

# Un modelo de *nowcasting* para la tasa de crecimiento del PIB real de Ecuador

Manuel González Astudillo

3 de noviembre de 2017

## 1. Introducción

El Banco Central del Ecuador hace pública la información acerca del crecimiento de la economía ecuatoriana, medido a través del crecimiento del PIB real, en frecuencia trimestral con un rezago de 3 meses. Por ejemplo, la tasa de crecimiento de la economía del segundo trimestre del 2017 se conoció recién el 29 de septiembre de este año, mientras que la tasa de crecimiento del tercer trimestre recién se conocerá el 29 de diciembre, de acuerdo al calendario de publicaciones del Banco Central del Ecuador. Dada la importancia que tiene este indicador para la toma de decisiones de política tanto pública como privada (empresarial y de hogares), contar con un estimador de la tasa de crecimiento de la economía en tiempo real se vuelve una necesidad primordial. Esta situación es especialmente cierta en periodos como el que se encuentra atravesando la economía ecuatoriana en la actualidad, en el que el debate gira en torno a cuán rápido la economía se estaría recuperando luego de la fuerte desaceleración que experimentó entre los años 2015 y 2016 que desembocó en recesión.

Una forma de contar con una estimación de la tasa de crecimiento del PIB real es a través de modelos de factores dinámicos (*dynamic factor models* en inglés; DFM de aquí en adelante). Los DFM se han popularizado en macroeconometría y han sido utilizados para

realizar análisis de ciclos de negocios, predicción, y *nowcasting* del estado de la economía (ver [Banbura et al., 2013](#), por ejemplo). *Nowcasting*—que es una abreviación entre las palabras en inglés *now* y *forecasting*—está definido como la predicción del presente, el futuro muy cercano, y el pasado más reciente.

El objetivo de un DFM es utilizar información macroeconómica publicada con una frecuencia mayor, por ejemplo mensual, que la frecuencia con la que se publica la variable de interés, el PIB real en este caso, para estimar la tasa de crecimiento de la economía en tiempo real, mensualmente, por ejemplo. Para lograr este objetivo, se recopila información acerca de un conjunto amplio de variables macroeconómicas para obtener los factores comunes que explican la varianza de estas variables, y se utiliza estos factores para predecir en tiempo real la tasa de crecimiento de la economía.

Distintas instituciones, en particular bancos centrales alrededor del mundo, utilizan DFM para informar su toma de decisiones. Por ejemplo, existen aplicaciones de DFM para pronosticar el crecimiento de las economías de Canadá (ver [Chernis and Sekkel, 2017](#)), España (ver [Cuevas and Quilis, 2012](#)), México (ver [Tirado, Delajara and Alvarez, 2016](#)), y varios países de Latinoamérica (ver [Liu, Matheson and Romeu, 2012](#)). Por supuesto, también se aplican estos modelos a economías más grandes como Estados Unidos con los *nowcasts* disponibles al público del Atlanta Fed denominado “GDPNow” (ver [Higgins, 2014](#)) y del New York Fed (ver [Aarons et al., 2016](#)). Este último presenta un informe en alta frecuencia sobre las variables que más están influyendo en las revisiones a la tasa de crecimiento estimada del PIB real a la fecha del reporte.

Para el caso ecuatoriano, el trabajo de [Liu, Matheson and Romeu \(2012\)](#) incorpora a Ecuador en el conjunto de países de Latinoamérica que son analizados. A la fecha del mencionado estudio, 2012, se contaba con 111 observaciones de las variables macroeconómicas utilizadas tanto en frecuencia trimestral como mensual para estimar el DFM y realizar el posterior *nowcasting* del crecimiento del PIB real. En el trabajo objeto del presente documento se cuenta con más de 3,000 observaciones en frecuencia mensual, lo que representa una mejora sustancial en cuanto a la riqueza de la información utilizada. Ekos en Ecuador ofrece un índice de actividad económica que se obtiene a través de una metodología de

componentes principales. El índice se obtiene a partir de información de inflación, balanza comercial no petrolera, nivel de desempleo, volumen de crédito total, deuda externa total, precios de una cesta de petróleo Oriente y Napo, los depósitos en el sistema financiero, y la recaudación del impuesto al valor agregado (ver [Ekos, 2017 \(Accesado: 2017-07-22\)](#)). El índice de Ekos, sin embargo, no permite hacer la relación con respecto al crecimiento del PIB real de manera tal de obtener el *nowcast*. Adicionalmente, el índice es obtenido a partir de un conjunto bastante reducido de variables.

Este documento describe la especificación y estimación de un DFM para realizar *nowcasts* del crecimiento del PIB real de Ecuador. El modelo utiliza información mensual de 29 variables macroeconómicas y financieras desde el mes de enero de 2003. La metodología utilizada es la propuesta por [Giannone, Reichlin and Small \(2008\)](#), mientras que la estimación se realiza a través de los códigos para EViews 9.5 y posteriores desarrollados por [Solberger and Spånberg \(2017\)](#). Debido a la naturaleza del calendario de publicación de información del Banco Central del Ecuador, que es la fuente primaria para la construcción de las series económicas que participan del modelo, es posible realizar cuatro *nowcasts* del crecimiento del PIB real para cada trimestre (el último de ellos es, estrictamente hablando, un *backcast*).

## 2. Breve descripción de un DFM para hacer *nowcasting* del crecimiento del PIB real

La versión más común de un DFM en el contexto de *nowcasting* especifica que las variables macroeconómicas de alta frecuencia tienen una estructura de factores y que los factores siguen un proceso de vectores autorregresivos (VAR), como sigue:

$$X_t = \mu + \Lambda F_t + E_t, \quad E_t \sim \text{i.i.d.} N(0, \Sigma_E), \quad (1)$$

$$F_t = \Phi(L)F_t + U_t, \quad U_t \sim \text{i.i.d.} N(0, \Sigma_U), \quad (2)$$

donde  $X_t$  es un vector de  $n$  variables económicas,  $\mu$  es la media de estas variables,  $\Lambda$  es una matriz de dimension  $n \times p$  que relaciona las variables económicas con los  $p$  factores agrupados en el vector  $F_t$ , el cual sigue una estructura autorregresiva con matrices de coeficientes  $\Phi(\cdot)$ . Los términos de error  $E_t$  y  $U_t$  son ruido blanco vectoriales con matrices de varianzas y covarianzas  $\Sigma_E$  y  $\Sigma_U$ , respectivamente, e independientes el uno del otro. El que las variables  $X_t$  tengan una estructura factorial resulta particularmente importante para realizar *nowcasting*, ya que tanto la información dinámica de estas variables, recogida a través de la dinámica del factor, como los co-movimientos entre ellas, recogidos a través del factor común, son utilizadas.

Este es el tipo de modelo que [Giannone, Reichlin and Small \(2008\)](#) proponen para hacer *nowcasting* del crecimiento del PIB real a partir de un conjunto grande de indicadores mensuales. En esta aplicación,  $X_t$  contiene sólo variables (observables) con frecuencia mensual, por lo que las ecuaciones (1)-(2) constituyen una representación de estado-espacio y el filtro de Kalman puede utilizarse para obtener estimadores suavizados de los factores. El *nowcast* de la tasa de crecimiento de la economía en frecuencia trimestral puede obtenerse por medio de una regresión entre la tasa de crecimiento del PIB y los factores mensuales estimados transformados a frecuencia trimestral, como se muestra a continuación:

$$\Delta y_t^k = \alpha + \beta F_{t|\Omega_v}^k + e_t^k, \quad t = k, 2k, \dots, \quad (3)$$

donde  $\Delta y_t^k$  es la tasa de crecimiento del PIB real en frecuencia trimestral en el periodo  $t$  (aquí  $k = 3$ , denotando que  $\Delta y$  se observa cada tres meses), mientras que  $F_{t|\Omega_v}^k$  son los factores agregados a frecuencia trimestral en el periodo  $t$  con la información,  $\Omega$ , que se ha publicado hasta el periodo  $v \leq t$ .

Sin embargo, existe otra posibilidad que consiste en incluir la tasa de crecimiento del PIB entre las variables  $X_t$  de las cuales se obtiene los factores. En ese caso, dado que la tasa de crecimiento del PIB se observa con frecuencia trimestral, es necesario imputar los valores de esta variable dentro de los meses del trimestre correspondiente en frecuencia mensual. Una forma de hacerlo es usando aproximaciones dentro del trimestre usando métodos

estadísticos apropiados. Este enfoque es mucho más versátil y permite obtener el *nowcast* a partir del modelo estado-espacio (1)-(2) directamente sin necesidad de especificar una relación para enlazar la tasa de crecimiento del PIB con los factores mensuales, tal como ocurre en la ecuación (3). Este es el enfoque que se utilizará en el presente trabajo.

Giannone, Reichlin and Small (2008) estiman la representación estado-espacio (1)-(2) a través de un procedimiento en dos pasos. En el primer paso, los parámetros de la representación estado-espacio,  $\mu$ ,  $\Lambda$ , y  $\Sigma_E$  son estimados usando el método de componentes principales de un panel balanceado de las variables incluidas en  $X_t$ , mientras que las matrices  $\Phi(\cdot)$  y  $\Sigma_U$  se obtienen de estimar un VAR con un número de rezagos determinado.<sup>1</sup> En el segundo paso, los factores,  $F_t$ , son reestimados al aplicar el suavizador del filtro de Kalman al modelo estado-espacio (1)-(2) tomando como dadas las matrices de coeficientes estimadas en el primer paso. Una vez reestimados los factores, el mismo modelo estado-espacio se puede utilizar para realizar la predicción de todas las variables que intervienen, inclusive el crecimiento del PIB real.

Solberger and Spånberg (2017) desarrollan una rutina para EViews 9.5 y posteriores que es capaz de realizar los cálculos sugeridos por Giannone, Reichlin and Small (2008) de una manera expedita. Los insumos de la rutina son las variables en frecuencia mensual, el número de factores,  $p$ , y el número de rezagos del VAR en la ecuación (2).<sup>2</sup>

### 3. Estimación del DFM para Ecuador

Esta sección describe la elección de variables que se considera para la obtención de los factores dinámicos, la determinación de los parámetros del DFM, y su estimación.

---

<sup>1</sup>El panel balanceado se obtiene al considerar solamente la muestra para la cual todas las observaciones de todas las variables consideradas están disponibles

<sup>2</sup>Existe diferentes métodos para escoger el número de factores y el número de rezagos del VAR. Bai and Ng (2002) desarrollan un procedimiento estadístico que permite encontrar el número de factores, aunque también existe el procedimiento convencional de Cattell (1966). Con respecto al número de rezagos del VAR, los criterios de información convencionales—Schwarz, Akaike, o Hannan-Quinn—pueden usarse. En la sección que describe la estimación del modelo se detalla cómo se escoge cada uno de estos dos parámetros.

### 3.1. Variables a ser consideradas y tratamiento de los datos

Las variables a ser consideradas deben cumplir con dos condiciones. Primero, deben estar disponibles en frecuencia mensual y con un rezago de publicación menor que el del PIB. Segundo, deben reflejar el nivel de actividad económica. Con respecto a la segunda condición, es necesario resaltar que las variables deben ser resultado de acciones económicas. Por ejemplo, debería ser más relevante tener información sobre la cantidad de créditos otorgados que sobre la tasa de interés de los créditos. Si bien es cierto la tasa de interés es una variable relevante para determinar la actividad económica, los créditos otorgados ya reflejan cómo la tasa de interés puede estar afectando a la economía. Adicionalmente, puede resultar altamente conveniente contar con variables que reflejen el nivel de actividad económica a través de índices que resultan de algún tipo de agregación.

Las variables económicas se han agrupado en 11 categorías, como sigue:<sup>3</sup>

- Financieras
- Comercio internacional
- Petroleras
- Ingreso
- Ventas
- Industria
- Construcción
- Mercado laboral
- Encuestas a hogares
- Índices de actividad

---

<sup>3</sup>Esta clasificación se ha hecho siguiendo someramente las guías del modelo de *nowcasting* del Banco de la Reserva Federal de Nueva York.

## ■ Precios

Dentro de las variables financieras se considera las siguientes variables: (i) Cartera por vencer del crédito al sector privado, (ii) depósitos a la vista, y (iii) cuasidinero, todas del panorama financiero.

Las variables del comercio internacional incluyen: (i) exportaciones no petroleras, (ii) importaciones de bienes de capital, (iii) importaciones de bienes de consumo, y (iv) importaciones de materias primas.

La categoría de variables petroleras involucra: (i) exportaciones petroleras, (ii) producción nacional de petróleo, (iii) precio del petróleo, y (iv) importaciones de combustibles.

El ingreso está representado por la recaudación del impuesto a la renta, mientras que las ventas incluyen: (i) recaudación de IVA, (ii) el volumen de ventas del sector comercial, y (iii) el volumen de ventas del sector servicios.

En industria, se toma el volumen de producción industrial. Bajo la categoría construcción, se tiene al volumen de producción del sector de la construcción. La categoría mercado laboral, por otro lado, considera el personal ocupado en los sectores: (i) industrial, (ii) comercial, (iii) construcción, y (iv) servicios.

La categoría encuestas de hogares incluye el índice de situación presente. Por otro lado, la categoría de índices de actividad incluye al Índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC) del Banco Central del Ecuador, al Índice de Nivel de Actividad Registrada (INAR) del INEC, y al consumo nacional de energía eléctrica.

Por último, bajo precios se incluye: (i) el índice de precios al consumidor, (ii) el índice de precios al consumidor excluyendo alimentos y bebidas, y (iii) el índice de precios al productor.

Restringidos por la disponibilidad de información sobre el índice de situación presente, el panel balanceado de datos empieza en enero de 2008 para todas las variables. Esta información es utilizada para obtener los factores estáticos por medio del análisis de componentes principales. Sin embargo, existe información para la mayoría de variables desde enero de 2003, y esta información es usada para obtener los factores dinámicos utilizando

el filtro de Kalman, el cual es capaz de lidiar con información incompleta en determinados periodos.<sup>4</sup> En la presente versión del documento, la información llega hasta agosto de 2017.

Las variables cuyas unidades son dólares son deflactadas utilizando el índice de precios al consumidor y posteriormente transformadas en variaciones porcentuales con respecto a un año atrás. Las variables de precios y aquellas pertenecientes al grupo de índices de actividad también son expresadas en variaciones porcentuales anuales. Las variables de personal ocupado por sectores y volúmenes de producción sectoriales, que originalmente están expresadas en variaciones porcentuales mensuales, son transformadas obteniendo el promedio móvil de 12 meses atrás. Todas las variables son luego desestacionalizadas utilizando el procedimiento X-12-ARIMA.

Como se mencionó en la Sección 2, la tasa de crecimiento del PIB también forma parte del análisis de componentes principales. Para poder incluirla en el análisis factorial en frecuencia mensual, es necesario interpolar los valores de la tasa de crecimiento  $t/t-4$  en frecuencia mensual.<sup>5</sup> La técnica utilizada es la siguiente:

1. Obtener información trimestral del PIB en dólares del año 2000.
2. Computar la tasa de crecimiento  $t/t-4$  del PIB en dólares del año 2000.
3. Realizar una interpolación cuadrática a frecuencia mensual de los datos trimestrales de la tasa de crecimiento del PIB bajo la restricción que el promedio de las tasas de crecimiento mensuales (que serán  $t/t-12$  en este caso) dentro de un trimestre sea igual a la tasa de crecimiento  $t/t-4$  del trimestre en cuestión.

En el Apéndice A se realiza una descripción más detallada de las variables utilizadas y los ajustes realizados para contar con información consistente a través del periodo muestral.

---

<sup>4</sup>De hecho, existe información disponible para gran parte de las variables desde enero de 2000, pero se decidió omitir los tres primeros años del periodo post-dolarización ya que algunas variables aún estaban ajustándose al nuevo régimen, en particular los índices de precios y algunas financieras.

<sup>5</sup>Banbura and Modugno (2014) diseñan un método de estimación en el que es posible incluir la tasa de crecimiento del PIB real en frecuencia trimestral sin necesidad de imputar los valores ausentes.



### 3.2. Estacionariedad de las variables consideradas para el DFM

Trabajar en tasas de variación anuales las variables que están en frecuencia mensual puede implicar que el panel balanceado del cual se obtiene los factores cuente con la presencia de variables que no sean estacionarias. Esto es particularmente cierto en series que tienen un componente de baja frecuencia en su tasa de crecimiento o que reviertan lentamente hacia su media incondicional. El obtener factores con respecto a un grupo de variables cuyas varianzas y covarianzas no están bien definidas o cambian con el tiempo, como ocurre bajo la presencia de series no estacionarias, es problemático desde el punto de vista estadístico.<sup>6</sup>

Una forma de evitar el problema de series no estacionarias en las variables utilizadas, en particular en aquellas que están expresadas en dólares, es deflactarlas para obtener una serie que al menos pierda la tendencia que introducen los precios. Esa es la razón fundamental para realizar la transformación a las series con el índice de precios al consumidor descrita en la sección 3.1.

Para descartar la presencia de raíces unitarias, se procedió a realizar el test de estacionariedad de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (KPSS) (ver [Kwiatkowski et al., 1992](#)) a las 29 series utilizadas para obtener los factores dinámicos. El test determinó que la hipótesis nula de estacionariedad no se rechaza al 1 % de significancia para variable alguna, excepto dos: la tasa de crecimiento anual de las importaciones de combustibles en términos reales, y el promedio de los 12 últimos meses de la tasa de variación mensual del personal ocupado en el sector de servicios. Para descartar la posibilidad de que el test KPSS esté cometiendo error tipo I, se procedió a realizar el test de raíz unitaria de Phillips-Perron (ver [Phillips and Perron, 1988](#)) a estas dos series. Este test descartó la presencia de raíz unitaria en la serie de importaciones de combustibles a los niveles de significancia usuales, pero no en la del personal ocupado en el sector servicios. Una exploración más detallada de esta última serie muestra que existe una tendencia decreciente en su comportamiento,

---

<sup>6</sup>Cuando las series en frecuencia mensual se trabajan en variaciones porcentuales mensuales o incluso trimestrales este problema no es de preocupación ya que estas tasas de crecimiento suelen revertir a su promedio incondicional relativamente rápido.

lo que hace difícil que los tests determinen que sea estacionaria. Sin embargo, al contar con información desde finales del 2007 únicamente, es factible que los tests no puedan discriminar la naturaleza de estacionariedad de esta serie por el reducido tamaño muestral. En ese sentido, se asume que la serie es estacionaria a pesar de los resultados de los tests.

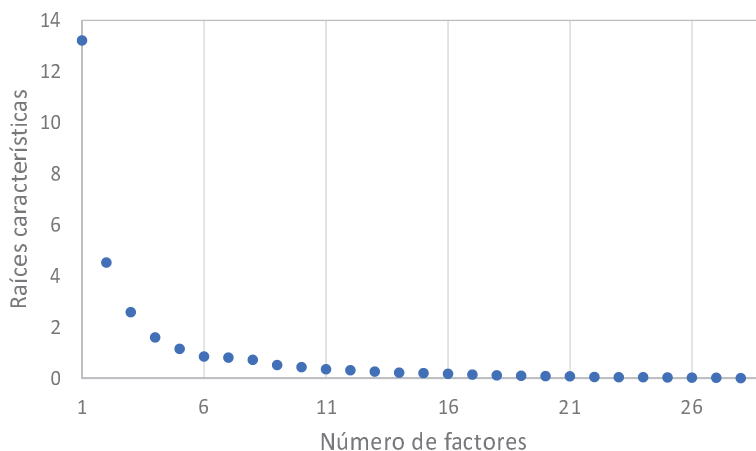
### 3.3. Determinación del número de factores y número de rezagos del DFM

Una vez que se obtiene la base de datos en frecuencia mensual y se desestacionaliza las variables, se procede a obtener los factores,  $F_t$ , por medio del método de componentes principales. Para determinar el número de factores se puede utilizar varios procedimientos. Uno de ellos es el contraste estadístico de [Bai and Ng \(2002\)](#). Este método funciona relativamente bien bajo un número de variables y un tamaño muestra relativamente grandes, lo cual no necesariamente es el presente caso. El contraste de Bai y Ng determina el número de factores siguiendo un esquema de selección de modelos. Como consecuencia, el criterio que proponen depende del *trade-off* usual entre bondad de ajuste y parsimonia del modelo. Al aplicar a la base de datos las rutinas en Matlab que los autores proporcionan online, se obtiene que el número de factores debería ser 29, esto es, igual al número de variables, o 1, dependiendo del criterio utilizado.

Dado que los resultados del test de [Bai and Ng \(2002\)](#) pueden llevar a seleccionar demasiados factores, de acuerdo a [Liu, Matheson and Romeu \(2012\)](#), estos autores sugieren utilizar otro procedimiento. Este procedimiento corresponde a determinar el número de factores de acuerdo al incremento marginal del  $R^2$  de la regresión de la ecuación (3), como sigue: Se empieza estimando el DFM con un factor y se obtiene el  $R^2$  de la regresión de la ecuación (3). Se vuelve a estimar el DFM, pero esta vez con dos factores, y se incorpora el segundo factor a la regresión de la ecuación (3). Si el incremento en el  $R^2$  es mayor que 0.025, se concluye que el segundo factor es importante y se lo retiene. Y así se continúa añadiendo factores hasta que el incremento marginal del  $R^2$  es menor que 0.025.

Sin embargo, dado que el presente análisis no contempla el uso de la regresión de la

Figura 1: Gráfico de valores propios



ecuación (3), se utiliza el procedimiento sugerido por Cattell (1966). Bajo este procedimiento, debe escogerse el número de factores a partir del cual los valores propios de la matriz de varianzas y covarianzas de las variables no cambien sustancialmente. El procedimiento se lleva a cabo de manera visual graficando los valores propios contra el número de factores y tomando el número de factores donde se forma un “codo” en el gráfico, como muestra la Figura 1 que ocurre al alcanzar cinco factores. Por consiguiente, el número de factores que se toma para el efecto del presente trabajo es cinco.<sup>7</sup>

Para determinar el número de rezagos del VAR en la ecuación (2), se procedió a estimar un modelo de vectores autorregresivos de los factores obtenidos. La especificación resultante es un modelo VAR(5) y se obtuvo a partir del criterio de información Bayesiano. Los resultados se muestran en el Apéndice B.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup>En una variante de la estimación del modelo de *nowcasting* con las variables expresadas en tasas de crecimiento anual y que sí considera la ecuación (3), se determinó que el número de factores fue cinco.

<sup>8</sup>También se examinó otros criterios, como el de Akaike, y Hannan-Quinn, los que arrojaron un número de rezagos más alto. Dado que el interés del modelo en el presente trabajo no es predecir el factor en horizontes muy largos, sino obtener una representación parsimoniosa dentro de la muestra, se toma el número de rezagos de acuerdo al criterio Bayesiano.

Cuadro 1: Variables con cargas más altas en los factores rotados

Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Índice de situación presente	Importación bienes capital	Precio del petróleo	IPC	Producción petrolera
Ventas sector construcción	Importación bienes consumo	Exportaciones petroleras	IPC*	Ventas sector comercial
Personal sector construcción	Depósitos a la vista		IPP	Producción industrial
Ventas sector servicios	Importación materias primas			
Personal sector servicios				

*Nota:* IPC\* es el IPC sin alimentos y bebidas

### 3.4. Resultados del DFM

Una vez que se ha construido la base de datos con 29 variables económicas desde enero de 2003 hasta agosto de 2017 y se ha determinado que el número adecuado de factores y de rezagos es cinco, se procede a estimar el DFM usando la rutina de [Solberger and Spånberg \(2017\)](#) en Eviews 10.

Los resultados muestran que los cinco factores escogidos explican el 80 % de las variaciones en las 29 variables utilizadas.<sup>9</sup> Adicionalmente, luego de realizar una rotación oblicua de los factores relevantes, parece existir un conglomerado de variables que son relativamente más importantes en cada uno de los cinco factores.<sup>10</sup> El Cuadro 1 muestra las variables que tienen las cargas más altas en los factores rotados.

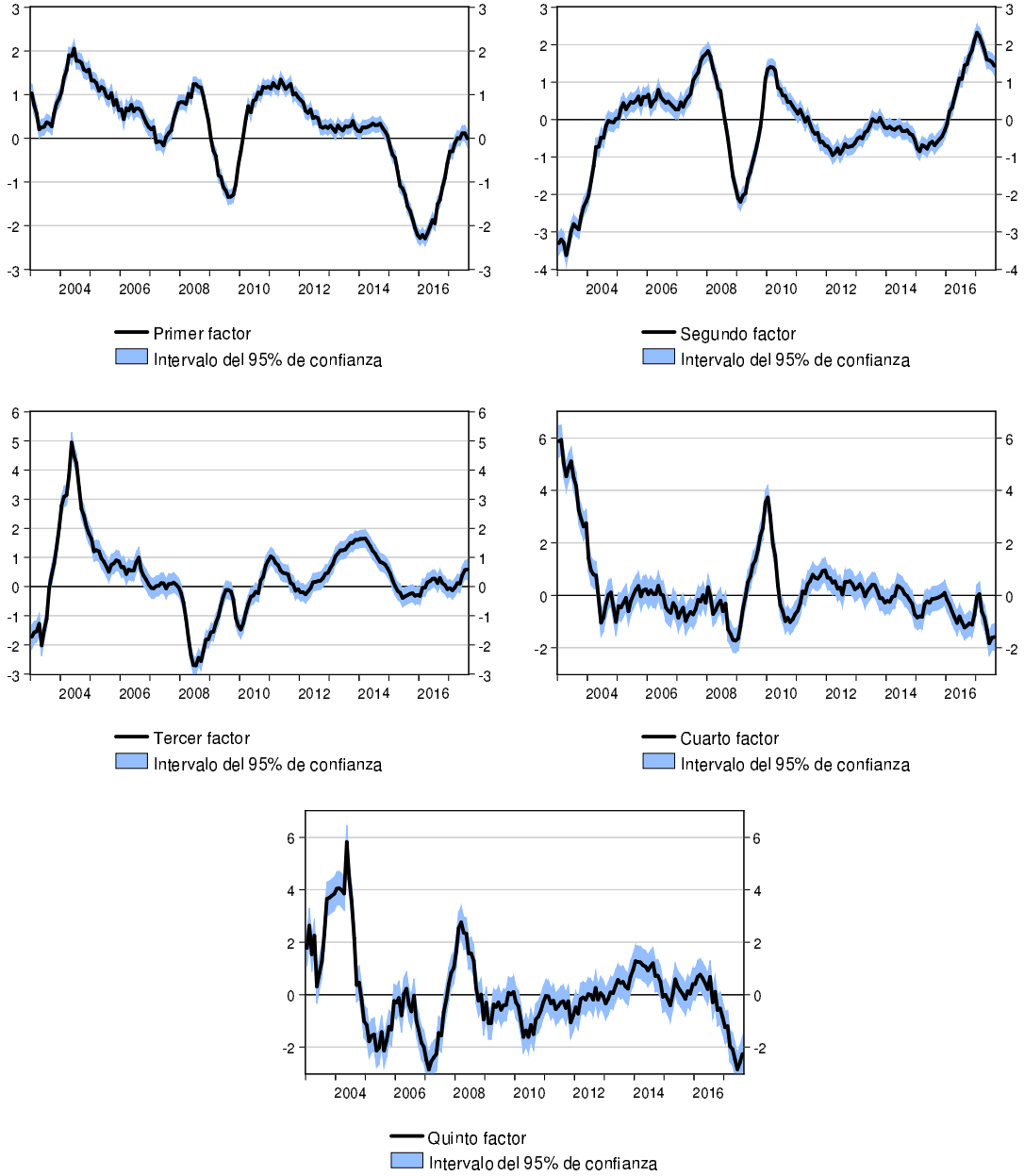
De acuerdo a estos resultados, el primer factor puede denominarse “expectativas sobre actividad económica”, el segundo factor puede denominarse “actividad importadora”, el tercer factor se puede denominar como “actividad petrolera”, el cuarto factor reflejaría las “presiones inflacionarias”, mientras que el quinto factor puede denominarse “actividad productiva”. Estas cinco dimensiones macroeconómicas tendrían el mayor impacto para explicar la evolución de la actividad económica, de acuerdo al modelo de factores dinámicos. La Figura 2 muestra los factores obtenidos de la estimación del DFM. Las unidades son desviaciones estándar con respecto a la media cero del factor.

Con respecto a las cargas que tiene la tasa de crecimiento anual del PIB real—los coeficientes correspondientes de la matrix  $\Lambda$  en la ecuación (1)—sobre cada uno de los

<sup>9</sup>Como referencia, [Liu, Matheson and Romeu \(2012\)](#) estiman que el componente común de su modelo explica el 28 % de las variaciones de sus variables.

<sup>10</sup>Una rotación oblicua de los factores permite que éstos estén correlacionados, como debería esperarse tratándose de variables macroeconómicas.

Figura 2: Factores dinámicos estimados



cinco factores obtenidos, éstas son las siguientes:

- Expectativas sobre actividad económica: 0.91
- Actividad importadora: -0.20
- Actividad petrolera: 0.09
- Presiones inflacionarias: -0.18
- Actividad productiva: 0.04

Por lo tanto, el primer factor—denominado “expectativas sobre actividad económica”—sería el más importante, relativamente hablando, para influir en el pronóstico de la tasa de crecimiento anual del PIB real. De hecho, la evolución del factor en el primer panel de la izquierda de la Figura 2 hace un ajuste cualitativamente bastante cercano a lo que ha sido la evolución de la tasa de crecimiento del PIB.

## 4. Obtención del *Nowcast* del Crecimiento del PIB Real

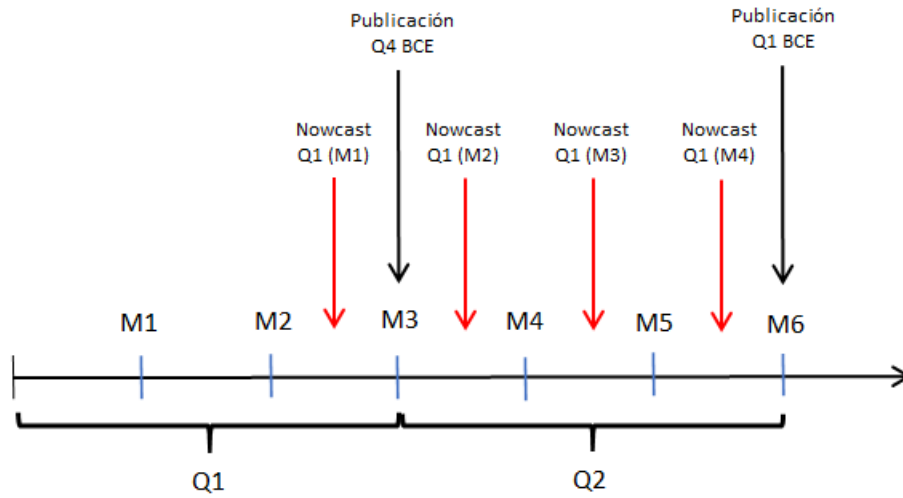
Una vez obtenidos los factores dinámicos, es posible utilizarlos para obtener el *nowcast* del crecimiento del PIB a través del modelo estado-espacio en las ecuaciones (1)-(2).

### 4.1. Flujo de información

Antes de presentar los resultados del modelo de *nowcast*, es necesario comprender la secuencia del flujo de información necesaria para realizar la estimación. La Figura 3 muestra cómo evoluciona la información disponible y cuándo es factible realizar el *nowcast* para un trimestre determinado.

Dado que el índice de nivel de actividad registrada (INA-R) de un mes determinado se publica con un rezago de 7 semanas luego de terminado el mes, recién en ese momento

Figura 3: Secuencia del *nowcast* para un trimestre cualquiera (Q1)



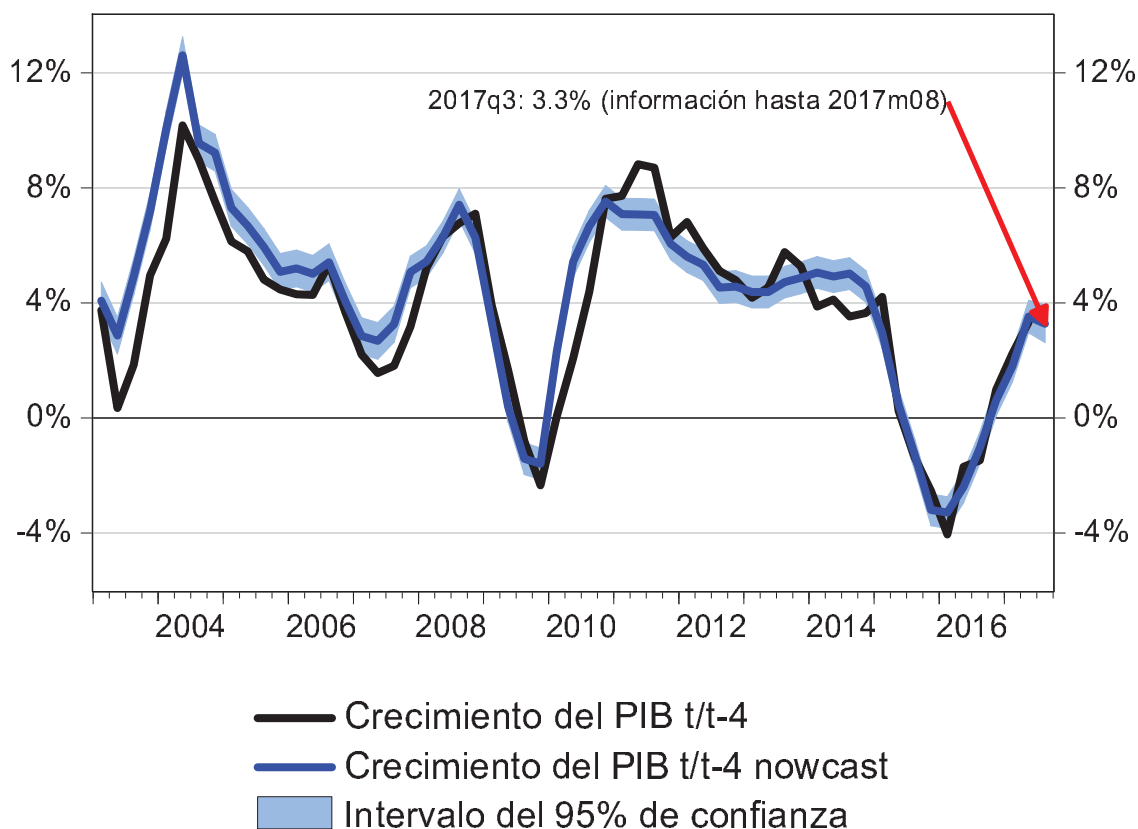
*Nota:* Q1 denota el trimestre actual. M1, M2, y M3 denotan los tres meses del presente trimestre. Q2 es el siguiente trimestre al actual y M4, M5, y M6 son los meses dentro de ese trimestre. Las líneas azules indican el final de cada mes. Q4 es el trimestre anterior a Q1. Dentro de cada paréntesis aparece el mes con el que se cuenta información para realizar el *nowcast*.

es posible realizar el *nowcast* tomando en cuenta información completa de las 28 variables de ese mes (sin incluir al PIB). Por lo tanto, para un trimestre determinado, el *nowcast* con información disponible hasta el primer mes de ese trimestre se puede realizar desde la tercera semana del tercer mes del trimestre en cuestión, como muestra la figura.<sup>11</sup> Adicionalmente, antes que el Banco Central del Ecuador publique las cifras del PIB para un trimestre determinado, el modelo de *nowcast* habrá proporcionado cuatro estimaciones del crecimiento del PIB real para ese trimestre.

Otra consideración a tomar en cuenta es que el primer *nowcast* de un trimestre determinado se debe hacer con información del PIB de dos trimestres atrás, por los rezagos de publicación del Banco Central del Ecuador. Recién a partir del segundo *nowcast* se puede contar con información del trimestre anterior más reciente. Debe esperarse, por lo tanto, que el primer *nowcast* sea el menos preciso de los cuatro que se puede realizar.

<sup>11</sup>Esto no significa que el *nowcast* no pueda realizarse con anterioridad, tan pronto algunas de las variables estén disponibles, ya que el filtro de Kalman es capaz de lidiar con información incompleta.

Figura 4: *Nowcast* del crecimiento del PIB real



## 4.2. Resultados del modelo de *nowcasting*

La Figura 4 muestra el *nowcast* del crecimiento del PIB real utilizando el modelo de estado-espacio (1)-(2), su intervalo de confianza asociado, y la serie observada del crecimiento del PIB real.

Como se puede apreciar en la figura, el *nowcast*, que es la línea azul, está históricamente cerca de la tasa de crecimiento t/t-4 observada del PIB real, que es la línea negra. El intervalo del 95% de confianza, que es el área celeste, si bien no incluye a la tasa de crecimiento del PIB real a lo largo de toda la muestra, sí lo hace casi completamente durante los tres últimos años.

De acuerdo al modelo estimado, el *nowcast* del crecimiento t/t-4 del PIB real para el tercer trimestre de 2017 con información hasta agosto de este año es de 3.3%. Adicional-



mente, la figura muestra en el área celeste el intervalo de confianza para el *nowcast*. Para el tercer trimestre del 2017, este intervalo va desde 2.6 % hasta 3.9 %.

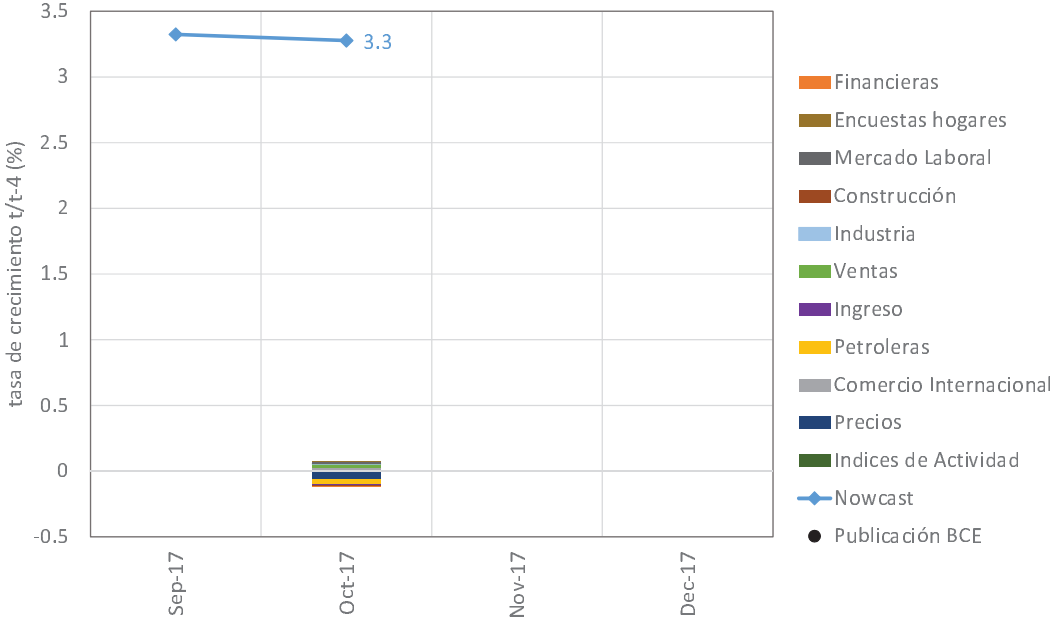
### 4.3. Descomposición del *nowcast* en noticias de información

Uno de los análisis que puede realizarse a partir del segundo *nowcast* para un trimestre determinado es la determinación de las fuentes de noticias en la información que cambian el *nowcast* con respecto al realizado el mes anterior. Para entender el mecanismo detrás de esta descomposición, es necesario comprender que si a partir del segundo mes no hubiera información adicional a la que se tenía con los datos hasta el mes anterior, el *nowcast* del crecimiento del PIB no debería cambiar. Son precisamente las noticias que no estaban incorporadas en la información anterior dentro del modelo las que hacen que el *nowcast* cambie.

La formulación de la descomposición es una adaptación del enfoque propuesto por [Banbura and Modugno \(2014\)](#). En primer lugar, para cada una de las 28 variables—sin incluir a la tasa de crecimiento del PIB real—se computa la sorpresa en la información entre un mes y otro. Esto se realiza haciendo en un mes determinado una predicción de cada una de las variables para el mes siguiente y se compara con la realización de las variables en el mes siguiente. La diferencia es lo que constituye las noticias. Estas noticias son reescaladas para que su suma dé como resultado la revisión que se realiza en el *nowcast* entre un mes y otro.

La Figura 5 muestra la evolución del *nowcast* para el tercer trimestre del 2017 y la fuente de revisiones entre el *nowcast* realizado en el mes de septiembre (con información hasta julio) y el realizado el mes de octubre (con información hasta agosto). En este caso, la revisión ha sido mínima (-0.04 %), y, de acuerdo a la descomposición, es el resultado de malas noticias en las variables petroleras, particularmente en la producción petrolera que vino por debajo de las expectativas, que más que compensan las buenas noticias en las variables de comercio internacional y ventas. Como se puede ver, cerca de finales de noviembre habrá otro *nowcast* que tendrá una descomposición asociada. Lo mismo ocurrirá

Figura 5: Evolución del *nowcast* para el tercer trimestre de 2017 y descomposición de noticias



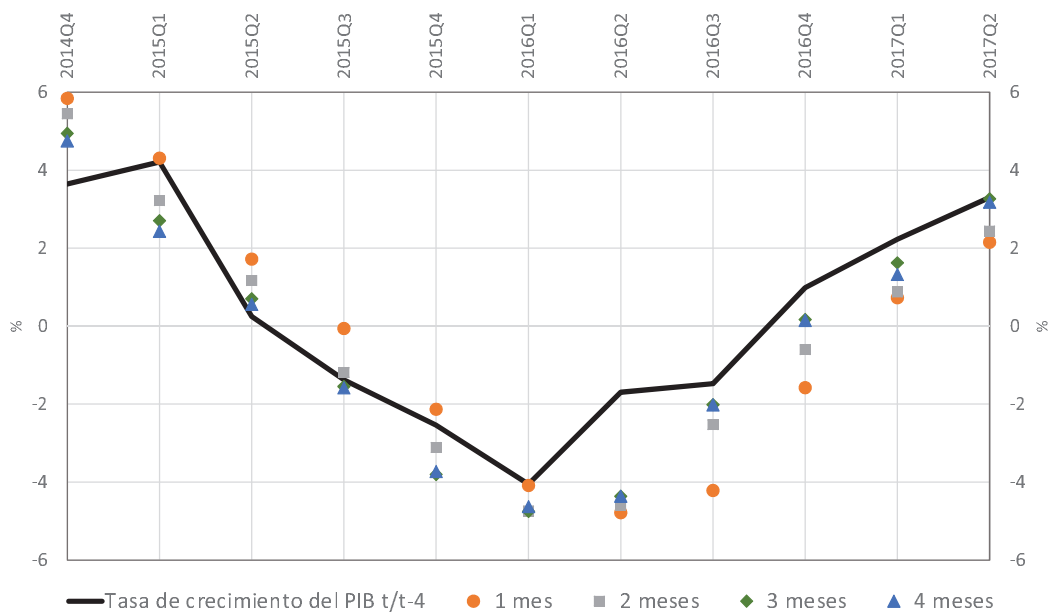
a finales de diciembre.

## 5. Diagnóstico del Modelo de *Nowcast*

Finalmente, esta sección realiza un diagnóstico del modelo de *nowcasting* propuesto. En primer lugar, el modelo muestra cuál habría sido su desempeño al pronosticar el crecimiento  $t/t-4$  del PIB real desde diciembre de 2015 utilizando información disponible hasta octubre de 2014. Es decir, se hace *nowcasts* para el crecimiento del PIB desde el cuarto trimestre de 2014 en adelante con los flujos de información descritos en la Figura 3.

La Figura 6 muestra la evolución histórica de los *nowcasts*, tal como se describió en el párrafo anterior. La línea negra es la tasa de crecimiento  $t/t-4$  del PIB real tal como la publica el Banco Central del Ecuador en su más reciente boletín de cuentas nacionales. Los puntos naranjas corresponden a los *nowcasts* realizados por el modelo con un mes de información en cada trimestre; los cuadrados plomos, a los *nowcasts* con dos meses de información en el trimestre; los rombos verdes, con tres meses; y los triángulos azules, con

Figura 6: Evolución histórica de *nowcasts* por meses de información



cuatro meses de información. Como se puede apreciar, el modelo tiene episodios de buen desempeño, especialmente durante los trimestres que la economía enfrentó desaceleraciones y caídas importantes desde el segundo trimestre de 2015 hasta el primer trimestre de 2016, prediciendo tasas de crecimiento negativas cuando correspondía hacerlo. Una vez que la economía empieza a retomar tasas de crecimiento positivas a partir del cuarto trimestre de 2016, el modelo empieza a pronosticar tasas de crecimiento en ese sentido y bastante cercanas a las observadas, especialmente cuando cuenta con tres o más meses de información.

Como es natural en este tipo de modelos, el *nowcast* tiende a mostrar un menor error de predicción a medida que más información del trimestre se añade a la estimación del DFM. Así, la raíz del error cuadrático medio de predicción de la tasa de crecimiento  $t/t-4$  del PIB real es 1.81 % cuando solo se tiene un mes de información, 1.36 % cuando se tiene dos, 1.16 % cuando se tiene tres, y 1.18 % para el *backcast*, cuando se tiene cuatro meses de información.

Otra forma de evaluar el desempeño del modelo es comparar su capacidad predictiva

con otro modelo de predicción del crecimiento del PIB real. En este caso, se compara el modelo de *nowcasting* con un modelo ARMA(4,1) para la tasa de crecimiento  $t/t-4$  del PIB real. Los modelos ARMA suelen ser bastante buenos para predecir, especialmente cuando se especifican con una estructura rica, como es el caso de este que tiene cuatro rezagos del crecimiento del PIB y un término de media móvil. El modelo ARMA(4,1) produce una raíz del error cuadrático medio de predicción de 1.81 %, mayor o igual que los reportados en el párrafo anterior para el modelo de *nowcasting* durante el mismo horizonte de predicción. Esto indica que, al menos comparado con este modelo de predicción del crecimiento del PIB, el modelo de *nowcasting* tiene un mejor desempeño predictivo.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup>Sin embargo, el test de [Diebold and Mariano \(2002\)](#) para comparar la precisión predictiva de dos modelos no permite concluir que el modelo de *nowcasting* es significativamente mejor que el ARMA(4,1) en términos estadísticos a los niveles de significancia usuales.

## Apéndice A Variables utilizadas y procesamiento de los datos

Las variables utilizadas, el momento de su disponibilidad con respecto al inicio del trimestre, su frecuencia, la fuente, y la transformación realizada para estimar el DFM aparecen en el Cuadro 2.

Una transformación que es necesaria mencionar es con respecto al indicador de situación presente (ISP). El Banco Central del Ecuador cambia la metodología de cálculo de esta variable en diciembre de 2014, por lo que el indicador no es comparable antes y después de esta fecha. Para empatar los dos periodos, se toma el ISP hasta noviembre de 2014 con la metodología anterior y se proyecta lo que habría sido el ISP en diciembre de 2014 utilizando el promedio de las tasas de crecimiento del ISP bajo la metodología anterior en los tres últimos meses. A partir de enero de 2015, se aplica la tasa de crecimiento del ISP bajo la nueva metodología a la proyección obtenida para diciembre de 2014.

## Apéndice B Obtención del número de rezagos del factor

El DFM requiere especificar el número de rezagos del VAR en la ecuación (2). Una forma de hacerlo es a partir de la obtención de los criterios de información. Para llevar a cabo el procedimiento, se estima modelos autorregresivos del factor obtenido con un número diferente de rezagos; en este caso, hasta 10 rezagos. El número de rezagos que debe escogerse es el que está asociado al valor mínimo de los criterios de información de entre el número de rezagos propuesto. Aquí se considera los tres más conocidos: el criterio de información bayesiano (BIC), el criterio de información de Akaike (AIC), y el criterio de información de Hannan-Quinn (HQ). El Cuadro 3 resume los resultados.

De acuerdo al BIC, el número de rezagos que debería tener el modelo es 5, mientras que el AIC prefiere 10 y el HQ, 8. Es conocido que el BIC tiende a seleccionar modelos más

parsimoniosos para explicar los datos dentro de la muestra, mientras que el AIC tiende a escoger modelos que hacen *overfitting* a los datos y que suelen ser mejores para predecir. Para el caso de este trabajo, no se busca predecir el factor, sino encontrar el número de rezagos que mejor lo ajusten. Por consiguiente, se trabaja con 5 rezagos, como determina el BIC.

Cuadro 2: Variables Macroeconómicas

Variable	Sincronización	Frecuencia	Fuente	Transformación
Exportaciones petroleras	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Exportaciones no petroleras	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Importaciones de bienes de consumo	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Importaciones de materias primas	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Importaciones de bienes de capital	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Importaciones de combustibles y lubricantes	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Índice de precios al consumidor	Semana 5	Mensual	INEC	Cambio % t/t-12
Índice de precios al consumidor, excluye alimentos y bebidas	Semana 5	Mensual	INEC	Cambio % t/t-12
Índice de precios al productor (incluye productos de exportación)	Semana 10	Mensual	INEC	Cambio % t/t-12
Índice de Actividad Económica Coyuntural (serie bruta)	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Precio promedio del total de petróleo crudo exportado	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % mensual
Producción nacional de petróleo	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Retenciones mensuales impuesto a la renta	Semana 8	Mensual	SRI	Cambio % t/t-12
Recaudación mensual del impuesto al valor agregado	Semana 8	Mensual	SRI	Cambio % t/t-12
Personal ocupado en sector industrial	Semana 7	Mensual	BCE	Promedio móvil 12 meses
Personal ocupado en sector comercial	Semana 7	Mensual	BCE	Promedio móvil 12 meses
Personal ocupado en sector construcción	Semana 7	Mensual	BCE	Promedio móvil 12 meses
Personal ocupado en sector servicios	Semana 7	Mensual	BCE	Promedio móvil 12 meses
Volumen de producción industrial	Semana 7	Mensual	BCE	Promedio móvil 12 meses
Volumen de ventas comercial	Semana 7	Mensual	BCE	Promedio móvil 12 meses
Volumen de producción construcción	Semana 7	Mensual	BCE	Promedio móvil 12 meses
Volumen de ventas servicios	Semana 7	Mensual	BCE	Promedio móvil 12 meses
Indicador de situación presente	Semana 7	Mensual	BCE	Ninguna
Depósitos a la vista (panorama financiero)	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Cuasidinerero (panorama financiero)	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Cartera por vencer crédito al sector privado (panorama financiero)	Semana 10	Mensual	BCE	Cambio % t/t-12
Consumo energía (nacional)	Semana 10	Mensual	ARCONEL	Cambio % t/t-12
Índice de nivel de actividad económica registrada	Semana 11	Mensual	INEC	Ninguna
Producto interno bruto en dólares del año 2000	Semana 12	Trimestral	BCE	Interpolación cuadrática

Cuadro 3: Número de rezagos del factor y criterios de información

Número de rezagos	Criterios de información		
	BIC	AIC	HQ
1	-0.7327	-1.2951	-1.0668
2	-1.9547	-2.9858	-2.5673
3	-1.9879	-3.4877	-2.8789
4	-2.3265	-4.2950	-3.4960
5	-2.3990*	-4.8361	-3.8469
6	-2.3270	-5.2328	-4.0533
7	-2.1218	-5.4962	-4.1265
8	-1.8971	-5.7402	-4.1802*
9	-1.4222	-5.7340	-3.9838
10	-1.1164	-5.8969*	-3.9564

\* denota el número de rezagos escogido por cada uno de los criterios de información.



## Referencias

- Aarons, Grant, Daniele Caratelli, Matthew Cocci, Domenico Giannone, Argia Sbordone, and Andrea Tambalotti. (2016) “Just Released: Introducing the FRBNY Nowcast.”
- Agencia de Regulacion y Control de Electricidad. (2017 (Accesado: 2017-10-29)) *Demanda mensual de energia electrica*, <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/estadistica-del-sector-electrico/demanda-mensual/>.
- Bai, Jushan and Serena Ng. (2002) “Determining the Number of Factors in Approximate Factor Models.” *Econometrica*, 70, 191–221.
- Banbura, Marta, Domenico Giannone, Michele Modugno, and Lucrezia Reichlin. (2013) “Now-Casting and the Real-Time Data Flow.” in *Handbook of Economic Forecasting*, 2: Elsevier, Chap. Chapter 4, 195–237.
- Banbura, Marta and Michele Modugno. (2014) “Maximum likelihood estimation of factor models on data sets with arbitrary pattern of missing data.” *Journal of Applied Econometrics*, 29, 133–160.
- Banco Central del Ecuador. (2017 (Accesado: 2017-10-29)a) *Indice de Actividad Economica Coyuntural*, <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/313-indice-de-actividad-econ~3mica-coyuntural-ideac>.
- Banco Central del Ecuador. (2017 (Accesado: 2017-10-29)b) *Indice de Confianza del Consumidor*, <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/320~A\discretionary-ndice-de-confianza-del-consumidor>.
- Cattell, Raymond B. (1966) “The Scree Test For The Number Of Factors.” *Multivariate Behavioral Research*, 1, 245–276, PMID: 26828106.
- Chernis, Tony and Rodrigo Sekkel. (2017) “A Dynamic Factor Model for Nowcasting Canadian GDP Growth.” staff working papers, Bank of Canada.

- Cuevas, Angel and Enrique M. Quilis. (2012) “A factor analysis for the Spanish economy.” *SERIEs*, 3, 311–338.
- Diebold, Francis and Roberto Mariano. (2002) “Comparing Predictive Accuracy.” *Journal of Business & Economic Statistics*, 20, 134–44.
- Ekos. (2017 (Accesado: 2017-07-22)) *Indice de Actividad Economica*, <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=8770>.
- Giannone, Domenico, Lucrezia Reichlin, and David Small. (2008) “Nowcasting: The real-time informational content of macroeconomic data.” *Journal of Monetary Economics*, 55, 665–676.
- Higgins, Patrick. (2014) “GDPNow: A Model for GDP "Nowcasting".” FRB Atlanta Working Paper 2014-7, Federal Reserve Bank of Atlanta.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2017 (Accesado: 2017-10-29)) *Indice de Nivel de Actividad Registrada*, <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/indice-de-nivel-de-la-actividad-registrada/>.
- Kwiatkowski, Denis, Peter C.B. Phillips, Peter Schmidt, and Yongcheol Shin. (1992) “Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?” *Journal of Econometrics*, 54, 159 – 178.
- Liu, Philip, Troy Matheson, and Rafael Romeu. (2012) “Real-time forecasts of economic activity for Latin American economies.” *Economic Modelling*, 29, 1090–1098.
- Phillips, Peter C. B. and Pierre Perron. (1988) “Testing for a Unit Root in Time Series Regression.” *Biometrika*, 75, 335–346.
- Solberger, Martin and Erik Spånberg. (2017) “Estimating a dynamic factor model in EViews using the Kalman Filter and smoother.”

Tirado, Abel Rodriguez, Marcelo Delajara, and Federico Hernandez Alvarez. (2016) “Nowcasting Mexico’s Short-Term GDP Growth in Real-Time: A Factor Model versus Professional Forecasters.” *ECONOMIA JOURNAL OF THE LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN ECONOMIC ASSOCIATION*, Volume 17 Number 1, 167–182.