

**UN INDICADOR DE FACTORES DINÁMICOS
PARA LA EVOLUCIÓN DEL PIB A CORTO
PLAZO PARA EL ECUADOR**

UN INDICADOR DE FACTORES DINÁMICOS PARA LA EVOLUCIÓN DEL PIB A CORTO PLAZO PARA EL ECUADOR

*Emanuel Daniel Yaselga Alvarado**

Resumen:

En el caso de Ecuador, el Producto Interno Bruto (PIB) se publica con una frecuencia trimestral y con un rezago de casi tres meses respecto al período al que hace referencia. En este trabajo se construye un modelo de factores dinámicos propuesto por Stock & Watson (1991) para realizar *nowcasts* y proyecciones de corto plazo del PIB trimestral, aprovechando la información disponible en diversos indicadores parciales de actividad de frecuencia mensual siguiendo a Camacho & Pérez-Quirós (2010 y 2011). La ventaja de este índice está asociada al uso de indicadores mensuales permitiendo tener resultados oportunos para la toma de decisiones.

Palabras clave: Ciclo económico, crecimiento económico, series de tiempo, monitoreo.

Clasificación JEL: E32, C22, E27, C43

Abstract:

In the case of Ecuador, the Gross Domestic Product (GDP) is published with a quarterly frequency and with a lag of almost three months with respect to the period to which it refers. In this paper, a dynamic factor model proposed by Stock & Watson (1991) is constructed to carry out short-term forecasts and forecasts of the quarterly GDP taking advantage of the information available in various partial indicators of monthly frequency activity following Camacho & Pérez-Quirós, (2010 and 2011). The advantage of this index is associated with the use of monthly indicators, allowing timely results for decision making.

Keywords: Economic cycle, Economic growth, Time series, monitoring

JEL Classification: E32, C22, E27, C43

* Máster en Economía del Desarrollo por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso).
Funcionario del Banco Central del Ecuador. eyaselga@bce.ec

I. INTRODUCCIÓN

El monitoreo es vital para el trabajo del gobierno, los bancos y sector privado pues permite reaccionar de manera adecuada ante los ciclos económicos donde se mueve la economía. Por estos motivos, los países han desarrollado estos índices para observar la evolución de sus economías, por ejemplo, Camacho & Pérez-Quirós (2011) y Cantú, Acevedo, & Bello (2010) recogen la literatura existente en América Latina; los mismos autores además construyen indicadores para Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú utilizando metodologías diferenciadas.

Para poder monitorear la actividad económica en tiempo real, de manera oportuna, se requiere proyectarla pues la información de actividad económica mantiene un rezago en su publicación y es un insumo clave para la toma de decisiones de política económica. En el caso del Ecuador, el principal indicador de actividad, el Producto Interno Bruto (PIB), se publica con una frecuencia trimestral y con un rezago de casi tres meses respecto al período al que hace referencia. Esto constituye una limitante a la capacidad de reacción por parte de las autoridades frente a algún cambio relevante en la actividad económica debida a choques internos y externos. Por tanto, en respuesta a la necesidad de contar con una evaluación y diagnóstico de la coyuntura económica con la mayor oportunidad posible, se ha popularizado en los últimos años una extensa literatura asociada al *nowcasting*, cuyo objetivo de monitorear y efectuar mejores pronósticos de corto plazo de las principales variables macroeconómicas.

Como se mencionó el producto interno bruto (PIB) es un indicador importante para medir la actividad económica, el nivel de producción y es mundialmente utilizado para comparar con estadísticas de la región y el mundo. Sin embargo, usar el PIB como indicador de la actividad económica en los países de América Latina presenta tres problemas que no permiten realizar política económica de manera oportuna: la dimensión de la muestra, la frecuencia de la información y el retraso en las publicaciones como lo mencionan Camacho & Pérez-Quirós (2010, 2011).

El primer problema asociado a la reducida dimensión de la muestra disponible pues muchos países de la región de América Latina publican series temporales con datos que empiezan solo desde la mitad de los años noventa. Ecuador no es la excepción, pues se cuenta con datos trimestrales a partir de 2000. El segundo problema está relacionado con la frecuencia trimestral del PIB. De acuerdo a Camacho y Quirós (2010), esto reduce la capacidad de reacción de la política económica por parte de los hacedores de política y los analistas económicos cuando se presentan cambios fuertes en la economía (como lo ocurrido en el año 2009, debido a la crisis

del 2008) ya que debe esperarse tres meses el levantamiento de información para la publicación de nuevos datos, cuando el gobierno requiere implementar medidas de política activa a los diferentes sectores productivos. Además, la disponibilidad trimestral del PIB hace difícil la comparación con información mensual con indicadores de mayor frecuencia como el índice de volumen industrial, los indicadores de confianza, los elementos de la balanza comercial, las estadísticas productivas, entre otros. Sin embargo, el cálculo del PIB, por su metodología de construcción y fuentes de información, no puede recogerse ni calcularse en el corto plazo (mensualmente), por eso se crean indicadores de corto plazo. El tercer problema, el tiempo requerido para que la publicación del PIB esté disponible, lo cual se realiza hasta después de un trimestre del que se hace referencia. Esto se debe al rezago de la recepción de las fuentes de información en las diferentes industrias y el procesamiento que realiza internamente el Banco Central del Ecuador, lo cual genera retrasos en el análisis del desempeño de la economía ecuatoriana (Camacho & Pérez-Quirós, 2010, 2011).

Debido a las dificultades planteadas, la literatura ha dado herramientas para analizar las condiciones económicas de manera ágil y oportuna. Se han formulado varias soluciones que serán analizadas para plantear una propuesta adecuada para el Ecuador. Entre las soluciones se han formulado la realización de análisis económico con base a series de producción industrial en lugar del PIB (Arango & Melo, 2006). La ventaja consiste en tener series de producción que están disponibles con frecuencia mensual, pero lamentablemente solo presentan una fracción de la actividad global de muchas economías latinoamericanas al tener grados de informalidad y ser dependientes de algún recurso natural. Otras propuestas se han basado en la construcción de indicadores compuestos pero las metodologías son variadas. Autores como Aiolfi & Timmermann (2006) utilizan un modelo tradicional de factores comunes para construir un indicador mensual a partir de un número (relativamente) grande de indicadores económicos mensuales mientras que trabajos de Stock & Watson (1988, 1989, 1991, 1992), publicados por NBER, utilizan modelos probabilísticos para calcular índices coincidentes y líderes de la actividad económica. Estos indicadores permiten medir y anticipar el PIB en algunos casos pero las críticas a las metodologías asociadas a su construcción serán abordadas más adelante.

Por último, se aborda el modelo factorial dinámico propuesto por Stock & Watson (1991 y 2010) y Camacho & Pérez-Quirós (2010 y 2011). La característica más importante de estos modelos es que se construyen a partir de un número reducido de indicadores económicos para los cuales se hace el supuesto que admiten una descomposición factorial. Los modelos permiten utilizar series temporales con distinta frecuencia, en este caso mensual y trimestral. Además, permiten usar indicadores económicos con distinto tamaño de muestra, por lo que se pueden incluir los

primeros datos disponibles para cada período, incluso aunque existan indicadores que, por el retraso en su publicación, aún no se conozcan los últimos datos.

En base a la información de indicadores económicos disponibles en el Ecuador, acordes con variables utilizadas en este tipo de modelos, los cuales permiten inferir la tasa de crecimiento trimestral del PIB, pero disponible mensualmente, esta serie temporal es mucho más fácil de interpretar que un indicador común que es estimado como la suma ponderada de indicadores mensuales. Los resultados apuntan a que los modelos factoriales dinámicos resultan muy útiles tanto a la hora de construir indicadores económicos nacionales, como a la hora de predecir las tasas de crecimiento de las economías (Camacho & Pérez-Quirós, 2010, 2011).

Finalmente, hemos evaluado la capacidad predictiva de cada modelo realizando seguimiento a predicciones en tiempo real. Estas predicciones se realizan usando las series temporales disponibles a la fecha de realización de la predicción; es decir, las series no incorporan las revisiones posteriores de los datos realizados por las fuentes oficiales de información. Sin embargo, el análisis no es puramente con la información ya procesada al tiempo actual. No obstante, la forma en que se han construido las bases de datos para realizar las predicciones preserva la disponibilidad de datos a la fecha en que se realiza la previsión.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2 y 3 se presentan los modelos dinámicos factoriales, así como una propuesta metodológica para obtener el modelo para la economía ecuatoriana. En la sección 4, se muestran los principales resultados empíricos, se describe cómo se construyó el modelo factorial dinámico para el Ecuador, se presentan los indicadores seleccionados, se compara el índice con el principal indicador de actividad económica nacional y se realiza el análisis de las predicciones realizadas a tiempo real. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones del trabajo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

En base a las consideraciones hechas al PIB se han realizado múltiples aproximaciones, empezando con indicadores compuestos en trabajos empíricos realizados (Mitchell & Burns, 1938, 1946), publicados por la NBER. En la investigación se expone una lista de indicadores coincidentes, rezagados y adelantados para la determinación de los ciclos económicos de los Estados Unidos. A partir de estas propuestas, se han realizado varias contribuciones en la elaboración de los índices de alertas tempranas para los Estados Unidos y otros países.

La OCDE, por su parte, empezó a elaborar un sistema de indicadores líderes en 1970 y comenzó la publicación desde 1981. El objetivo de los indicadores líderes consiste en proporcionar señales tempranas de los puntos de inflexión y de los movimientos de los ciclos de la actividad económica de los países miembros y no miembros. En los primeros estudios se utilizaba el mismo método de la NBER de tendencia promedio pero a partir del 2008 se realizaron revisiones de la metodología y desde entonces se utilizan los métodos de Hodrick Prescott y el procedimiento de Bry y Boschan, teniendo los primeros estudios de la OECD en 1987, 1997 y 2012 (Cantú et al., 2010).

Por su parte, la literatura abordada por Stock & Watson (1988, 1989, 1992), publicada en la NBER, utilizan modelos probabilísticos para calcular índices coincidentes y líderes de la actividad económica. Esta metodología obtiene el factor común de las variables estudiadas y no utiliza ningún método de agregación para la construcción de los indicadores. En Latinoamérica algunos autores como Aiolfi & Timmermann (2006), realizan esta metodología y utilizan el modelo tradicional de factores comunes para construir un indicador mensual a partir de un número (relativamente) grande de indicadores económicos mensuales.

Sin embargo, la aplicación práctica de esta propuesta en el análisis de la economía en tiempo real no está exenta de problemas. El factor común que se extrae no permite utilizar indicadores de distinta frecuencia, tampoco permite utilizar series temporales que se publican más tarde o que no están disponibles oportunamente, por lo que el método no considera información acerca de la actividad económica de los últimos datos de algunos indicadores, pero aún faltan los datos provenientes de los indicadores que se publican con mayor retraso. Por último, al construir el factor común como media ponderada de indicadores económicos, su valor no se puede relacionar con ninguna de las variables sobre las que está construido, limitando su interpretación económica, en niveles y variaciones a lo largo del tiempo (Camacho & Pérez-Quirós, 2010, 2011).

La literatura también ha planteado mecanismos alternativos combinando elementos de estadística multidimensional con los modelos de series de tiempo estado-espacio, dando origen a los modelos de factores dinámicos (Stock & Watson, 1991). La característica más importante de estos modelos es que se construyen a partir de un número reducido de indicadores económicos para los cuales se hace el supuesto que admiten una descomposición factorial. Los modelos permiten utilizar series temporales con distinta frecuencia, en este caso mensual y trimestral. Además, permiten usar indicadores económicos con distinto tamaño de muestra, por lo que se pueden incluir los primeros datos disponibles para cada período, incluso

aunque existan indicadores, por el retraso en su publicación, y aún no se conozcan los últimos datos, como es el caso del PIB.

Camacho & Pérez-Quirós (2010) construyen un modelo factorial dinámico para países de la zona euro. En esta línea, posteriormente, Camacho & Pérez-Quirós (2011) también construyen indicadores de la evolución económica para seis países de América Latina: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y el Perú. En los dos casos utilizan la información disponible en los indicadores económicos nacionales. Los modelos permiten inferir la tasa de crecimiento trimestral del PIB pero disponible mensualmente. Para facilitar la comunicación de resultados en tiempo real, esta serie temporal es mucho más fácil de interpretar que un indicador común que sea la suma ponderada de indicadores mensuales. Proponen un modelo para calcular las previsiones a corto plazo de la zona del euro: el crecimiento del PIB en tiempo real. Para permitir la evaluación del pronóstico, se construye un conjunto de datos en tiempo real que cambia de cada fecha de cosecha e incluye la información exacta que estaba disponible en el momento de cada pronóstico. En este contexto, proporcionamos ejemplos que muestran cómo las revisiones de datos y su disponibilidad afectan a las predicciones puntuales y a la incertidumbre de la predicción.

Estudios como el de Arango & Melo (2006), realizan análisis económico con series de producción industrial en lugar del PIB. Aunque esta propuesta cuenta con la ventaja de poder utilizar series de producción que están disponibles con frecuencia mensual, tiene el inconveniente de que la producción industrial solo representa una fracción de la actividad global de muchas economías latinoamericanas. Además, el retraso en la publicación de las series de producción industrial también limita su aplicación para el análisis económico en tiempo real.

Un estudio reciente para América Latina es el publicado por Cantú et al. (2010). En este se construyen indicadores compuestos que adelantan los puntos de giro de la actividad económica y calculan una probabilidad de cambio de fase para las economías de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú. Dicho estudio utilizó un grupo de variables de corto plazo relacionadas con el PIB de cada economía; se incluye el sector financiero, comercial y real. En el referido documento se utiliza la metodología de BEA-NBER. Como conclusión, se obtiene que los indicadores construidos por Cantú et al., serán más robustos y consistentes cuando más observaciones se tengan, como es el caso de México. La metodología utilizada es una modificación de Stock y Watson, cuyo modelo es una versión paramétrica, en la que la variable de estado es el factor común de las variables utilizadas. En el estudio se recopilaron 107 variables de todos los sectores económicos. Se escogieron las variables con base en criterios económicos y estadísticos para el período de enero

de 1980 a agosto de 2001. El índice coincidente es estable en el período de análisis, con un buen ajuste y robustez.

Para el caso ecuatoriano se revisaron cuatro investigaciones previas. La primera es el Índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC) del Banco Central del Ecuador (BCE), el cual muestra el panorama inmediato de la coyuntura económica. Para el cálculo del indicador se toman las variables de producción física del Sistema de Cuentas Nacionales; dado que este sistema reprocesa su información, el indicador tiene datos provisionales en varios años en su publicación. Al final, este indicador permite conocer la tendencia de la actividad económica. El BCE pondera las industrias de acuerdo a su aporte al PIB. Las ramas consideradas son comercio, manufactura, electricidad, construcción y obras públicas, refinación de petróleo, banano, café y cacao, pesca y caza, carnes y elaborados de pescado, cereales y panadería, transporte, servicios financieros, y servicios gubernamentales. Dichas industrias representan el 60% del PIB. El año base del IDEAC es 1993 y se utiliza el crecimiento relativo acumulado para la evolución posterior. Además, se realiza una corrección del ciclo para la estimación del indicador; el BCE publica el IDEAC con y sin ajuste cíclico (BCE, n.d.).

Otro indicador en Ecuador es el publicado mensualmente por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), conocido como Índice de Nivel de Actividad Registrada (INA-R). Este indicador utiliza las ventas mensuales de las empresas más representativas del país, las cuales son reportadas en la declaración del impuesto al valor agregado al SRI (Contribuyentes Especiales); estas empresas representan el 80% de la recaudación del IVA. El índice pondera a las empresas según su peso en la rama de actividad económica en un año de referencia (2002), según la tercera revisión de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU rev. 3). Para cada mes se utiliza el crecimiento relativo acumulado, calculado con la fórmula de Laspeyres, respecto al mes del período de referencia (cada mes del 2002). Además, el cálculo del INA-R no considera las declaraciones sustitutivas realizadas por los contribuyentes de períodos anteriores (INEC, n.d.).

Ramírez y Carrillo-Maldonado (2012) proponen una mejora al Índice de Actividad Empresarial No Petrolera (IAE-NP), el cual es calculado y publicado por el Centro de Estudios Fiscales del SRI. Este índice se basa en las ventas, compras, importaciones y exportaciones mensuales declaradas en el formulario de Impuesto al Valor Agregado del Servicio de Rentas Internas. En el documento se sigue los lineamientos de la metodología de BEA-NBER. El índice se calibró para el período 2003-2008 y considera a los sectores de industria manufacturera, construcción, comercio y servicios. Los autores proponen dicha mejora ya que la metodología

anterior¹ utiliza la técnica de componentes principales ponderados, obteniendo pesos negativos en las diferentes variables e industrias mencionadas.

Otro aporte a la literatura ecuatoriana es el trabajo de Erráez (2014), en el cual se estiman dos indicadores del ciclo de crecimiento adelantado y coincidente (ICC e ICA) económico para el Ecuador. La metodología implementada es la técnica de indicadores compuestos de la OCDE. El objetivo del trabajo es caracterizar las diferentes fases del crecimiento económico desde el primer trimestre de 1993 hasta el cuarto trimestre de 2013. Como conclusión del trabajo se manifiesta que al cuarto trimestre de 2013 el indicador adelantado se encuentra en fase de recuperación. Además, el indicador coincidente se encontraría al cuarto trimestre de 2014 en fase de desaceleración bajo esa tendencia.

En resumen, la gran parte de la literatura utiliza la metodología de la NBER o del OECD con ciertas modificaciones. Sin embargo, se observa que aún no se ha aplicado la línea de construcción de indicadores sobre la base de los factores dinámicos. Este documento aporta a esta línea de investigación en la literatura económica, empleando este tipo de metodologías para calcular un indicador para Ecuador con variables que incorporen los diferentes sectores de la economía ecuatoriana, como Erráez, 2014 y no solo con el sector empresarial (como IDEAC e INA-R del BCE y el INEC). Además, se toman en cuenta ciertos indicadores que no han sido explotados en el desarrollo de los índices para el Ecuador antes mencionados los cuales capturan las expectativas de los hogares, las empresas y otros que reflejan cómo se encuentran sectores claves de la economía ecuatoriana.

III. METODOLOGÍA

Geweke (1978), Sargent & Sims (1977) y Stock & Watson (1989) y (1991) mencionan que los modelos de factores dinámicos se han aplicado en la macroeconomía pues es una metodología muy flexible, solo requiere que las restricciones sean impuestas en la identificación de los parámetros del factor dinámico y el factor estático.

De acuerdo a Stock y Watson (1991), este tipo de modelos parte del supuesto que la dinámica de los indicadores económicos puede descomponerse en un componente común, generalmente interpretado como el ciclo económico, más un componente idiosincrático. El componente común de los indicadores económicos mantiene

¹ A pesar que la metodología anterior no muestra los pesos, se pudo acceder a los resultados de componentes principales.

un proceso autorregresivo de p retardos, notado como $AR(p)$, donde $v_t \sim N(0, \sigma_v^2)$ como se plantea a continuación.

$$f_t = \rho_1 f_{t-1} + \dots + \rho_{t-p} f_{t-p} + v_t$$

Por su parte, el proceso del componente idiosincrático considera el supuesto que todos los indicadores están disponibles con frecuencia mensual en el período de análisis. En este caso, la dinámica de estas series establece que las tasas de los indicadores mensuales y_t^i admiten una descomposición factorial como suma del componente común, f_t y un componente idiosincrático u_t^i , que en este caso evoluciona como un $AR(q)$ donde $\varepsilon_t^i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ y $i = 1, 2, \dots, k$.

$$y_t^i = \beta_i f_t + u_t^i$$

$$u_t^i = d_1^i u_t^i + \dots + d_{t-q}^i u_{t-q}^i + \varepsilon_t^i$$

La variable y_t^i representa la tasa de crecimiento de la variable i compuesto por las observaciones del mes t para los k indicadores. Para acabar de definir los supuestos estadísticos del modelo, finalmente se plantea que v_t y ε_t^i no están correlacionados ni en la dimensión temporal ni en el corte transversal. De acuerdo al planteamiento metodológico se plantea que todos los indicadores están disponibles con frecuencia mensual. Por su parte, una de las variables de interés para construir el indicador de crecimiento económico es el PIB, el cual para el país cuenta con una periodicidad trimestral. En este sentido, se ha realizado una mensualización del PIB mediante el método Denton, utilizando al Índice de Actividad Empresarial no Petrolera (IAE-NP) como variable auxiliar. El hecho de su mensualización presenta resultados consistentes y robustos. El planteamiento metodológico también considera que todos los indicadores estén disponibles a la fecha actual del indicador con menos retraso en su publicación. Este es un supuesto teórico no realista en la práctica para calcular predicción en tiempo real.

Stock y Watson (1991) estiman un indicador de actividad para Estados Unidos para lo cual incluyeron indicadores tales como: la producción industrial por el lado de la demanda, las ventas por el lado de la oferta, la renta disponible por el lado de la renta y empleo. Posteriormente Stock y Watson ampliaron el modelo con el PIB, las expectativas, las exportaciones y las importaciones no petroleras.

Arango & Melo (2006), estiman una primera aproximación del modelo de factores dinámicos para América Latina con algunos indicadores de actividad y variables que reflejen la actividad económica. Camacho & Pérez-Quirós (2010)

añadieron el PIB a estas variables para América Latina, además de otros indicadores que reflejan las expectativas de productores y consumidores.

En el Ecuador, muchas series presentan algunos problemas que dificultan su uso de manera oportuna. En algunos casos, los indicadores económicos no poseen series antes del 2007, lo que implica desprenderse de información para los indicadores que cuenten con series más largas. En otros casos, el rezago en la publicación de ciertos indicadores es largo como para utilizarlos para realizar análisis de predicción a corto plazo en tiempo real, es decir, depende de la oportunidad que se requiera en la estimación. Por estos motivos, en este trabajo se han incluido algunos indicadores adicionales a través de un examen de un conjunto de indicadores atendiendo tres criterios.

Para la selección de los indicadores en el modelo de factores dinámicos se han considerado estos criterios de selección. El primero es la disponibilidad de información, esto es incluir solo aquellos indicadores con observaciones para al menos un cuarto del total de la muestra. Es decir si existe algún indicador relativamente nuevo no se lo tomaría en cuenta para el modelo. El segundo criterio ha sido tomar en cuenta la significatividad de los factores del modelo, pues estos miden el grado de correlación dinámica entre el componente común y cada uno de los indicadores económicos. Teniendo en cuenta que la intención última del modelo es conseguir predicciones del PIB. El tercer criterio para incluir indicadores económicos adicionales se ha basado en el ajuste del modelo, lo que significa que los indicadores que no aporten a una reducción significativa en la proporción de la varianza del PIB explicada por el componente común, quedan fuera de la estimación. Para desarrollar el modelo factorial dinámico de la economía ecuatoriana y siguiendo la metodología propuesta, se inició el análisis con un conjunto relativamente pequeño de indicadores tomando en cuenta el conjunto de indicadores similares a los utilizados por Stock y Watson (1991), Camacho y Pérez-Quirós (2010 y 2011), quienes añadieron el PIB al conjunto de variables. No obstante, se incorporaron variables importantes que reflejan el comportamiento de la economía ecuatoriana e indicadores disponibles para el Ecuador que fueron seleccionados para otras economías en América Latina. Las variables recopiladas tienen periodicidad mensual, disponibilidad de información entre 2007 y 2016 y, además, son publicadas oportunamente (máximo con retardo de un mes y medio).

IV. RESULTADOS

Esta sección muestra los principales resultados de aplicar el modelo factorial dinámico para el Ecuador. Para este fin se realiza una revisión de los datos y las características específicas de la estimación del modelo. Posteriormente, se realiza

un ejercicio de simulación con el fin de analizar la capacidad predictiva del modelo frente al valor observado del PIB ajustado por estacionalidad. En la construcción del modelo para el Ecuador se sigue la metodología de Stock & Watson (1991), la cual considera un conjunto pequeño de indicadores para el análisis con la adición del PIB mensual. El modelo va incorporando una serie de controles para mejorar la bondad y ajuste del modelo. De esta manera, se agregan variables que miden las expectativas por parte de la oferta y la demanda, posteriormente se incorpora indicadores específicos para el Ecuador por la importancia del sector petrolero, manufacturero y comercial en la economía. La tabla siguiente resume el conjunto de información que se utilizó en las especificaciones realizadas para el Ecuador. En el presente estudio, se ha considerado variables que provienen de la revisión de la literatura de este tipo de modelos para realizar predicciones en tiempo real, variables de importancia para el caso ecuatoriano y los criterios de selección del modelo dejando como resultado las siguientes variables como significativas:

Tabla 1. Indicadores económicos utilizados para construir el Índice de Crecimiento del PIB

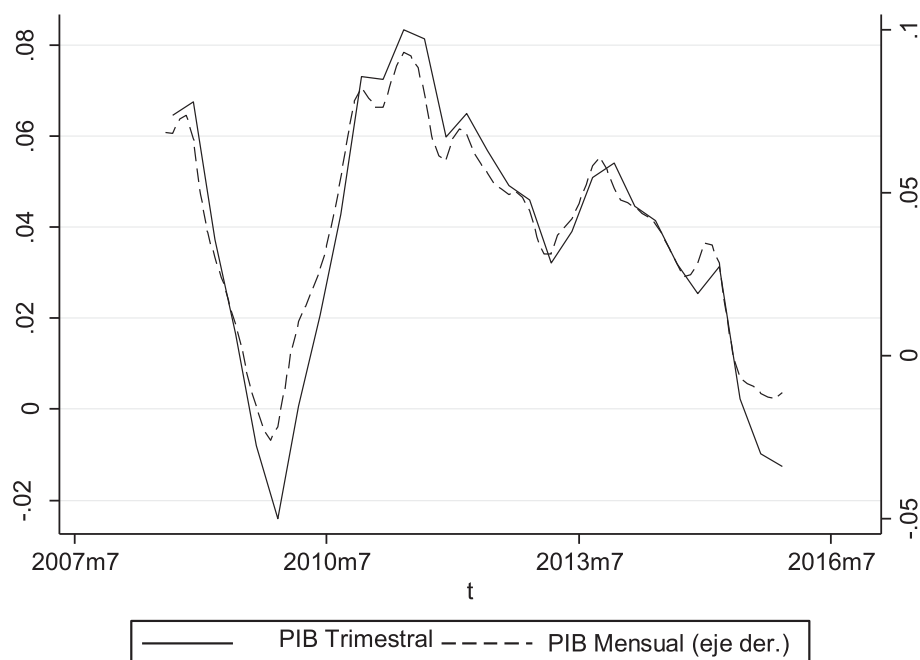
Indicadores	Transformación	Fuente
Importaciones no petroleras	Tasas de crecimiento t/t-1	BCE
Oferta Monetaria (M1)	Tasas de crecimiento t/t-1	BCE
Salario diario	Tasas de crecimiento t/t-1	INEC
Tasa ocupación	Tasas de crecimiento t/t-1	INEC
Consumo eléctrico total (Gw/h)	Tasas de crecimiento t/t-1	ARCONEL
Indicador de expectativas del consumidor	Nivel	BCE
Índice de confianza del consumidor situación presente	Nivel	BCE
Índice de producción industrial	Nivel	INEC
Índice de confianza empresarial	Nivel	Nivel
Precio del crudo nacional (USD/barril)	Tasas de crecimiento t/t-1	BCE
Producción del crudo (miles de barriles)	Tasas de crecimiento t/t-1	BCE
Producto interno bruto mensual ²	Tasas de crecimiento t/t-1	Estimación

Fuente: BCE, INEC, ARCONEL, SRI.

² Como se indicó se mensualizó el PIB trimestral del BCE mediante el IAE-NP del SRI.

Puesto que los modelos incorporan variables de frecuencia mensual, se realiza una mensualización del PIB para guardar una coherencia con la periodicidad de las variables. Para ello se utiliza una metodología que permite estimar un producto interno bruto mensual con base en técnicas de interpolación, utilizando un indicador que se relacione con la variable del PIB, pero que posea una mayor frecuencia, en este caso se utiliza el IDEAC (Bloem, Dippelsman, & Maehle, 2001). Se trabaja en tasas de variación con diferencias anuales ($t/t-12$) para eliminar la estacionalidad que muestran las variables analizadas y así explicar su relación con la tasa de variación interanual del PIB mensual.

Gráfico 1. Tasa de variación interanual del PIB
Datos observados e interpolados



Elaboración: Autor.

El Gráfico 1 compara la tasa de crecimiento del PIB trimestral del Ecuador y el valor interpolado (PIB mensual) mediante la metodología Denton³ para la construcción del indicador de crecimiento económico. Se observa que las tasas de crecimiento interanuales recogen las tendencias y ciclos observados.

³ Ver en detalle (Bloem et al., 2001).

Los indicadores que se han considerado en el modelo de partida siguen en la línea propuesta por Stock & Watson (1991) junto con la tasa de crecimiento mensual del PIB mensual como lo realiza Camacho & Pérez-Quirós (2011). De esta forma se incluyeron variables que reflejan el nivel de renta en la economía como son: el consumo eléctrico total, la tasa de ocupación como indicador de empleo y el salario diario de la ENEMDU⁴, pero el factor de carga de este último fue negativo, contrario a lo esperado. En esta misma línea se consideró el índice de producción industrial para capturar a la manufactura, el cual es importante sector en la economía ecuatoriana y así capturar la actividad económica por el lado de la oferta. Para capturar la actividad económica por el lado de la demanda se tomó a la generación de energía eléctrica y la oferta monetaria (M1). En la tabla 2 se evidencian los coeficientes de cada indicador y a la derecha su respectiva desviación estándar. Como era de esperar, los factores del PIB y el resto de indicadores son positivos; todos ellos son estadísticamente significativos.

La primera ampliación del modelo sigue las directrices propuestas. De esta forma, se adicionaron indicadores de expectativas como: el Indicador de Expectativas del consumidor, el Índice de Confianza del consumidor situación presente y el Índice de confianza empresarial que reflejan el comportamiento de los principales sectores de la economía como son: las empresas y los hogares. Estos indicadores se estiman a manera de índices sobre la base de preguntas de las encuestas de empleo y de opinión empresarial y están disponibles de manera mensual. Se agregaron las importaciones no petroleras, consideradas debido a su peso en la economía. Los resultados de este modelo se presentan en la segunda fila de la tabla 2. Las estimaciones de los factores tienen signo positivo y son estadísticamente significativas, las cuales reflejan elementos claves del lado de la producción, actividad económica y el consumo.

Se realiza una segunda ampliación para incorporar variables que representan algunas características claves para la economía ecuatoriana. De esta forma, al ser una economía bastante ligada al sector petrolero en su producción e exportaciones, se ha tomado en cuenta: precio del WTI y la producción del crudo. Esta ampliación es consistente, como lo muestra la tercera fila de la tabla 2; todos los coeficientes de estos indicadores son positivos y estadísticamente significativos.

Se realizaron pruebas con otras variables pero la proporción de la varianza del PIB explicada por el modelo disminuye ligeramente. Por esta razón, no se

4 Al tener una frecuencia trimestral en el levantamiento de estos indicadores se realizó una interpolación simple.

incorporaron más variables para esta especificación, pero se puede considerar una ampliación y reestimación si se evidencian cambios importantes en la economía, que puedan incidir de manera importante en el crecimiento económico.

Tabla 2. Estimaciones del Modelo Factorial Dinámico

Modelo	Especificación I		Especificación II		Especificación III	
PIB Mensual	0.003	(0.0002)	0.003	(0.0002)	0.003	(0.0002)
Tasa de ocupación	0.074	(0.0403)	0.075	(0.0406)	0.075	(0.0406)
Índice de volumen industrial	0.007	(0.004)	0.007	(0.004)	0.007	(0.004)
Liquidez (M1)	0.003	(0.0017)	0.003	(0.0017)	0.003	(0.0017)
Consumo eléctrico	0.002	(0.0014)	0.002	(0.0015)	0.002	(0.0015)
Índice de confianza empresarial			0.007	(0.0016)	0.007	(0.0016)
Índice de situación presente del consumidor			0.006	(0.0038)	0.006	(0.0038)
Índice de expectativas del consumidor			0.005	(0.0025)	0.005	(0.0025)
Importaciones no petroleras			0.016	(0.0066)	0.016	(0.0066)
Producción de crudo					0.003	(0.003)
Precio del WTI					0.011	(0.0061)

Elaboración: Autor.

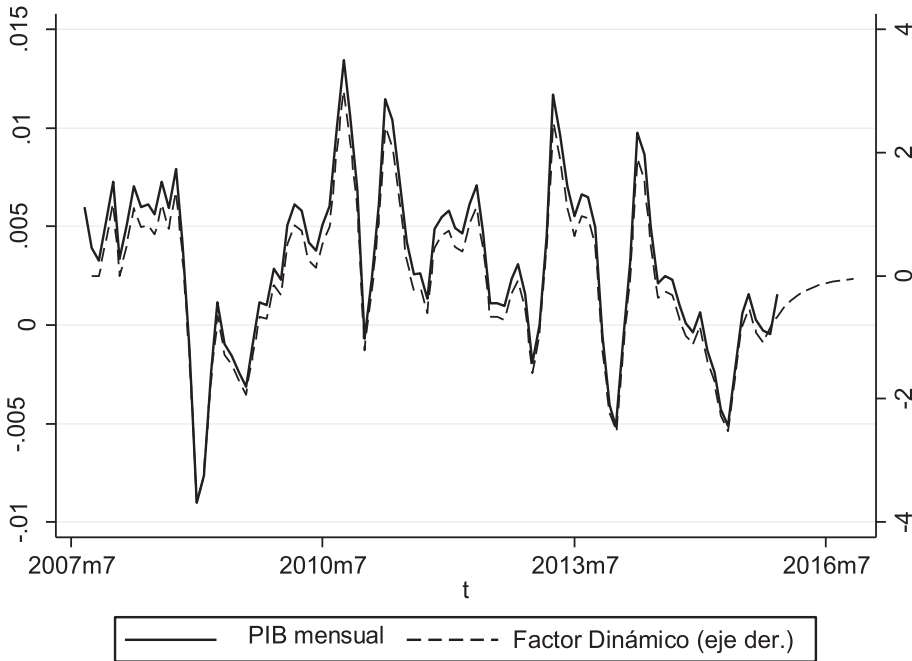
Nota: Las entradas se refieren a las estimaciones máximo verosímiles de los factores de carga mientras que sus desviaciones típicas se encuentran en paréntesis.

El gráfico siguiente muestra la evolución del índice de crecimiento del PIB estimado con factores dinámicos desde julio de 2007 hasta julio de 2016, comparado

con las fluctuaciones de las tasas de crecimiento del PIB mensual hasta diciembre de 2015. A lo largo del período de análisis, se evidencia que las dos variables se comportan de manera similar en ciclos y tendencia.

Este resultado es constatado con la correlación cruzada en el Gráfico 3; la evolución de las dos variables es coincidente y posee un coeficiente de correlación de Pearson de 0,9949.

Gráfico 2. Tasas de crecimiento del PIB mensual frente al índice de crecimiento del PIB con factores dinámicos



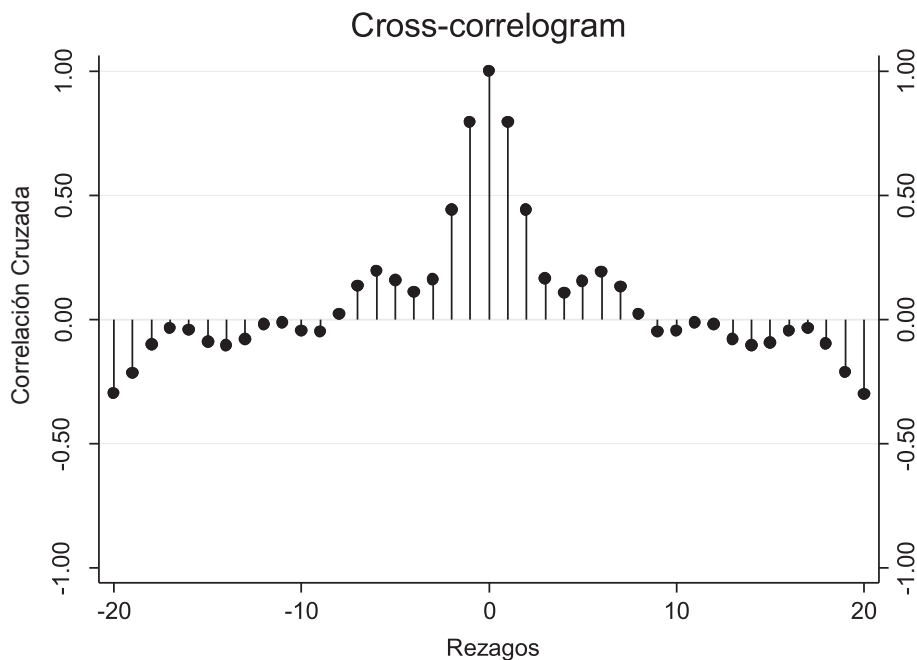
Elaboración: Autor.

Sin embargo, a pesar de tener un comportamiento bastante similar, se evidencia claramente que manejan escalas diferenciadas. Es común, en este tipo de modelos y otros planteados por la OECD y la NBER, el uso de una estandarización que escale las variables para asegurar mejores resultados en la estimación.

En este caso, se utilizó un escalamiento mediante la media y la varianza teniendo así todas las variables estandarizadas (incluido el PIB, que es parte del modelo). Por tanto, el modelo predice un factor mensual estandarizado que se relaciona

con el PIB como se observó en los gráficos 1 y 2. Por tanto, el indicador resultante debe ser desnormalizado utilizando la media y la varianza del PIB real para regresar a los niveles requeridos para la realización de un ejercicio de previsión o de alerta (Camacho & Pérez-Quirós, 2010, 2011).

Gráfico 3. Correlación cruzada entre el crecimiento relativo del PIB mensual y el factor dinámico

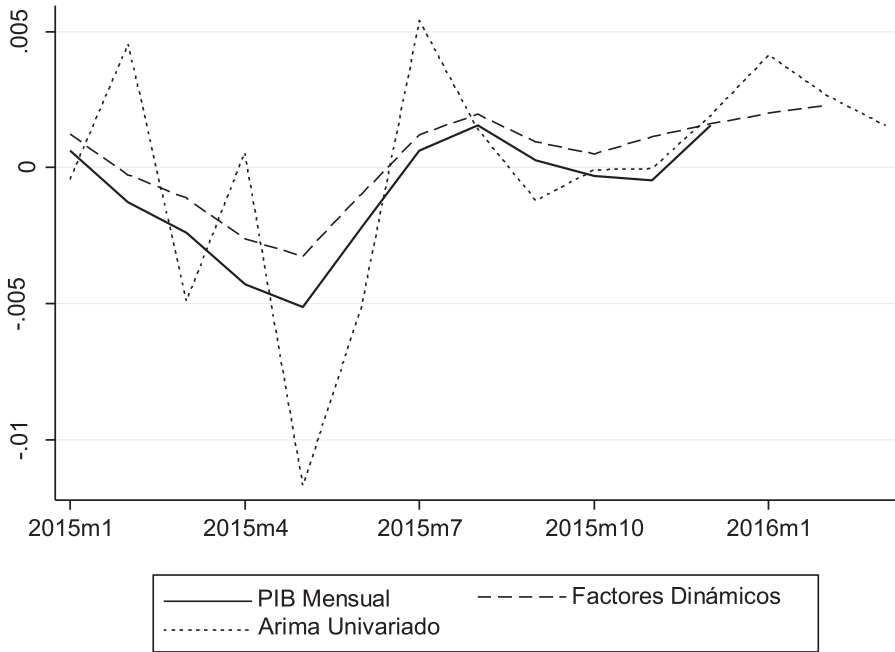


Elaboración: Autor.

Finalmente, el gráfico 4 muestra los resultados de las predicciones realizadas para el PIB mensual en el año 2015. El ejercicio de predicción se ha realizado con un análisis en pseudo tiempo real, pues las series utilizadas consideran series revisadas en las que se incluyen los reprocesos que incorpora el BCE en sus cuentas trimestrales y anuales, es decir, no se consideran las series tal como fueron presentadas en el calendario de publicación. Se compararon las predicciones del modelo de factores dinámicos con las del modelo autorregresivo.

Se evidencia que el modelo de factores tiene un suavizamiento mayor y gráficamente un mejor ajuste. Esto no es una regla, al momento de realizar ejercicios de estimación como ocurre en algunas estimaciones para otros países (Camacho & Pérez-Quirós, 2010, 2011).

Gráfico 4. Crecimiento del PIB mensual real, estimado de las proyecciones realizadas con el modelo factorial dinámico (MDF) y un modelo autorregresivo tradicional (AR)



Elaboración: Autor.

Fuente: BCE y estimaciones.

Nota: En los gráficos aparece la tasa de crecimiento mensual del PIB con frecuencia mensual. Los puntos sobre los gráficos son las tasas de crecimiento reales.

Para contrastar el ajuste del modelo se estima la raíz del error cuadrático medio (RMSE por sus siglas en inglés) de la predicción para el modelo factorial dinámico. Se evidencia un mejor nivel de ajuste del modelo de factores frente al modelo arima encontrándose una diferencia de 0.01 puntos. Sin embargo, para contrastar si este resultado es significativo se consideró la prueba de hipótesis de Diebold & Mariano (1995). Se encuentra que la diferencia no es significativa pero probablemente la corta dimensión de las series impide que la prueba de hipótesis sea significativa.

No obstante, las pruebas que se realizaron al modelo muestran el alto nivel de correlación y la ventaja de este indicador es que ofrece un resultado más estructural al explicarse no solo por sus variaciones en el tiempo sino además del comportamiento de un sistema de variables e indicadores que dan señales de la situación de la economía ecuatoriana.

V. CONCLUSIONES

En este documento se realizó la construcción de un indicador de factores dinámicos para el crecimiento del PIB. La implementación sigue la metodología propuesta por Stock & Watson (1991), ciertos lineamientos de Camacho & Pérez-Quirós (2010 y 2011) e información proveniente de la revisión de literatura y de diferentes sectores de la economía ecuatoriana. El índice se construyó desde agosto de 2007 hasta julio de 2016, con la posibilidad de actualización mensual.

Monitorear la evolución económica en tiempo real en el Ecuador es importante para actuar de manera oportuna en política económica. Sin embargo, sigue siendo un debate de cómo hacerlo pues muchas veces se carece de información oportuna debido a los retrasos en la publicación de las variables macroeconómicas, entre otros problemas relacionados a la información. Este artículo contribuye a esta literatura, proporcionando un método que controla estos problemas, siendo lo suficientemente manejable para desarrollar análisis económicos en tiempo real. En base a este modelo, se construye un nuevo indicador coincidente con la dinámica de los ciclos de la economía ecuatoriana en una primera etapa.

En segundo lugar, ponemos algunos ejemplos para ilustrar la precisión de predicción en tiempo real, siendo incluso más realista al dejar de conocer los re-procesos realizados posteriormente en los agregados macroeconómicos. En tercer lugar, se muestra que los indicadores mensuales contienen información valiosa para reducir la incertidumbre de las predicciones. Por último, se evidencia, con esta investigación, que estos indicadores y otros que no fueron considerados en el modelo final, deberían incorporarse en una publicación para dar señales oportunas y en tiempo real a los hacedores de política.

Los indicadores calculados según este método factorial dinámico pueden utilizarse de forma eficiente en la proyección del PIB trimestral, como lo demuestran los resultados fuera de muestra estimados para el Ecuador y para otros países, como se evidencia en la literatura abordada en esta investigación. Finalmente, dado los resultados de indicadores calculados con esta metodología, esta podría extenderse a otras variables de interés en el sistema económico.

La proyección del nivel de actividad en el trimestre en curso y un paso adelante resulta un insumo clave para estimar ciertas relaciones monetarias, fiscales y económicas que se encuentran interrelacionadas. De esta manera, los indicadores calculados según este método factorial dinámico pueden utilizarse de forma eficiente en la proyección del PIB trimestral, como lo demuestran los resultados fuera de

muestra estimados. Se plantea que para investigaciones posteriores se ahonde respecto a los puntos de inflexión del ciclo económico, con un enfoque probabilístico propio de los modelos de Markov-switching que permiten evaluar en tiempo real el estado que se encuentra la economía, combinándolo con la metodología de factores dinámicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aiolfi, M., & Timmermann, A. (2006). "Common Factors in Latin America's Business Cycles". *International Monetary Fund*.
- Arango, L. E., & Melo, L. F. (2006). "Expansions and contractions in Brazil, Colombia and Mexico: a view through non-linear models". *Journal of Development Economics*, 80(186), 501–517.
- BCE. (n.d.). *Índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC)*.
- Bloem, A. M., Dippelsman, R. J., & Maehle, N. O. (2001). *Quarterly National Accounts Manual— Concepts, Data Sources, and Compilation*. (I. M. Fund, Ed.). International Monetary Fund.
- Camacho, M., & Pérez-Quirós, G. (2010). "Introducing the euro-sting: short term indicator of euro area growth". *Journal of Applied Econometrics*, 25, 663–694.
- Camacho, M., & Pérez-Quirós, G. (2011). "Latin STINGS: indicadores de crecimiento a corto plazo de los países de América Latina". *Serie Macroeconomía del Desarrollo N°.*, 108.
- Cantú, F., Acevedo, A., & Bello, O. (2010). *Indicadores adelantados para América Latina* (N°. 101). Santiago de Chile.
- Diebold, F. X., & Mariano, R. S. (1995). "Comparing Predictive Accuracy". *Journal of Business and Economic Statistics*, 13, 253–263.
- Diebold, F. X., & Rudebusch, G. D. (1996). "Measuring Business Cycles : A Modern Perspective". *Review of Economics and Statistics*, 78, 67–77.
- Erráez, J. P. (2014). *Sistema de Indicadores del Ciclo de Crecimiento Económico* (N°. 77).
- Geweke, J. (1978). "Testing the exogeneity specification in the complete dynamic simultaneous equation model". *Journal of Econometrics*, 7(Elsevier), 163–185. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304407678900672>
- INEC. (n.d.). *Metodología del Índice de Nivel de Actividad Registrada (INA-R)*.

- Mitchell, W. C., & Burns, A. F. (1938). *Statistical Indicators of Cyclical Revivals*. NBER. Retrieved from <http://www.nber.org/books/mitc38-1>
- Mitchell, W. C., & Burns, A. F. (1946). *Measuring Business Cycles*. NBER. Retrieved from <http://www.nber.org/books/burn46-1>
- OECD. (1987). *OECD leading indicators and business cycles in member countries, 1960-1985* (No. 39). Paris.
- OECD. (1997). *Cyclical indicators and business tendency surveys* (Nº. OCDE/GD(97)58). Organisation for Economic Co-operation and Development. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=i_DrAAAAMAAJ
- OECD. (2012). *OECD Systema of Composite Leading Indicators*.
- Ramírez, J., & Carrillo-Maldonado, P. A. (2012). *Índice de actividad empresarial no petrolera (IAE-NP). Una propuesta metodológica de mejora* (Nº. 2012-01). Quito, Ecuador.
- Sargent, T. J., & Sims, C. A. (1977). "Business cycle modeling without pretending to have too much a-priori economic theory". *New Methods in Business Cycle Research* (Federal Reserve Bank of Minneapolis).
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1988). *A Probability Model of The Coincident Economic Indicators*. doi:10.3386/w2772
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1989). "New Indexes of Coincident and Leading Economic Indicators". In *NBER Macroeconomics Annual 1989, Volume 4* (pp. 351–409). MIT Press. Retrieved from <http://www.nber.org/chapters/c10968>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1991). A probability model of the coincident economic indicators. *Leading Economic Indicators, New Approaches and Forecasting Records*, (2772).
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1992). *A Procedure for Predicting Recessions With Leading Indicators: Econometric Issues and Recent Experience*. doi:10.3386/w4014
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2010). "Dynamic Factor Models". In *Oxford Handbook of Economic Forecasting* (pp. 1–43).