.45	0.25	-8	No relacionado
Índice VIX	0.00	-0.75	0.40	-8	No relacionado
OIS-Libor spread	0.00	-19.94	0.23	8	No relacionado
Riesgo país - Latinoamérica	0.00	-19.94	0.18	-7	No relacionado
TED spread	0.00	0.43	0.26	-8	No relacionado
Tipo de cambio yen-dólar	0.01	22.06	0.17	8	Coincidente



Cuadro 3: Criterios de selección de variables candidatas iniciales

	K óptimo	Adelanto óptimo	Fecha de publicación	Adelanto usado para armar los índices	QPS usado como ponderador (1er. Per.)	QPS usado como ponderador (2do. Per.)
<b>Indicadores reales locales</b>						
Ahorro en cuenta corriente del Gobierno Central	2	0	2 meses	-2	0.0911	-
Consumo de agua de Lima y Callao	5	-3	2 meses	-2	0.1006	0.1486
Crédito total/liquidez del sistema bancario	3	10	2 meses	-2	-	-
Dinero	3	-9	2 meses	-2	0.5968	0.3242
Gastos corrientes no financieros del Gobierno Central	3	-2	2 meses	-2	0.6693	0.1342
Gastos financieros del Gobierno Central	6	-1	2 meses	-2	0.0774	0.1491
Importaciones de bienes intermedios	3	-2	1 mes	-1	0.2045	0.1027
Impuesto general a la ventas interno	6	1	1 mes	-1	0.1873	0.1493
Impuesto general a las ventas	3	-1	1 mes	-1	0.0600	0.0396
Índice de precios al por mayor de productos nacionales	3	3	0 meses	0	-	-
Índice de valor físico de bienes intermedios	6	-2	2 meses	-2	0.1002	0.1220
PBI del sector construcción	5	-2	2 meses	-2	0.1705	0.1421
Producción de electricidad	4	0	0 meses	0	0.1613	0.0743
Valor bruto de producción de productos químicos, cauchos y plásticos	6	-2	2 meses	-2	0.1681	0.0773
<b>Indicadores financieros locales</b>						
Reservas internacionales netas del sistema bancario	6	0	0 meses	0	0.1865	0.0320
Riesgo país	6	-1	0 meses	0	0.1003	0.0597
Tasa activa en moneda extranjera hasta 360 días	5	9	0 meses	0	0.2476	0.2349
Tasa del saldo de certificados de depósitos del BCRP	3	10	0 meses	0	0.1387	0.1642
<b>Expectativas empresariales</b>						
Índice de actividad económica	6	-1	0 meses	0	-	0.0073
Índice de confianza empresarial	5	-2	0 meses	0	-	0.0309
Índice de expectativas del sector en los próximos 3 meses	5	1	0 meses	0	-	0.0299
Índice de inventarios	5	1	0 meses	0	-	0.1104
Índice de órdenes de compra	4	0	0 meses	0	-	0.0518
Índice de ventas	6	0	0 meses	0	-	0.0212
<b>Expectativas de los consumidores</b>						
Índice de confianza del consumidor familia	5	0	0 meses	0	-	0.2238
<b>Indicadores reales internacionales</b>						
Asia: indicador líder de las 5 economías más grandes	3	-4	2 meses	-2	0.0715	0.0351
China: indicador líder	4	-10	2 meses	-2	0.2077	0.1172
China: Ventas retail de bienes de consumo	4	-10	1 mes	-1	0.3093	0.4156
EEUU: Ventas de la manufactura y comercio	6	-1	1 mes	-1	0.1935	0.0150
OECD: indicador líder (más 6 economías no miembros más grandes)	3	-2	2 meses	-2	0.0971	0.0499

Cuadro 4: Score Cuadrático Probabilístico de *IR*s elaborados en espacio temporal y en espacio probabilístico

	Periodo 1996-2010		Periodo 2004-2010	
	Prom. Simple	Prom. Pond.	Prom. Simple	Prom. Pond.
Espacio temporal	0,1724	0,1724	0,0370	0,0437
Espacio probabilístico	0,1175	0,1149	0,0259	0,0156