

# *Lo que no se diseña no se construye. La ingeniería como indicador adelantado de la economía.*

Pablo Cristi Worm\*

## Abstract

Para realizar análisis y predicciones sobre el ciclo económico, resulta útil considerar variables ligadas a los proyectos de ingeniería. En este trabajo, se analiza en qué medida las horas-hombre en proyectos de ingeniería predicen fluctuaciones en la inversión, la producción, el desempleo y la inflación. Para ellos, se realizan proyecciones pseudo fuera-de-muestra utilizando modelos *Autoregressive Distributed Lag* (ADL) que, incorporando rezagos de la variable dependiente e independiente, permiten evaluar la capacidad predictiva de las horas hombre sobre el ciclo económico. En términos generales, se concluye que las horas hombre tienen capacidad predictiva sobre los quiebres del ciclo económico. Las horas hombre en ingeniería son capaces de mejorar las proyecciones en las variaciones de la producción nacional, la inversión, la empleabilidad y la inflación. Los modelos con un mejor desempeño se basan en las horas hombre pre inversionales o las horas hombre en gestión de la construcción e inspecciones. A su vez, las horas hombre destinadas a proyectos en minería tienen un alto impacto al momento de hacer proyecciones, así también aquellas destinadas a infraestructura hidráulico-sanitaria y energía.

JEL: E27 - Predicción y simulación

Keywords: Ciclo económico, horas-hombres, ingeniería.

---

\*Pablo Cristi es Ingeniero Comercial y Magister en Análisis Económico de la Universidad Diego Portales. En la Asociación de Ingenieros Consultores de Chile se desempeña como Jefe de Estudios.

## 1. Introducción

Este trabajo busca evaluar en qué medida las horas-hombres invertidas en proyectos de ingeniería son un buen predictor de la inversión, la producción, el desempleo o la inflación. El estudio de la industria de ingeniería civil es relevante en cuanto las consultorías en ingeniería están fuertemente ligada a los nuevos proyectos estructurales que se realizan en un país; *lo que no se diseña, no se construye*. Este trabajo se diferencia a la literatura existente ya que, al menos en la revisión realizada, no existe ninguna investigación que incorpore las horas-hombres en ingeniería como predictor de la actividad económica. Desde este punto de vista, la presente investigación aporta un nuevo conjunto de información para la construcción de los indicadores líderes de la actividad económica. La pregunta que guía esta investigación es ¿En qué medida las horas-hombre en proyectos de ingeniería predicen fluctuaciones en la inversión, la producción, el desempleo y la inflación? La hipótesis de trabajo es que existe una relación de causalidad entre las horas-hombres en proyectos de ingeniería y la inversión. Se intuye que una caída en la demanda de horas-hombres en proyecto de ingeniería, permitiría predecir una caída en variables macroeconómicas, como la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), el Producto Interno Bruto (PIB), el Índice Mensual de Actividad Económica (IMACEC), las Unidades de Fomento (UF), el Índice de Precios al Consumidor (IPC), e incluso, tiene repercusiones importantes sobre el empleo, ya que el sector de construcción e inmobiliario representa sobre el 12 % del empleo nacional<sup>1</sup>. Para el estudio de esta industria se utiliza información sobre las horas-hombres invertidas en proyectos de ingeniería proporcionada por la Asociación de Empresas Consultoras en Ingeniería de Chile (AIC A.G). Esta información es recolectada trimestralmente desde 1998 y clasificada según áreas de ingeniería; pre-inversional, ingeniería de detalles, y gestión de la construcción e inspecciones, y según subsector económico; Infraestructura en Minería, Infraestructura General, Infraestructura Hidráulica-Sanitaria, Edificación Urbana, Infraestructura Industrial, Infraestructura Energética, y Otros tipos de Infraestructuras. Además, esta información se clasifica según el tipo de mandante en público o privado.

Los Bancos Centrales de todo el mundo invierten grande recursos construyendo modelos de estimación y predicción de las fluctuaciones económicas. Anticipar una fuerte desaceleración de la economía, o afirmar que nos encontramos en una etapa de recuperación sostenida es relevante para las autoridades económicas y fiscales de un país, y también para las empresas privadas, algunas de ellas con departamentos de estudios especialmente dedicados a predecir el comportamientos de las variables macroeconómicas. El estudio de ciclos económicos ha demostrado que éstos no exhiben un comportamiento regular. Esto sugiere que la economía es perturbada por distorsiones de diferentes tipos y tamaños durante intervalos aleatorios y luego, esas distorsiones se propagan por la economía. Durante una recesión, la inversión es la que muestra una mayor volatilidad. Específicamente la inversión en capital fijo e inventarios son las que más se ven afectadas, luego el consumo de bienes durables y el consumo de servicios (Romer, 2012). Así como estos componentes del PIB son los más afectados du-

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Estadística. Disponible [online] desde [www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/mercado\\_del\\_trabajo/nene/cifras\\_trimestrales.php](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/mercado_del_trabajo/nene/cifras_trimestrales.php)

rante una recesión, también son los más afectados durante un periodo de expansión. En este sentido, el estudio y predicción del ciclo económico es importante para conocer las condiciones del entorno de los negocios de las empresas. En la literatura destacan como variables relevantes para predecir la inversión la venta de cemento y materiales de construcción, el despacho de hormigón, el precio del cobre, los permisos de edificación, la oferta de viviendas, la liquidez y velocidad de circulación del dinero, la tasa de interés de los bancos y las encuestas de expectativas empresariales entre otros (Pederson 2008; Bravo & Franken 2002; Flores 2014; Gómez 2007). Mi intención es probar la relevancia de las horas hombres en ingeniería como un nuevo conjunto de información que permita afinar los modelos de predicción. En términos concretos, el índice de actividad económica de la industria de ingeniería es demandado por el Banco Central de Chile, bancos privados e instituciones financieras<sup>2</sup>.

A partir del análisis que realiza Romer (2012) sobre los ciclos económicos, es de esperar que en la predicción del ciclo económico, las horas hombres invertidas en proyectos de ingeniería tengan una mayor capacidad predictiva sobre la producción y la inversión, ya que durante las fluctuaciones del ciclo económico estas variables son las que más se ven afectadas. De la misma forma, se espera que las horas hombres tengan una mayor capacidad predictiva sobre la tasa de desempleo que sobre el número de ocupados. Finalmente, es de esperar que la capacidad predictiva sobre la inflación sea baja, ya que una fluctuación del ciclo económico afecta en menor medida a esta variable. Todos estos supuestos son corroborados por esta investigación.

Uno de los criterios más utilizados para considerar una serie como líder es la que propone el NBER<sup>3</sup> (Keen 1983; Silver 1991), el cual considera que dos caídas consecutivas en la serie líder durante la fase expansiva del ciclo pueden ser interpretadas como una señal de que la fase de crecimiento se agotará en los periodos siguientes al de la segunda caída de la serie. Para calificar esta señal como falsa se requieren al menos dos incrementos sucesivos en la serie con posterioridad a la presunta señal.

Dos características deseables que debe tener un indicador líder son *(a)* eficiencia, es decir, la capacidad de liderar el ciclo de referencia y adelantar puntos de quiebre con una alta correlación entre las dos series, y *(b)* simpleza en el sentido de requerir la menor cantidad de información posible sin sacrificar la eficiencia.

Una ventaja de las series trimestrales es que existen más datos disponibles que otras series. Por ejemplo, el PIB trimestral es publicado por el Banco Central con detalles de la demanda y la oferta, por sectores económicos y zonas geográficas.

Para evaluar la capacidad predictiva de las series de tiempo de horas hombres invertidas en proyec-

---

<sup>2</sup>Entre estas destacan el Banco Santander, BTG Pactual, y la Cámara Chilena de la Construcción.

<sup>3</sup>National Bureau of Economic Research

tos de ingeniería construí un modelo ADL<sup>4</sup> donde la variable dependiente de interés, por ejemplo la formación bruta de capital fijo, es regresionada contra sus propios rezagos y los rezagos de la serie de horas hombres. Este ejercicio se realizó considerando la serie del total de horas hombres y las subclasificaciones por subsector económico y por área de ingeniería. Se busca evaluar si el modelo que incluye los rezagos de las horas hombres es capaz de mejorar la predicción de la variable dependiente basada en su propia historia. Para cada variable dependiente se evaluaron 72 modelos autoregresivos de la forma  $AR(p)$ <sup>5</sup>, de los cuales se escogió el que arrojó un menor error de predicción, medido a través de la raíz del error cuadrático medio de predicción (RMSFE). Este modelo se utilizó como *benchmark*. Luego, para cada variable se evaluaron 1.296 modelos de predicción fuera de muestra, donde se rescataron aquellos con menor error de predicción (RMSFE) considerando tres clasificaciones de las horas hombres; por área de ingeniería, por subsector económico y el total de las horas hombres. Estos modelos se compararon respecto al *benchmark* para determinar si las horas hombres aportan información relevante sobre la predicción de la variable. En total, se analizaron 9.576 modelos, los que permitieron determinar que las horas hombres sí aportan información relevante en la predicción de las variables dependientes incluidas en este estudio.

Se exige que el modelo que incorpora las horas hombres en ingeniería sea capaz de mejorar las proyecciones realizadas por un modelo autoregresivo a fin de precisar un quiebre de tendencia en la variable dependiente. Las horas hombres en ingeniería son capaces de mejorar las proyecciones en las variaciones de la producción, la inversión, la empleabilidad y la inflación. Los modelos con un mejor desempeño se basan en las horas hombres pre inversionales o las las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones. A su vez, las horas hombres destinadas a proyectos de infraestructura en minería tienen un alto impacto al momento de hacer proyecciones, así también aquellas destinadas a infraestructura hidráulico-sanitaria y energía.

Para el caso de la producción, las horas hombres destinadas a la gestión de la construcción e inspecciones, y las horas hombres destinadas a proyectos de edificación urbana e infraestructura industrial son los que muestran una mayor capacidad predictiva sobre el PIB y el IMACEC. Al evaluar la capacidad predictiva de las horas hombres en ingeniería sobre la inversión, destacan los modelos que incorporan las horas hombres pre inversionales y las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura minera. Las horas hombres pre inversionales están destinadas a evaluar la factibilidad de un proyecto de inversión en el largo plazo, por lo que resulta altamente intuitivo que sea esta clasificación la que prediga mejor las fluctuaciones en la inversión. De forma similar, los proyectos de infraestructura minera son los que más demandan horas hombres en las empresas de ingeniería, sólo esta categoría ocupa el 50% de la demanda del mercado. Respecto a las variables de empleabilidad, las horas hombres destinadas a ingeniería de detalle muestran menores errores de predicción a los del modelo *benchmark*. Estas horas hombres están destinadas al diseño y evaluación de los proyectos de

---

<sup>4</sup>Autoregressive distributed lag

<sup>5</sup>Un modelo que sólo considera rezagos de la variable dependiente

inversión. Finalmente, para el caso de la inflación, los modelos que incorporan las horas hombres pre inversionales disminuyen el error de predicción de los modelos *benchmark* un periodo hacia adelante. Los modelos que incorporan la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía mejoran las proyecciones de los modelos *benchmark* un periodo hacia adelante. Sin embargo, en general, las horas hombres en ingeniería no tiene un buen desempeño en proyecciones más allá de un periodo.

## 2. Marco Teórico

En la literatura destacan los análisis de ciclos económicos y predicción de variables basadas en los modelos neokeynesianos y curvas de Phillips. Estos modelos comenzaron a ser usados cuando Fisher (1926) documentó una relación empírica entre el desempleo y la inflación. Posteriormente, otros trabajos, como Phillips (1958) y Samuelson y Solow (1960)<sup>6</sup>, documentaron una relación negativa entre la tasa de desempleo y la tasa de inflación o la tasa de crecimiento del salario nominal. Destaca también el trabajo de Galí y Gertler (1999) quienes construyen un modelo de curva de Phillips *forward-looking*. En la construcción de la curva de Phillips utilizan los costos marginales de las firmas para la estimación de la inflación, concluyendo que los costos marginales son significativos y cuantitativamente importantes para la determinación de la inflación. Stock y Watson (1999) construyen un modelo de predicción de la inflación basada en la curva de Phillips convencional utilizando el desempleo para explicar la inflación, sin embargo, sugieren que la predicción puede mejorar si se utiliza una curva de Phillips generalizada basada en medidas agregadas de la actividad real. Los autores señalan que dentro de los métodos utilizados para predecir la inflación, las curvas de Phillips son considerados estables y confiables en la generación de pronósticos. De hecho en ese artículo, Stock y Watson (1999) dedican parte de su esfuerzo en evaluar la estabilidad de una determinada curva de Phillips que incluye desempleo y rezagos de inflación como predictores. Si bien ellos detectan cierta inestabilidad en esta ecuación, ésta es atribuida fundamentalmente a los coeficientes asociados a los rezagos de la inflación, mientras que los coeficientes asociados a medidas de actividad económica son hallados relativamente estables. Estos modelos están basados en la idea de que existe una tasa base de desempleo a la cual la inflación tiende a permanecer constante. La idea es que, cuando el desempleo está por debajo de esta tasa base, la inflación tiende a subir, y cuando el desempleo está por sobre esta línea, la inflación tiende a bajar. Esta tasa base del desempleo es conocida como NAIRU<sup>7</sup> (Atkinson & Ohanian 2001). Este tipo de curvas de Phillips es el que utilizan, por ejemplo, Stock y Watson (1999). Otros ejemplos de la utilización de este tipo de modelos son Clark y McCracken (2006), Canova (2007) Stock y Watson (2008), Rossi y Sekhposyan (2009), y ejemplos en Chile destacan García y Restrepo (2003), y Pincheira y Rubio (2010).

<sup>6</sup>Samuelson y Solow (1960) presentan uno de los gráficos más conocidos de la curva de Phillips basada en datos trimestrales del desempleo como un porcentaje de la fuerza laboral de Estados Unidos contra los cambios en el Deflactor Implícito de Precios para el PIB de Estados Unidos

<sup>7</sup>Non-accelerating inflation rate of unemployment

Los modelos con curva de Phillips comenzaron a ser ampliamente utilizados a partir de los trabajos realizados por Stock y Watson (1999) y Galí y Gertler (1999), quienes concluyen que, dentro de los métodos utilizados hasta la fecha para predecir la inflación, las curvas de Phillips son consideradas estables y confiables en la generación de pronósticos. Sin embargo, este método tiene importantes críticas, donde destacan Atkenson y Ohanian (2001), Clark y McCracken (2006), y Rossi y Sekhposyan (2009). Incluso, Stock y Watson (2008), casi 10 años después de publicar *Forecasting inflation* (1999) concluyen que las curvas de Phillips, entendidas como modelos para predecir la inflación en base a una o más variables de actividad, tendrían capacidad predictiva sólo en algunos periodos específicos, mientras que en otros esta capacidad predictiva simplemente desaparecería o no sería superior a la de algunos modelos simples (Pincheira & Rubio, 2010). Por otro lado Atkenson y Ohanian (2001) muestran que un simple modelo univariado basado en la inflación pasada promedio, vence a modelos económicos relativamente más complejos basados en la curva de Phillips (Stock & Watson, 2008; Pincheira & García, 2009).

En 1970, Box y Jenkins proponen eliminar la utilización de variables explicatorias propuestas por la teoría económica y concentrarse sólo en el comportamiento pasado de las series a explicar o predecir. La forma general de estos modelos son los procesos ARIMA<sup>8</sup>. Esta metodología ha sido extendida para incorporar más de una sola variable, lo que da lugar a los *modelos multivariados Box-Jenkins*, donde un vector de variables es modelado en un proceso ARIMA. Los modelos SARIMA<sup>9</sup> son extensiones de los modelos ARIMA para modelar series de tiempo con patrón estacional. Estos modelos resuelven la incapacidad de los modelos ARIMA para caracterizar las funciones de autocorrelación de procesos estacionales. Un proceso estacional contiene una función de autocorrelación que presenta fuertes incrementos en torno a los rezagos asociados a la estacionalidad de la serie; múltiplos de 12 en series mensuales, o múltiplos de 4 en series trimestrales. Este patrón de autocovarianzas es capturado en forma más adecuada por los modelos SARIMA. La modelación SARIMA incorpora directamente el patrón estacional de una serie, sin imponer separabilidad en componentes estacionales y no estacionales. Esta posibilidad de modelación conjunta es muy atractiva para el objetivo de predicción. En efecto, al predecir una serie con estacionalidad, muchas veces se procede en dos etapas; primero se filtra la serie de su componente estacional, bajo el supuesto de que esto es posible, es decir, que los componentes estacionales y no-estacionales son separables. Luego, se proyecta la serie desestacionalizada y se realiza un análisis para luego construir una predicción unificada de la serie original (Pincheira & García, 2009). El problema es que, en la mayoría de los casos, no es posible separar los componentes estacionales y no-estacionales. En el caso de series que se ven afectadas por tendencia regular y estacionalidad, Box y Jenkins (1970) proponen que la mayoría de las series se pueden estacionalizar diferenciándolas. Una versión un poco más compleja de los modelos presentados por Box y Jenkins (1970) son los SEMTSA<sup>10</sup>, basado en la idea de que modelos econométricos estructura-

<sup>8</sup>Autoregressive Integrated Moving Average.

<sup>9</sup>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Model

<sup>10</sup>Structural econometric time series approach.

les de ecuaciones dinámicas (modelos dinámicos de ecuaciones simultáneas) son casos especiales de los modelos multivariados Box-Jenkins donde una restricción *a priori* basada en la teoría económica es impuesta en los parámetros. Sims (1980) critica que las restricciones impuestas a los modelos de ecuaciones simultáneas para identificarlas son *increíbles*<sup>11</sup> ya que en un análisis de equilibrio general todas las variables económicas afectan las otras variables. Como respuesta Sims (1980) propone los modelos VAR<sup>12</sup>. Sin embargo, estos modelos presentan un gran número de parámetros en relación a la cantidad de datos. Este problema aplica en muchos casos de la realidad chilena, incluyendo los datos que se presentan en esta investigación, donde la serie trimestral comienza en 1998. Una forma de solucionar este problema es el planteado por Lütkepohl (1993), quien propone un modelo VARMA, el cual incorpora medias móviles, lo que convierte al modelo en un proceso más flexible. Sin embargo, un método más utilizado son los VAR bayesianos, los cuales proponen un camino aleatorio para realizar una proyección (Litterman, 1980; Doan, Litterman, & Sims, 1984; Sims, 1993). Además, las estimaciones bayesianas tienen la característica de solucionar el problema de muestra pequeña para la estimación de parámetros (García, González, & Moncado, 2013).

En la literatura también destacan los Modelos Dinámicos Estocásticos de Equilibrio General, los cuales incorporan una estructura económica mejor fundamentada. Estos modelos surgen tras las propuestas de Smet y Wouters (2003; 2007), y Christiano, Eichenbaum, y Evans (2005), y han tenido aplicaciones en Chile con García y Restrepo (2007), Medina y Soto (2006; 2007), Caputo, Liendo, y Medina (2007) entre otros. García, González y Moncado (2013) aseguran que este tipo de modelos mejora la proyección de las variables económicas. Sin embargo, no es la intención de este trabajo construir un modelo de equilibrio general, ya que se busca testear la capacidad predictiva de las horas-hombres invertidas en proyectos de ingeniería sobre los quiebres en el ciclo económico.

Tras las críticas de Sims (1980), Clark y McCracken (2006), Rossi y Sekhposyan (2009) y Stock y Watson (2008) a los modelos de equilibrio general, y los resultados expuestos por García, González y Moncado (2013), quienes realizan estimaciones utilizando varias metodologías y llegan a la conclusión de que las series de tiempos tradicionales obtienen resultados tan buenos como los Modelos Dinámicos Estocásticos de Equilibrio General. En este trabajo se ha optado por utilizar modelos autoregresivos que permitan predecir las variaciones de las variables macroeconómicas a través de los rezagos de la propia variable dependiente y de los rezagos de variables independientes, en particular, las horas-hombres.

Kopcke (1993) intenta predecir la inversión utilizando encuestas de expectativas, sin embargo llega a la conclusión de que este tipo de predicción no es muy precisa. Flores (2014) construye un indicador líder que permite anticipar el dinamismo de la inversión privada considerando variables reales, indicadores

---

<sup>11</sup>Sims (1980) critica la arbitrariedad de las restricciones, exclusiones y definición de variables endógenas y exógenas que imponían los modelos tradicionales sobre las series de tiempo.

<sup>12</sup>Modelo de ecuaciones simultáneas donde cada variable depende de sus propios rezagos, de los rezagos de otras variables y errores de correlación



de costo de financiamiento y expectativas. Utilizando una metodología de componentes principales y factores dinámicos logra predecir la inversión entre 3 a 5 meses. Gomez (2007) construye un indicador líder para la actividad de la construcción en Argentina que permite anticiparse en un año a los picos y valles del Indicador Sintético de la Actividad de la Construcción. Fridriksson y Zoega (2012) evalúan el volumen de publicidad como un indicador líder para la formación de capital bruto, y concluyen que es posible adelantar las fluctuaciones en la inversión ya que la publicidad contienen información acerca de las expectativas de las firmas.

Cheung (2009) evalúa si el precio de los commodities pueden ser usados como un indicador líder de la inflación. Para ello, se basa en los análisis de Hamilton y Kim (2000) y Calza (2008). La intención es regresionar la variable dependiente contra sus rezagos, la brecha de producto y el cambio de un periodo en el precio real de los commodities. Este modelo se puede estimar por mínimos cuadrados ordinarios, y al igual que los utilizados por Bravo y Franken (2002) y Pedersen (2008), están basados en Auerbach (1981). Utilizando datos trimestrales, el modelo construido por Cheung (2009) permite una predicción con cuatro trimestres de anticipación y alcanza un R-cuadrado ajustado de hasta un 90%. Pincheira y Garcia (2009) investigan la precisión y estabilidad de las proyecciones de inflación en Chile provenientes de una determinada subfamilia de modelos SARIMA. Estos autores comparan sus proyecciones con aquellas provenientes de encuestas de expectativas económicas y simples modelos univariados. Comparando en base al Error Cuadrático Medio fuera de muestra, las proyecciones realizadas por estos autores son más precisas que las predicciones de los métodos univariados. Puntualmente, concluyen que las encuestas de expectativas económicas son más precisas en proyecciones a un mes, pero pierden consistencia a tres meses.

En la literatura destacan dos paradigmas que buscan explicar el desempleo. Una corriente sostiene que el desempleo es un problema de *matching* entre trabajadores y empleos. Y la otra corriente afirma que el desempleo es producto de la falta de características *Walrasianas* en la economía. Romer (2012) sostiene que es poco probable que los problemas de *search and matching* sean la causa del desempleo de largo plazo. En contraparte, atribuye gran importancia al salario real como explicación de la tasa de desempleo. Muchos cambios de trabajo son explicados por el aumento de salario en una nueva oferta laboral (Topel y Ward, 1992), sobre todo en trabajadores más jóvenes. Por otro lado, el desempleo es una causa de las fluctuaciones dinámicas de la economía y las complejidades del mercado laboral (Davis y Haltiwanger, 1990; 1992). La idea de las variaciones cíclicas ha tomado fuerza en la literatura (Blanchard and Diamond, 1990; Foote, 1998; Davis, Faberman, and Haltiwanger, 2006; Elsby, Michaels, y Solon, 2009). Para estos autores la pregunta relevante es hasta qué punto el aumento de la tasa de desempleo es el resultado de aumentos en la destrucción de puestos de trabajo. En Chile, Pincheira (2014) construye un modelo de predicción del empleo basado en una encuesta de confianza empresarial. Los modelos buscan predecir las variaciones en doce meses y la tasa de crecimiento del desempleo en tres meses. Para ello, construye modelos que actúan dentro y fuera de la muestra, y que



incluye modelos como el ADL<sup>13</sup>, un proceso SARIMA y un modelo VAR. Para esto se construyó una ventana de estimación, y como medida de predicción utiliza la Raíz del Error Cuadrático Medio de Predicción y el Error Absoluto Medio de Predicción. Pincheira (2014) llega a la conclusión de que el índice de confianza empresarial tiene una baja capacidad predictiva.

Camba-Mendez *et al.* (2001) construye un indicador líder automático de la actividad económica para varios países de la zona euro basado en variables financieras, entre las que destaca la tasa de interés. Concluye que éste tiene un mejor desempeño que un modelo autoregresivo del PIB, y en algunos casos mejor que un modelo VAR. Ang *et al.* (2006) se cuestiona específicamente qué puede decir la curva de rendimiento de la tasa de interés sobre el PIB. Los autores construyen un modelo VAR dinámico para el crecimiento y los rendimientos del PIB que elimina las posibilidades de arbitraje entre bonos con diferentes maduraciones. Afirman que su desempeño es más eficiente que un modelo de regresión por mínimos cuadrados ordinarios. Ang *et al.* (2006) concluyen que las tasas nominales de corto plazo contienen más información sobre el crecimiento del PIB que algunas series de tiempo más extendidas. Bravo y Franken (2002) desarrollan una metodología para construir indicadores de la actividad económica en Chile. Puntualmente, buscan crear un indicador líder del IMACEC<sup>14</sup>. Basados en Auerbach (1981), proponen ponderar cada variable de acuerdo a los parámetros obtenidos de una regresión de mínimos cuadrados ordinarios donde la variable dependiente, la tasa de cambio de la variable cíclica a predecir, es regresionada contra sus propios rezagos y los rezagos de la variable independiente, o un conjunto de variables, que se está utilizando para predecir. Bravo y Franken (2002) y Pedersen (2008) proponen una serie de criterios para seleccionar si una serie es un buen predictor. Entre estos criterios destacan (a) la correlación cruzada entre una variable y los rezagos de otra variable. (b) La predictibilidad, entendida como la información que posee el pasado de una serie respecto del futuro de sí misma. De esta forma, una serie con un mayor grado de predictibilidad será mejor candidata al momento de construir el indicador líder. (c) Un test de causalidad de Granger (1969) para determinar si la variable independiente causa la variable dependiente, o bien, saber si el indicador líder tiene significancia estadística. Bravo y Franken (2002) construyen cuatro indicadores líderes para el IMACEC donde la metodología del NBER<sup>15</sup> resulta ser la más satisfactoria en términos de evaluación de señales, anticipando los cambios de fase del ciclo en un trimestre. Luego de evaluar más de cien series, los autores destacan que las que tienen mayor significancia sobre las fluctuaciones en el IMACEC son el M1A<sup>16</sup>, la tasa de política Monetaria, el Índice de Precio Selectivo de Acciones Real (IPSA), la tasa de interés de captación 90-365 días reajutable, la tasa interna de retorno de las letras hipotecarias y PRC<sup>17</sup> a 20 años, el precio del cobre, el porcentaje de protestos de cheques, los meses de stock de viviendas<sup>18</sup> y la desviación del producto externo con respecto a su tendencia. Los modelos construidos

<sup>13</sup>Autoregressive Distributed Lag Model

<sup>14</sup>Índice Mensual de Actividad Económica.

<sup>15</sup>Sistema de asignación de puntajes en base a una serie de criterios.

<sup>16</sup>M1A se refiere a la forma más líquida del dinero, por lo general se refiere al circulante más los depósitos a la vista

<sup>17</sup>Pagaré Reajutable con Cupones

<sup>18</sup>Corresponde al cociente de la venta mensual de casas y departamentos con el stock de estos mismo.

por Bravo y Franken (2002) alcanzan un  $R^2$  ajustado sobre un 80 %. Un ejercicio similar es realizado por Firinguetti y Rubio (2003), pero estos autores se diferencian en la utilización de modelos estimados con regresiones tipo Ridge<sup>19</sup>. Pedersen (2008), aplica la metodología de la OCDE para calcular un indicador líder compuesto del IMACEC. El autor evalúa 234 series relacionadas a demanda y actividad, comercio exterior, mercado laboral, mercados financieros, precios y salarios, y encuestas de expectativas, y considera que 76 series tienen las características de indicadores líderes. Pedersen (2008) destaca que las series de demanda y actividad y los mercados financieros, y las de comercio exterior son las que mejor permiten predecir los ciclos del IMACEC. Menos relevantes son las variables de precios y salarios, así como los datos del mercado laboral. Las encuestas de expectativas cuentan con muy poca información para convertirse en indicadores líderes. De hecho, el modelo que mejores predicciones entrega adelanta dos meses el ciclo de referencia y tiene un coeficiente de correlación de 0,95.

### 3. Los datos

Se utilizan dos fuentes principales para los datos. Las variables dependientes son obtenidas de los datos publicados por el Banco Central de Chile. Estas son el Producto Interno Bruto (PIB), las Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), el Índice Mensual de Actividad Económica (IMACEC), la Tasa de Desempleo, el Número de Ocupados, Las Unidades de Fomento (UF), y el Índice de Precios al Consumidor (IPC). A pesar de que la Tasa de Desempleo, el Número de Ocupados y el Índice de Precios al Consumidor son calculadas oficialmente por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), esta información está publicada en el sitio web del Banco Central de Chile. Respecto a las variables independientes, las horas hombres ocupadas en proyectos de ingeniería y su clasificación por área de ingeniería y subsector económico, fueron proporcionadas por la Asociación Gremial de Empresas Consultoras de Ingeniería de Chile (AIC A.G.). Todas las variables en este estudio son recolectadas trimestralmente y corresponden al promedio trimestral.

Para el PIB se considera el volumen de la serie empalmada con la serie de referencia del 2008. La FBCF corresponde al volumen de la serie en referencia 2008 y está medida en millones de pesos encadenados. Para el IMACEC se considera la serie original desestacionalizada<sup>20</sup> empalmada con la serie de referencia del 2008. La tasa de desempleo corresponde a la razón entre desocupados y fuerza de trabajo. Para el período febrero 1986 a febrero 2010 se utilizan las series empalmadas por el INE

<sup>19</sup>Método de estimación que consiste en buscar estimadores que pueden ser sesgados pero con menor error cuadrático medio. También conocido como regresión contraída

<sup>20</sup>La serie desestacionalizada del IMACEC se obtiene a partir de la agregación de sus componentes ajustados por estacionalidad. Estos provienen del cálculo realizado según el proceso X-13 ARIMA-SEATS (disponible en [www.census.gov](http://www.census.gov)) y la parametrización específica de cada componente. La parametrización de modelos y parámetros se actualiza con la revisión anual de cuentas nacionales. El período de referencia para el ajuste estacional parte en el año 2003. La serie desestacionalizada excluye el efecto estacional y calendario.

1986-2010 base Censo 2002. Desde marzo 2010 en adelante se usan las series obtenidas de la Nueva encuesta Nacional de Empleo (NENE). La serie de Ocupados corresponde al promedio móvil trimestral de miles de personas ocupadas. Esta serie se construye según la clasificación internacional CIU Rev.3<sup>21</sup>. La Unidad de Fomento corresponde al promedio trimestral de la serie mensual a final de mes. Para el Índice de Precios al Consumidor se utiliza la serie histórica empalmada con año base en 2013. En términos generales, se consideran 73 observaciones que van desde el primer trimestre de 1998 hasta el primer trimestre de 2016.

### 3.1. Análisis descriptivo

A continuación se presenta un análisis descriptivo de las variables dependientes. En primer lugar, se describe el PIB y la variación del PIB respecto al mismo trimestre del año anterior, luego la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), el IMACEC, las series Desempleo y Ocupados, y finalmente la Unidad de Fomento (UF) y el Índice de Precios al Consumidor (IPC). El cuadro 1 muestra un resumen de las variables.

Cuadro 1: Descripción de las variables dependientes

	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
PIB (MM\$)	22.077.837	4.822.368	15.062.649	30.795.497
Variación del PIB (%)	3,86	2,76	-3,89	9,51
FBCF (MM\$)	4.820.935	1.772.978	2.394.423	8.269.099
Variación de la FBCF (%)	5,55	11,16	-23,79	26,25
IMACEC	103,32	16,01	75,99	128,07
Variación del IMACEC (%)	3,75	2,8	-4,18	9,66
Desocupados	8,15	1,87	5,22	11,71
Variación de los Desocupados (%)	1,54	18,71	-23,36	76,39
Ocupados (miles de personas)	7.534	471,53	6.486	8.136
Variación de los Ocupados (%)	3,16	2,49	1,00	9,61
UF (\$)	19.297	3.339,86	14.204	25.812
Variación de la UF (%)	3,45	2,01	-2,38	9,43
IPC	83,56	14,47	61,72	111,74
Variación del IPC (%)	3,46	1,99	-1,86	9,34

Las series originales del PIB, la FBCF, el IMACEC, Desocupados, Ocupados, UF e IPC se ponen como referencia ya que, como mencioné, lo que nos interesa es predecir los cambios en el ciclo económico y

<sup>21</sup>Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas

no el nivel de la serie. En promedio, el PIB de Chile es de \$22.007.837 millones de pesos y desde 1998 hasta 2016 prácticamente se ha duplicado. Al analizar la variación del PIB respecto al mismo periodo del año anterior, se observa que, en promedio, ha crecido un 3,9%. La caída más fuerte registrada fue para la crisis asiática, donde cayó un -3,9% en el segundo trimestre de 1999. Para la crisis *subprime* de 2008, el punto más bajo alcanzado fue -3,1% el primer trimestre de 2009. Por el contrario, el punto más alto de crecimiento se alcanzó el primer trimestre de 2011, donde creció un 9,5%. Esta fecha coincide con la expansión del precio del cobre a nivel mundial. También llama la atención el cuarto trimestre de 2004, donde el crecimiento del PIB alcanzó un 9,3%. La Formación Bruta de Capital Fijo, en promedio, alcanza los \$4.820.935 millones de pesos y desde 1998 hasta 2016 se ha triplicado. En promedio, la FBCF ha crecido un 5,6% desde 1998 hasta 2016. El punto más bajo se alcanzó para la crisis asiática donde alcanzó un -23,8% el segundo trimestre de 1999. Para la crisis *subprime* llegó a una variación negativa de -17,8% el segundo trimestre de 2009. Por el contrario, la mayor variación se alcanzó el segundo trimestre de 2005 donde llegó a 26,3%. El Índice Mensual de Actividad Económica, en promedio, alcanza los 103 puntos, y ha fluctuado entre los 76 y los 128 puntos. En promedio, su variación es de 3,75%. La tasa promedio de desempleo de Chile entre 1998 y 2016 es de 8,15. El valor más alto del desempleo se alcanzó para el tercer trimestre de 1999, donde la tasa llegó a los 11,7 puntos. El más bajo fue de 5,2 y corresponde al primer trimestre de 1998. Para 2016, la tasa de desempleo se encuentra alrededor de un 6%. El número de ocupados ha incrementado desde 1998 hasta la fecha. El valor más bajo corresponde a 6.486 mil personas el segundo trimestre de 2009. Y el valor más alto corresponde a 8.136 mil personas el cuarto trimestre de 2015. En promedio, el número de ocupados ha variado un 3,2% y su mayor expansión ha sido de un 9,6%. El promedio de la Unidad de Fomento entre 1998 y 2016 es de 19.297. Su valor mínimo fue de 14.204 en el primer trimestre de 1998 y su valor máximo es de 25.812 para el primer trimestre de 2016. En general, la serie ha crecido de forma sostenida excepto durante el 2007 y 2008, donde su aumento se vio acelerado. Las variaciones respecto al mismo periodo del año anterior del el Índice de Precios al Consumidor muestran una fuerte caída desde el segundo trimestre de 2003 hasta el primer trimestre de 2004, un alza importante entre el primer trimestre de 2007 y el tercer trimestre de 2008, y luego una variación negativa significativa hasta el tercer trimestre de 2009, donde alcanza una variación de -2,3%, la menor en el periodo estudiado. Esta baja significativa en las variaciones del índice coinciden con la crisis *subprime*.

En la figura 1, el gráfico de la izquierda muestra el nivel del PIB con una clara tendencia al alza. El gráfico de la derecha muestra las variaciones del PIB respecto al mismo periodo del año anterior. Se puede observar claramente las dos grandes crisis que ha enfrentado Chile en los últimos 20 años, la crisis asiática en 1998 y la crisis subprime en 2008, donde la variación del PIB cayó a niveles negativos. Esto también se puede apreciar, aunque en menor medida, en el gráfico de tendencia del PIB.

En la figura 2, el gráfico de la izquierda muestra el nivel de la Formación Bruta de Capital Fijo con una clara tendencia al alza. En el mismo gráfico se puede observar que en los últimos 5 años la FBCF

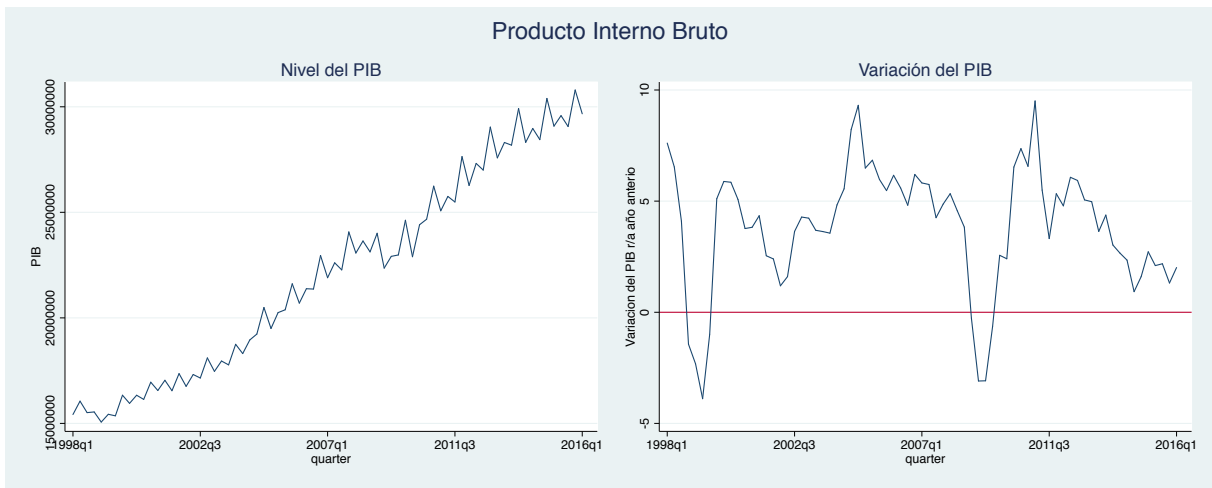


Figura 1: Análisis gráfico del PIB

se ha estancado. El gráfico de la derecha muestra que desde el tercer trimestre de 2012 la FBCF ha disminuido considerablemente, alcanzado su valor más bajo el cuarto trimestre de 2013, donde el crecimiento fue de -10,7%.

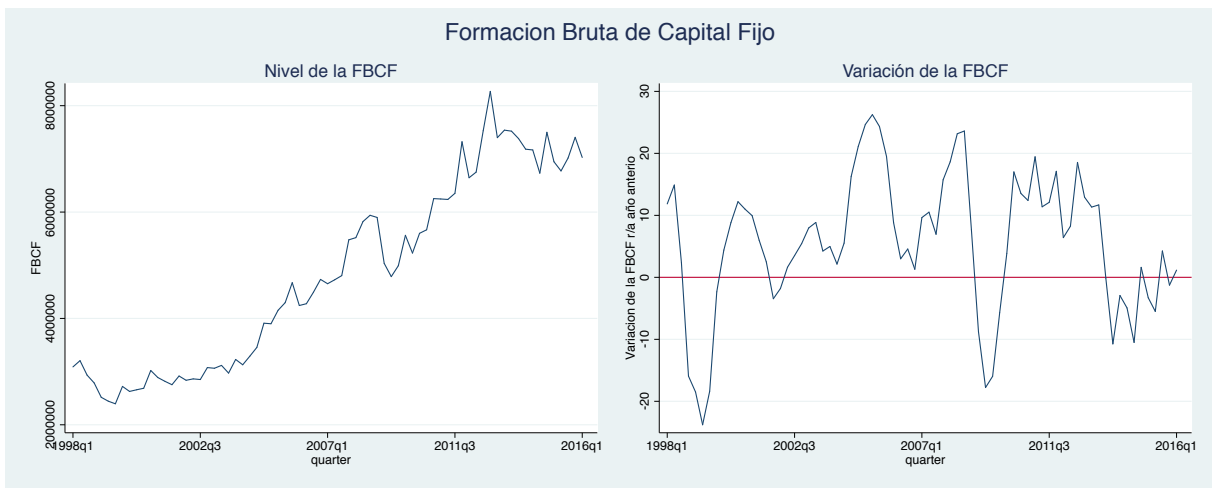


Figura 2: Análisis gráfico de la FBCF

La figura 3 muestra el Índice Mensual de Actividad Económica. A la izquierda se puede observar la tendencia del índice, donde se aprecia una caída para la crisis *subprime* de 2008. En el gráfico de la derecha se observa las variaciones del IMACEC<sup>22</sup>. En rojo se destaca la media. Se puede observar que el índice ha caído fuertemente en las dos últimas crisis que ha enfrentado Chile. En los últimos años el índice muestra una variación negativa.

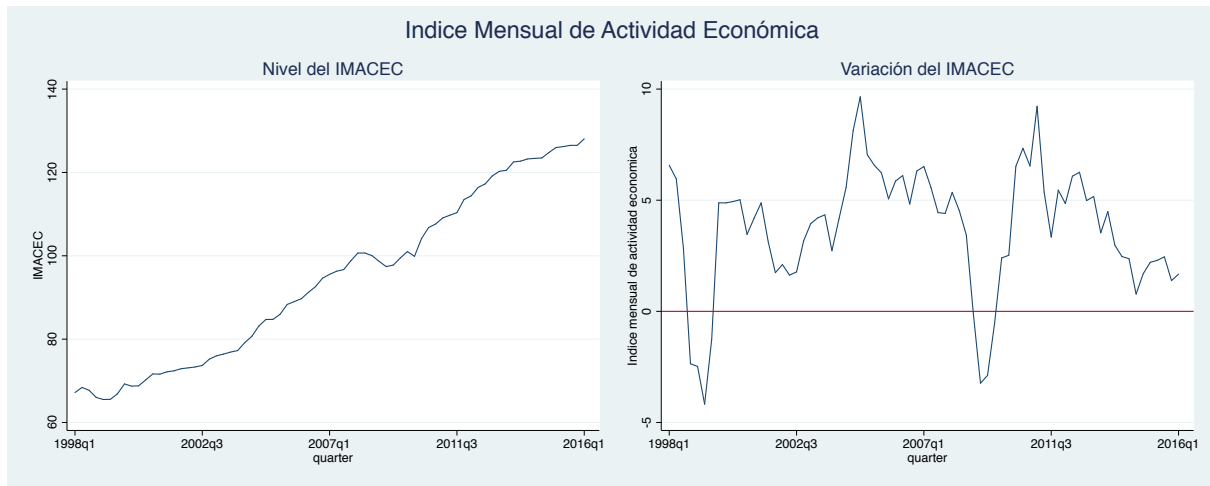


Figura 3: Análisis gráfico del IMACEC

La figura 4 muestra la tasa de desempleo. En el gráfico de la izquierda, se observa el nivel de la tasa. Es posible apreciar un fuerte alza en el desempleo desde 1998 con una alta volatilidad en los años siguientes. Esta alza es consistente con la crisis asiática, la cual golpeó fuertemente a nuestro país. También se puede observar la fuerte alza en torno a la crisis *subprime* de 2008. Desde el 2010 el desempleo ha caído sistemáticamente y en los últimos año ha fluctuado en torno a un 6%. En gráfico de la derecha muestra las variaciones de la tasa de desempleo. En rojo se destaca el cero.

En la figura 5 se observa el número de ocupados. El gráfico de la izquierda muestra la tendencia de crecimiento del número de personas ocupadas en el país. El gráfico de la derecha muestra las variaciones de la serie. Se observa una variación positiva de gran magnitud para el años 2010, lo que coincide con el alza de la contratación de mano de obra en la construcción producto de la reconstrucción posterior al terremoto de febrero de 2010.

En la figura 6 se observa el nivel y la variación de la UF. El gráfico de la izquierda muestra la tendencia, claramente al alza, de la Unidad de Fomento. El gráfico de la derecha muestra las variaciones respecto al mismo periodo del año anterior. El rojo se destaca el cero. Se aprecia que para finales de 2009 y principios de 2010 las variaciones alcanzan números negativos.

<sup>22</sup>La serie del IMACEC se encuentra empalmada con la serie de referencia del 2008. Esta serie va desde 2003 hasta 2016. La serie de variaciones se obtuvo empalmado las variaciones de la información histórica con base en 1996 con las variaciones de la serie empalmada con referencia de 2008.

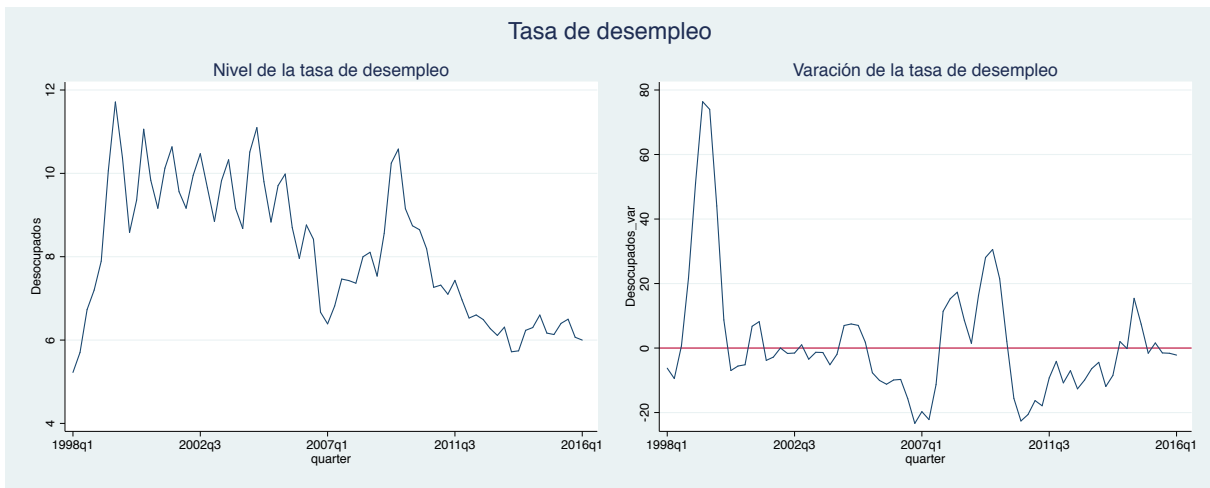


Figura 4: Análisis gráfico de la tasa de desempleo

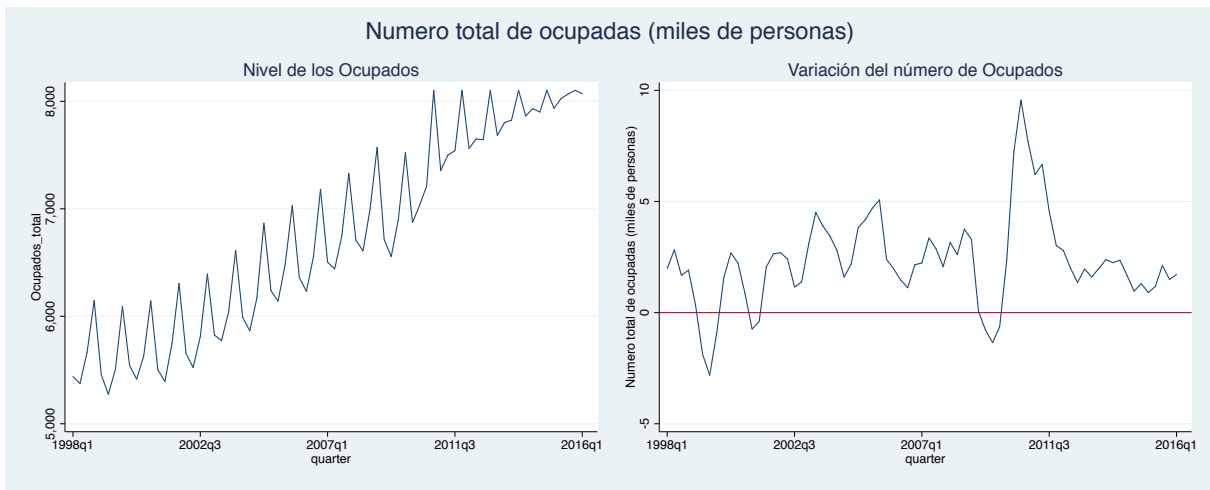


Figura 5: Análisis gráfico de los Ocupados

En la figura 7 se observa la tendencia del Índice de Precios al Consumidor y sus variaciones respecto al mismo periodo del año anterior.



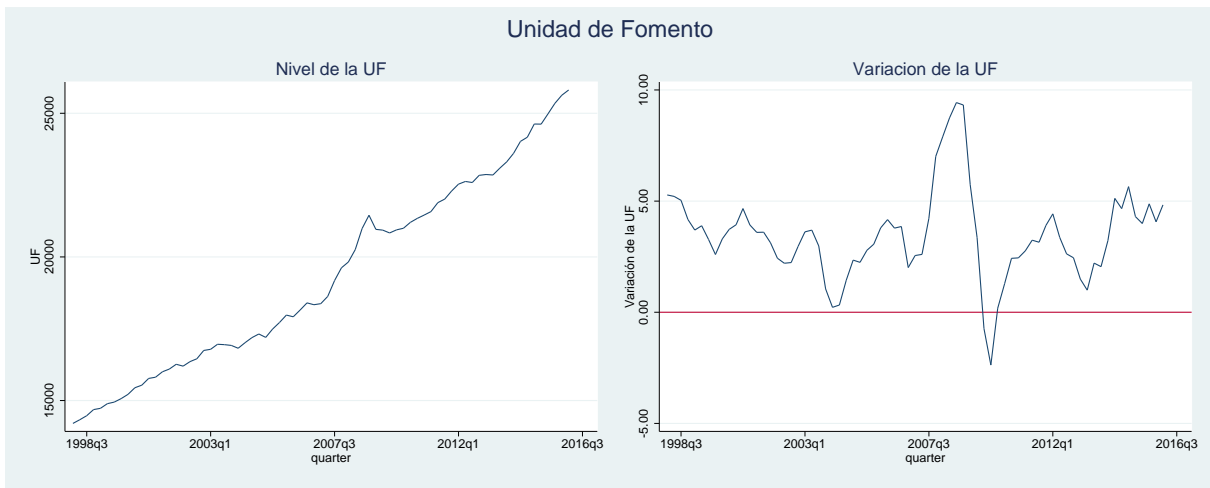


Figura 6: Análisis gráfico de la UF

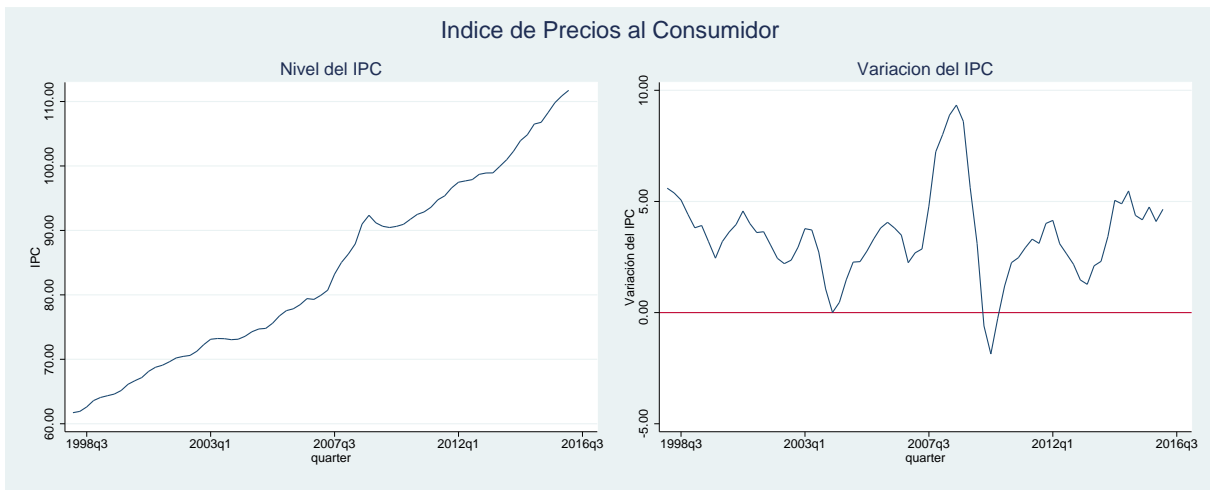


Figura 7: Análisis gráfico del IPC

Respecto a las variables independientes, a continuación se presenta información sobre las cantidad de horas hombres invertidas en proyectos de ingeniería clasificada según área de ingeniería, y luego clasificada según subsector económico. Para las áreas de ingeniería, se presenta información para el total de horas hombres invertidas en proyectos de ingeniería<sup>23</sup>, las horas hombres invertidas en proyectos pre inversionales, entendidos principalmente como estudios de pre factibilidad, las horas hombres invertidas en ingeniería de detalle, referido al cálculo del proyecto propiamente tal, y las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones, correspondiente a la etapa de construcción de los proyectos. En la clasificación por subsector económico, se presenta información sobre las horas hombres invertidas en proyectos de minería, las cuales representan alrededor de un 50% de la demanda de las empresas de ingeniería. Horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura general, entendida

<sup>23</sup>El total de horas hombres invertidas en proyectos de ingeniería corresponde a la suma de las horas pre inversionales, de ingeniería de detalle y de gestión de la construcción e inspecciones.

principalmente como obras viales, puertos y aeropuertos, telecomunicaciones y transporte urbano, entre otros. Las horas hombres en infraestructura hidráulica y sanitaria. Horas hombres en proyectos de edificación urbana. Las horas hombres en infraestructura industrial. Horas hombres en infraestructura energética. Y finalmente horas hombres en otros proyectos de ingeniería, entendidos como comercio, turismo y educación entre otros. El cuadro 2 resume la información.

Cuadro 2: Análisis descriptivo de las HH según área de ingeniería

Horas Hombre	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Total	1,68	0,53	0,91	2,98
Variación total (%)	3,73	14,53	-22,15	45,22
Pre inversional	2,00	1,30	0,60	5,69
Variación Pre inversional (%)	13,6	33,58	-36,57	125,48
Ingeniería de detalle	1,30	0,37	0,74	2,21
Variación Ing. de detalle (%)	0,75	22,25	-48,17	42,66
Inspecciones	2,15	8,14	0,96	3,51
Variación Inspecciones (%)	6,61	17,22	-21,9	48,48

Analizando las variaciones de la serie total, se observa que, en promedio, las horas hombres invertidas en proyectos de ingeniería desde 1998 hasta 2016 ha crecido un 3,7%. El 2011 se obtuvo el mayor crecimiento, donde alcanzó una expansión de un 45,2%. Esta fecha coincide con el alza del precio del cobre. La cifra más baja se obtuvo para 1999, donde la actividad se contrajo en un -22,2%. Desde el año 2010 se puede observar una fuerte alza y luego una fuerte caída, lo cual refleja el aumento en el precio del cobre que produjo un shock positivo en la demanda por trabajos de ingeniería. El sector minero representa alrededor del 50% de la demanda de trabajos de ingeniería en Chile. Los gráficos se presentan en la figura 8.

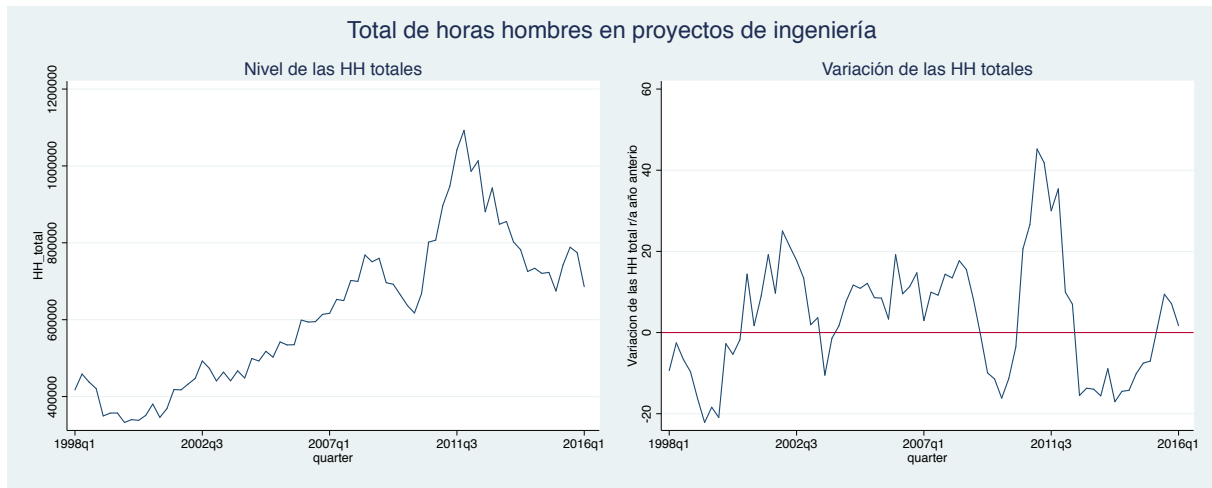


Figura 8: Análisis gráfico del total de horas hombres en ingeniería

Las actividades pre inversionales crecieron un 13,6%. El punto más bajo en el crecimiento fue de un -36,6% y el más alto alcanzó los 125,5%. En general, la serie presenta una alta volatilidad pero con una tendencia al alza, excepto en los últimos 5 años, donde más bien se ha visto a la baja. Los gráficos se presentan en la figura 9.

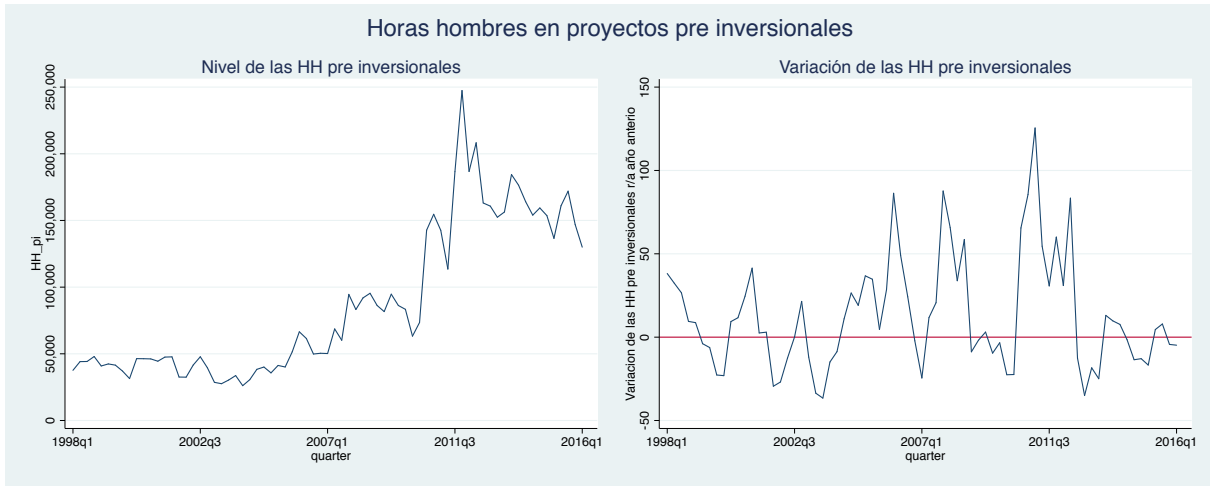


Figura 9: Análisis gráfico de los proyectos pre inversionales

La ingeniería de detalle creció, en promedio, un 0,8% en los últimos 20 años. El punto más bajo lo alcanzó con un crecimiento negativo del -48,2% y el más alto con una expansión del 42,7%. La serie presenta una fuerte alza hasta 2011, luego cayó fuertemente y en 2015 pareciera dar señales de crecimiento. Al analizar las variaciones de la serie, se observa una fuerte volatilidad que fluctúa en torno a una media muy cercana a 0. Los gráficos se presentan en la figura 10.

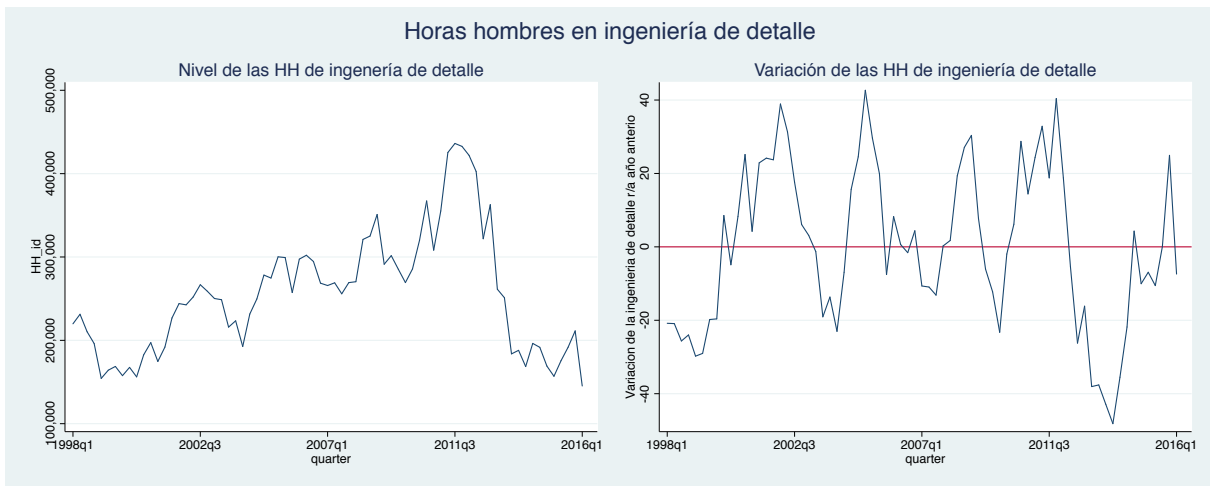


Figura 10: Análisis gráfico de las HH en ingeniería de detalle

Las variaciones de las actividades de gestión de la construcción e inspecciones muestran que, en promedio, han crecido un 6,6% desde 1998 hasta 2016. El punto más bajo en el crecimiento se alcanzó a los -21,9% y el más alto a los 48,5%. La serie muestra una tendencia al alza con un estancamiento desde 2012 hasta la fecha. Incluso, para el último año se aprecia una caída en el nivel. Analizando las variaciones de la serie, es posible observar que el mayor crecimiento coincide con los años de alza en el precio del cobre. Los gráficos se presentan en la figura 11.

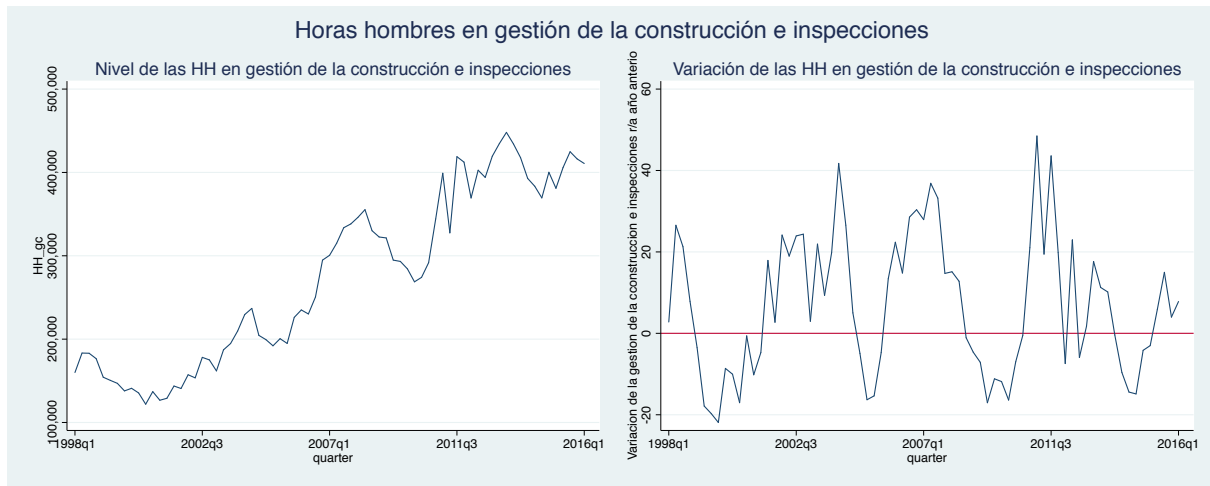


Figura 11: Análisis gráfico de las HH en gestión de la construcción e inspecciones

A partir de la clasificación por subsector económico, la minería es la actividad de mayor demanda de las empresas de ingeniería. Para el año 2012 alcanzó el 57% de la demanda de las HH de las empresas de ingeniería. En el año 2015 alcanzó el 50% y el año 2016 muestra una tendencia a la baja producto de un significativo retroceso en el precio del cobre. El *peak* del índice de actividad en minería fue alcanzado el cuarto trimestre de 2011, en pleno auge del precio del cobre. Los gráficos se presentan en la figura 12.



Figura 12: Horas hombre en minería

Las obras de infraestructura general también son un fuerte foco de demanda de estas empresas, actualmente, ocupan más del 28 % de la demanda de estas empresas. Su *peak* se alcanzó el primer trimestre de 2013, cuando el índice de actividad llegó a 4,2. Los gráficos se presentan en la figura 13.

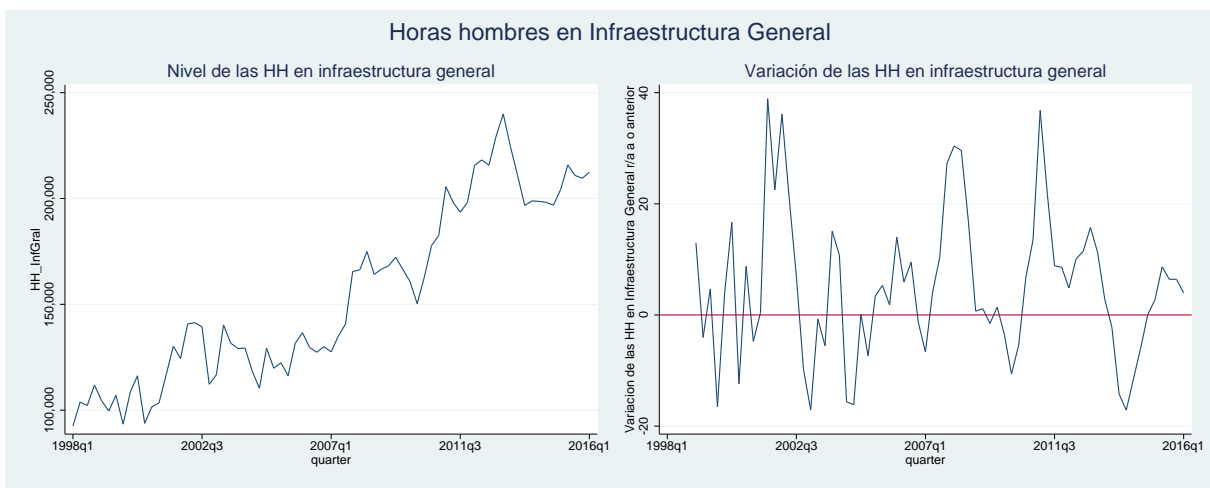


Figura 13: Horas hombre en Infraestructura General

Las obras hidráulico-sanitarias alcanzaron su máxima demanda el segundo trimestre de 2001, donde el índice marcó 1,47 puntos. Los gráficos se presentan en la figura 14.

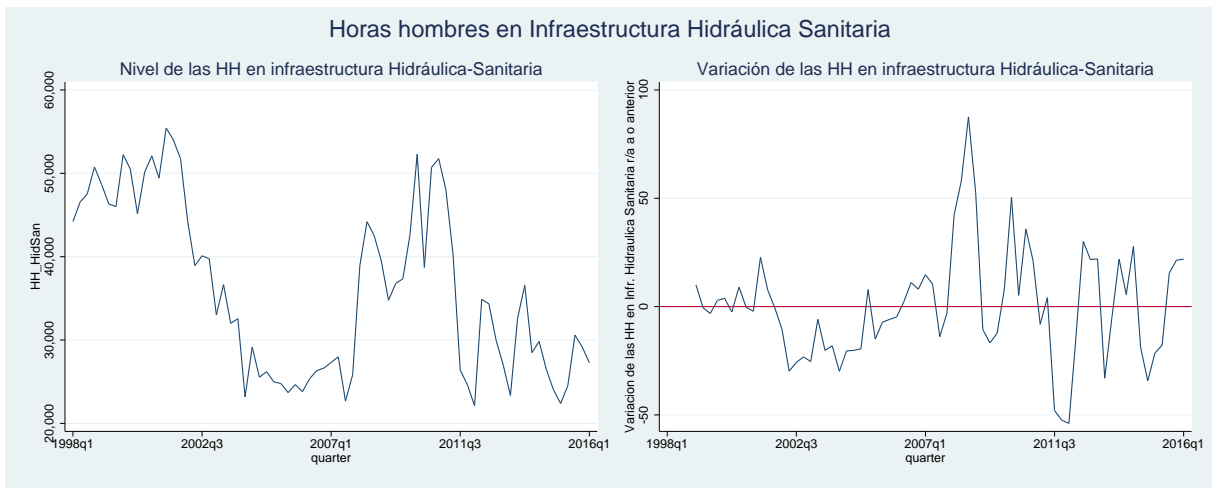


Figura 14: Horas hombre en Infraestructura Hidráulica Sanitaria

La edificación urbana demanda el 3,7% de las actividades de ingeniería. Su punto más bajo se alcanzó el tercer trimestre de 2012 con -0,71 y su punto más alto fue el segundo trimestre de 2004 con 6,79. Los gráficos se presentan en la figura 15.

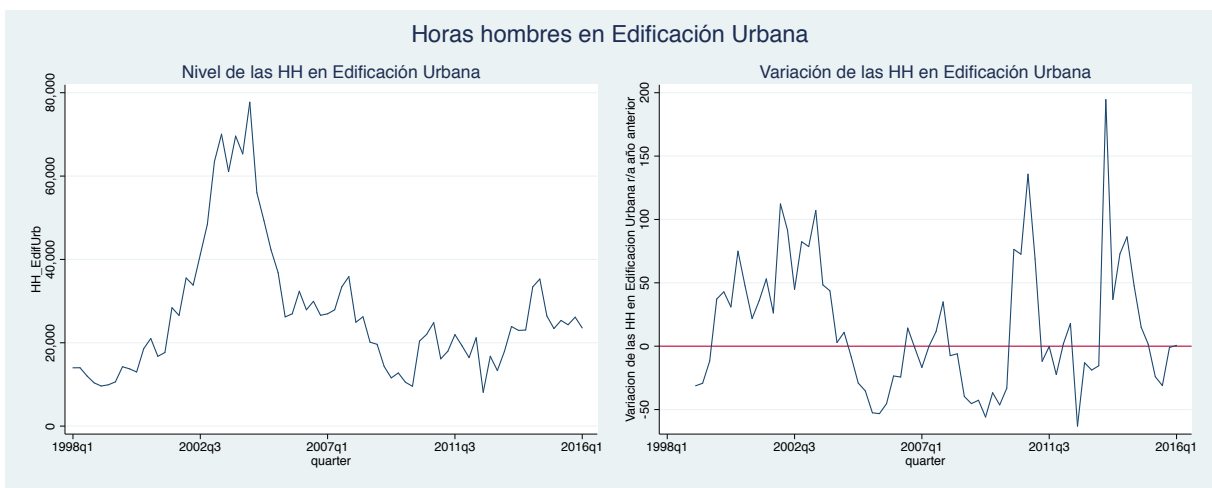


Figura 15: Horas hombre en Edificación Urbana

Las obras en infraestructuras industriales alcanzaron su nivel más alto el tercer trimestre del 2005 con 5,17 puntos. Los gráficos se presentan en la figura 16.



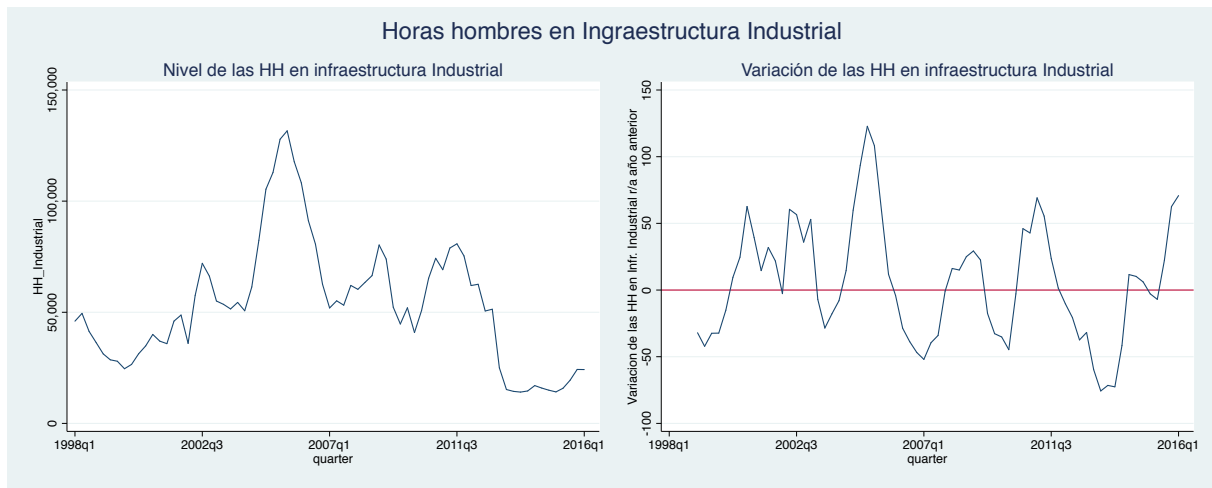


Figura 16: Horas hombre en Infraestructura Industrial

Las obras de infraestructura en energía son el tercer principal subsector económico para las empresas de ingeniería. Su demanda rodea el 11 %. El nivel más alto en el índice de actividad se alcanzó el cuarto trimestre del 2008, donde marcó 2,58 puntos. Los gráficos se presentan en la figura 17. El resumen descriptivo de estas variables se presenta en el cuadro 3.

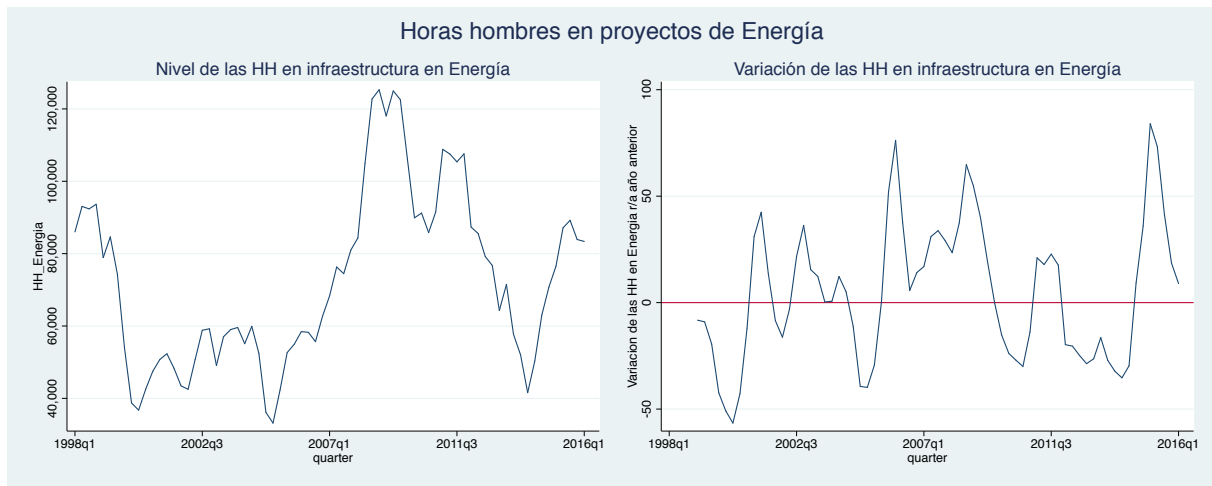


Figura 17: Horas hombre en Energía

Cuadro 3: Análisis descriptivo de las HH según subsector económico

Horas Hombres	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Minería	1,47	0,84	0,39	3,55
Variación Minería	10,4	29	-46,1	71,95
Infraestructura General	2,70	0,73	1,62	4,20
Variación Inf. General	4,5	13,96	-35,75	38,93
Hidráulico-Sanitaria	0,96	0,27	0,59	1,47
Variación Hid.-Sanitario	1,55	29,07	-53,93	118,15
Edificación Urbana	2,36	1,38	-0,71	6,79
Variación Edif. Urbana	14,6	51,23	-63,05	194,56
Industrial	2,08	1,10	0,56	5,17
Variación Industrial	5,88	44,1	-75,66	122,77
Energía	1,49	0,50	0,69	2,58
Variación Energía	4,65	32,14	-56,59	84,02
Otras	1,75	1,21	0,34	4,97
Variación Otras	22,72	71,49	-87,02	229,51

## 4. Análisis de las series de tiempo

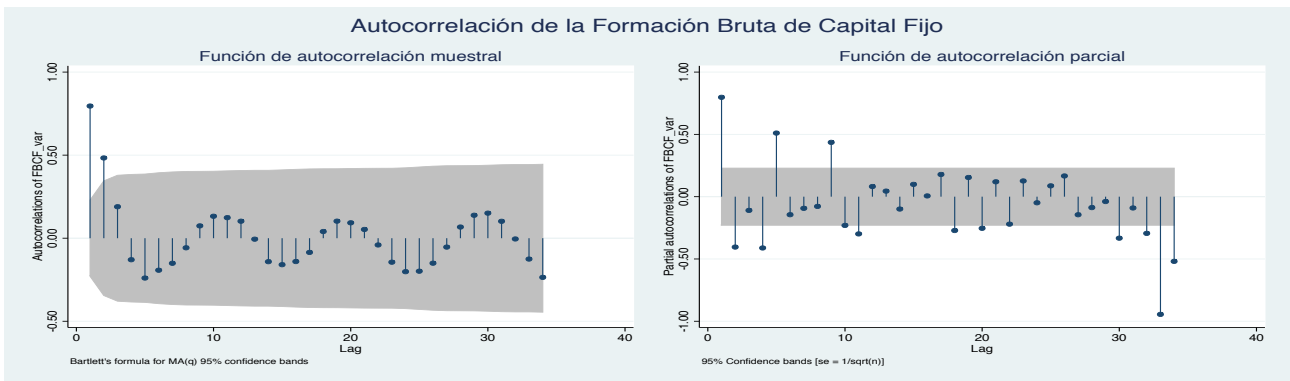
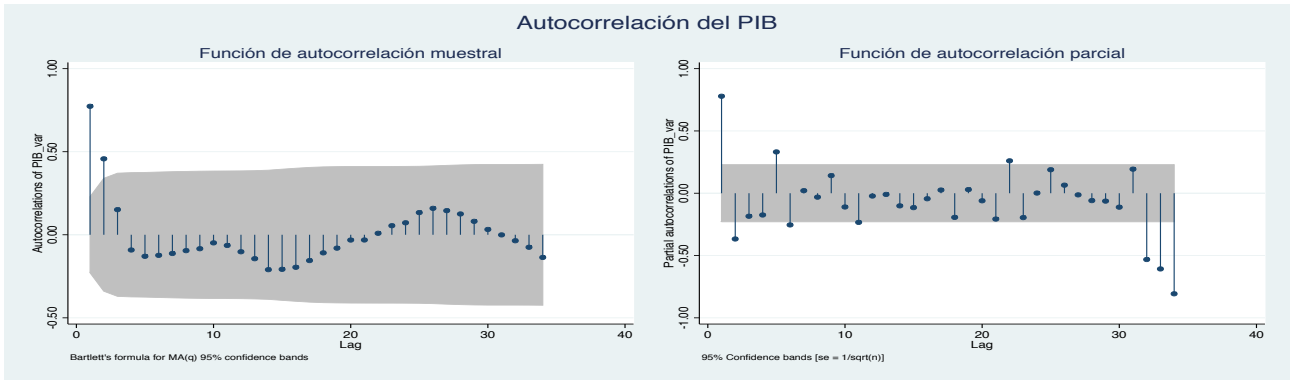
Siguiendo a Auerbach (1981), la revisión que realiza Silver (1991) sobre los test de precisión de predictividad de las series económica, y según la implementación realizada por Bravo y Franken (2002) y Pedersen (2008) se propone evaluar la capacidad predictiva del indicador de Actividad Económica de la Industria de Ingeniería segmentado por área y subsector económico. Para ello, se evaluarán los siguientes aspectos del indicador.

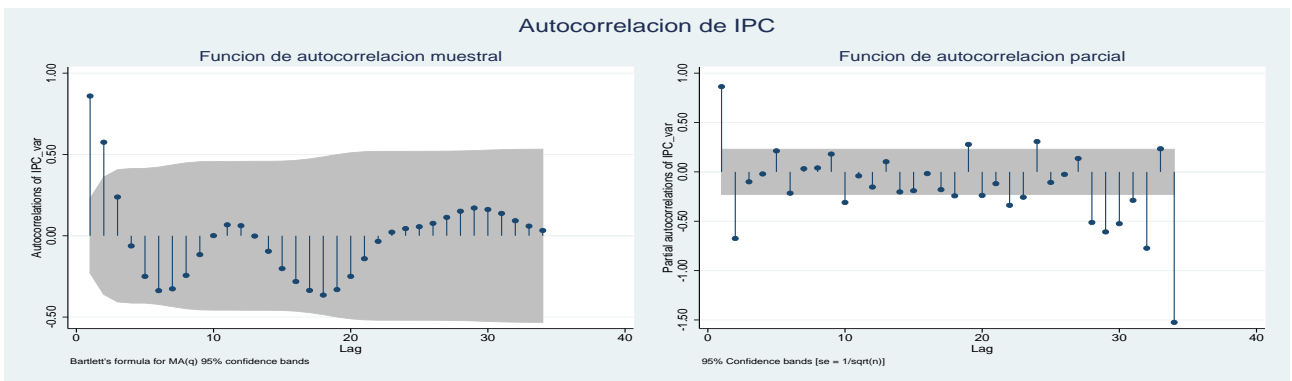
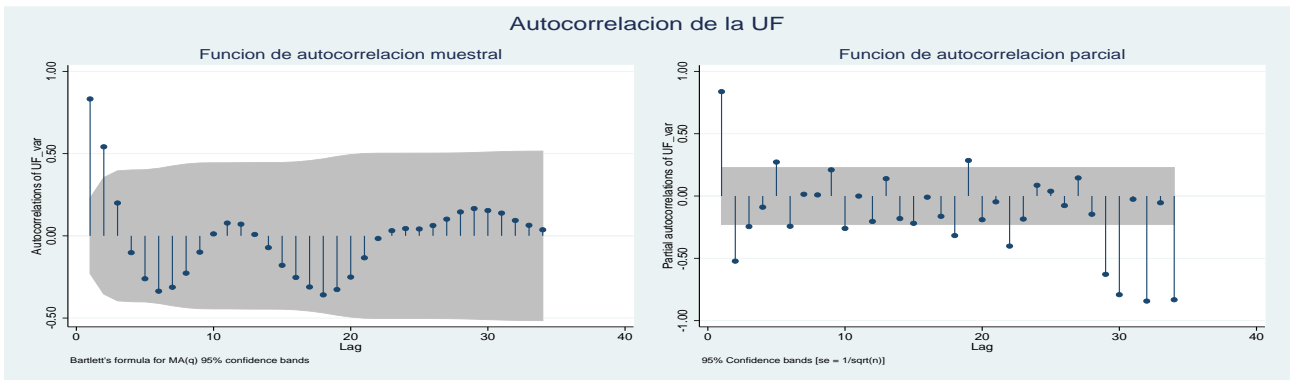
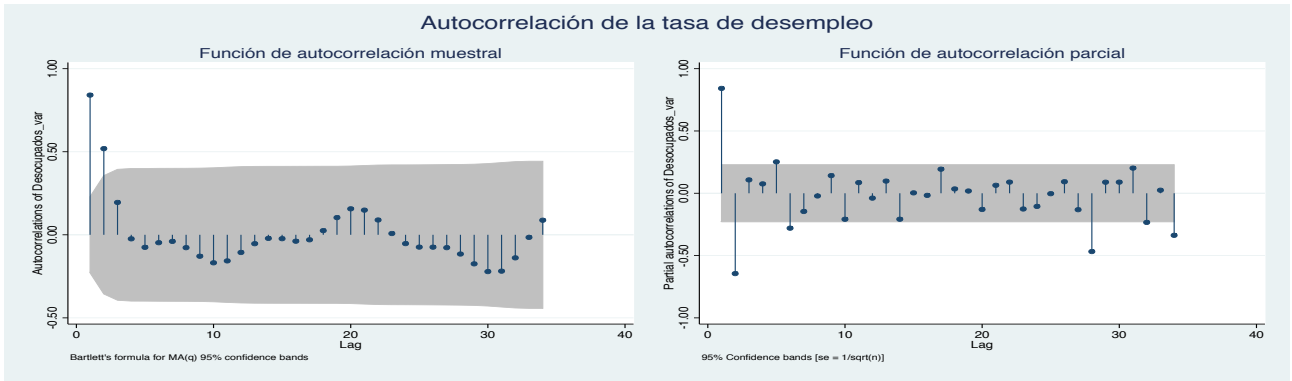
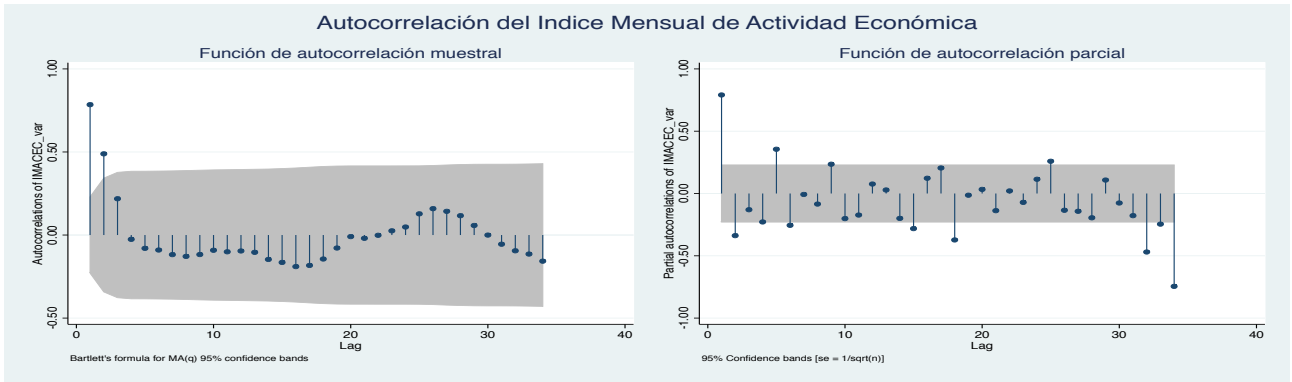
### 4.1. Análisis de Autocorrelación

Se analizó que los errores de la regresión no estén correlacionados entre ellos. Si esto sucediera, se violaría el principio de esperanza condicional cero del teorema de Gauss-Markov. La correlación serial ocurre cuando la duración de un shock económico excede la frecuencia de la muestra. Esto hace que el shock afecte los periodos siguientes causando que los errores estén correlacionados. Determinar la autocorrelación en los residuos de una regresión es importante ya que los parámetros estimados podrían volverse inconsistentes. La hipótesis nula del test es que los rezagos no están autocorrelacionados.

Es importante conocer qué tanta información contiene el pasado de la variable. Se realizó un análisis de autocorrelación muestral y de autocorrelación parcial de las variaciones de las variables dependientes. Se busca determinar la cantidad de rezagos que son estadísticamente distintos de cero. Se observa que

para todas las variables dependientes, las primeras 2 autocorrelaciones son significativamente distintas de cero. De la función de autocorrelación muestral se observa que un *shock* en el PIB, en la FBCF, el IMACEC, la tasa de desempleo y el número de ocupados disminuyen rápidamente. Sólo las primeras dos autocorrelaciones son significativamente distintas de cero. En la función de autocorrelación parcial se puede observar el orden del proceso autoregresivo. El área sombreada corresponde al intervalo de confianza del 95 %.





Al realizar un análisis de autocorrelación muestral y de autocorrelación parcial del total de horas hombres se observa que las primera 3 autocorrelaciones son significativamente distintas de cero. De la función de autocorrelación muestral se observa que un *shock* es absorbido rápidamente. De la función de autocorrelación parcial se puede observar que la serie sigue un proceso AR(1) ya que la segunda autocorrelación no es significativamente distinta de cero. Los resultados de observan en la figura 19.

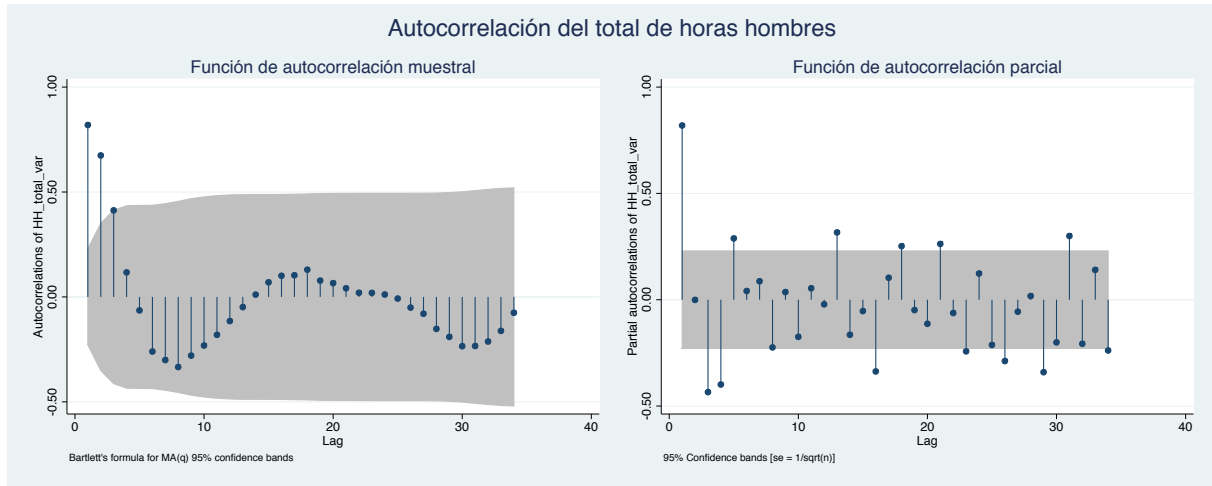


Figura 19: Autocorrelación del total de horas hombres

Al realizar un análisis de autocorrelación muestral y autocorrelación parcial de las horas hombres invertidas en proyectos pre inversionales se observa que sólo la primera autocorrelación es estadísticamente distintas de cero.

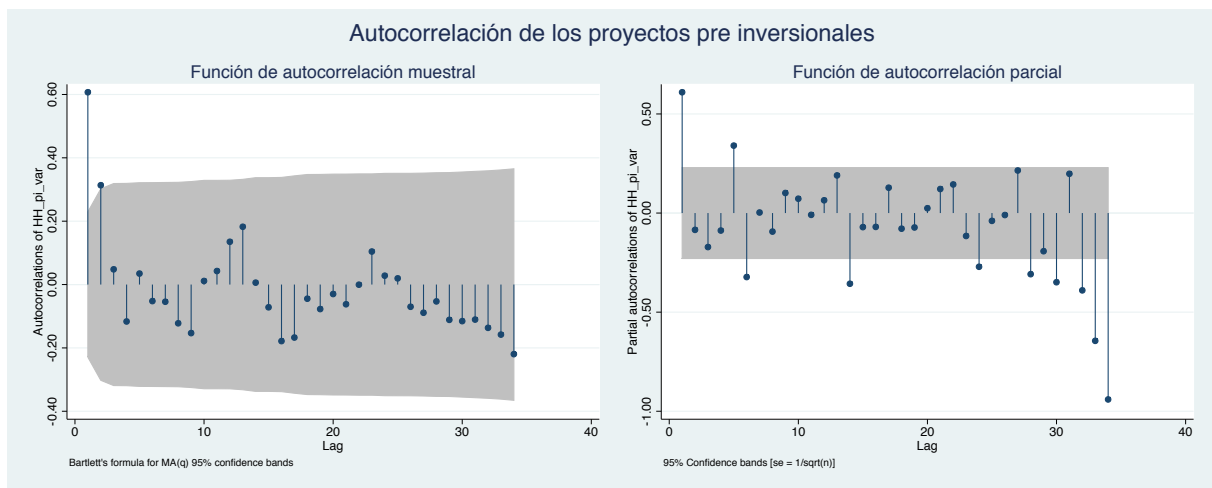


Figura 20: Autocorrelación de los proyectos pre inversionales

Al realizar un análisis de autocorrelación muestral y parcial de las horas hombres invertidas en el área

de ingeniería de detalle se observa que sólo la primera autocorrelación es estadísticamente distinta de cero. Se observa que esta serie absorbe rápidamente los *shocks*.

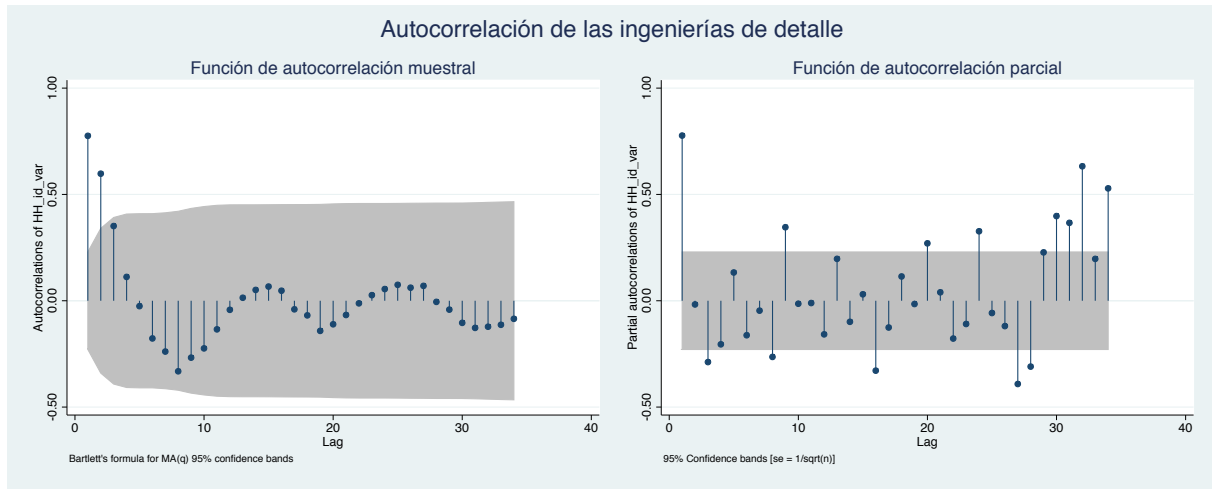


Figura 21: Autocorrelación de la ingeniería de detalle

Al realizar un análisis de autocorrelación muestral de las horas hombres invertidas en gestión de la construcción e inspecciones, se observa que la serie absorbe rápidamente los *shocks* exógenos. La función de autocorrelación parcial muestra que sólo la primera autocorrelación es estadísticamente distinta de cero.

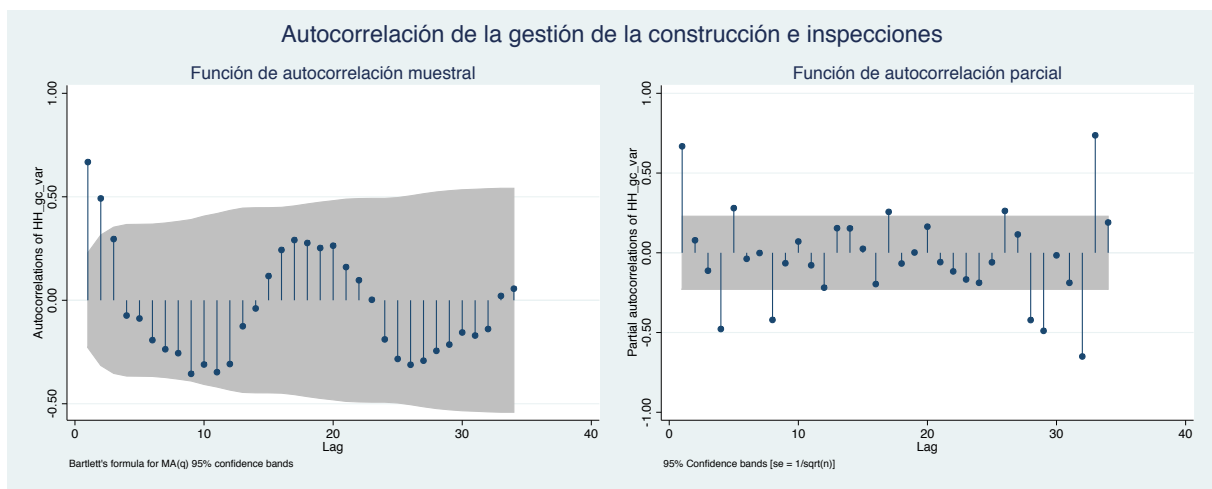


Figura 22: Autocorrelación de la gestión de la construcción e inspecciones

Respecto a la clasificación de las horas hombres por subsector económico, un *shock* en las horas hombres en infraestructura minera es absorbido rápidamente. Sólo las dos primeras autocorrelaciones son significativamente distintas de cero. Respecto al análisis de autocorrelación parcial, se observa que la

primera, cuarta y quinta autocorrelación son significativamente distintas de cero.

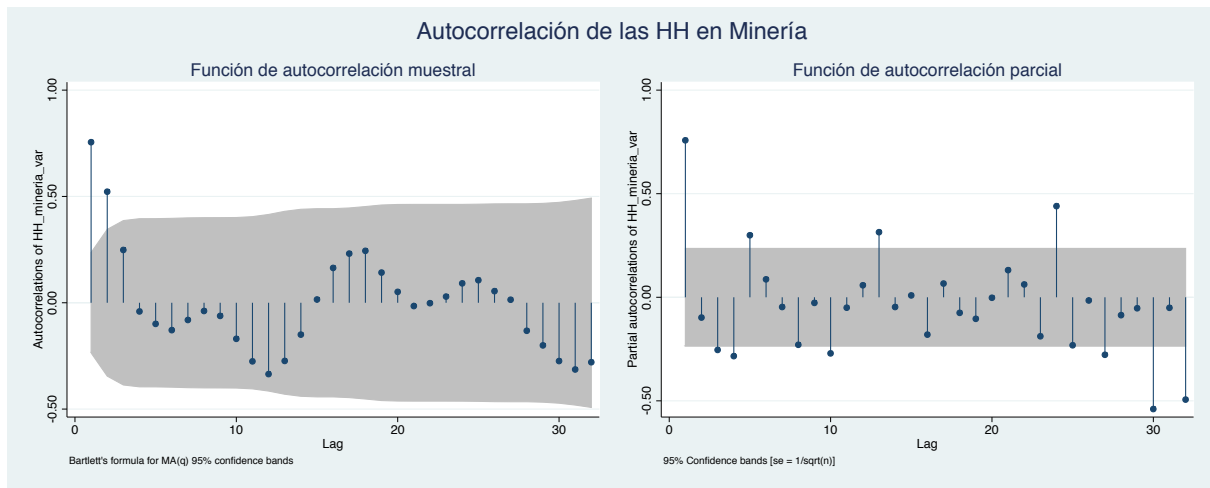


Figura 23: Autocorrelación de las HH en infraestructura en Minería

Al analizar la función de autocorrelación muestral, un *shock* en las horas hombres en infraestructura general es absorbido rápidamente. Sólo la primera autocorrelación es significativamente distintas de cero. Respecto al análisis de autocorrelación parcial, se observa que la primera, cuarta y quinta autocorrelación son significativamente distintas de cero.

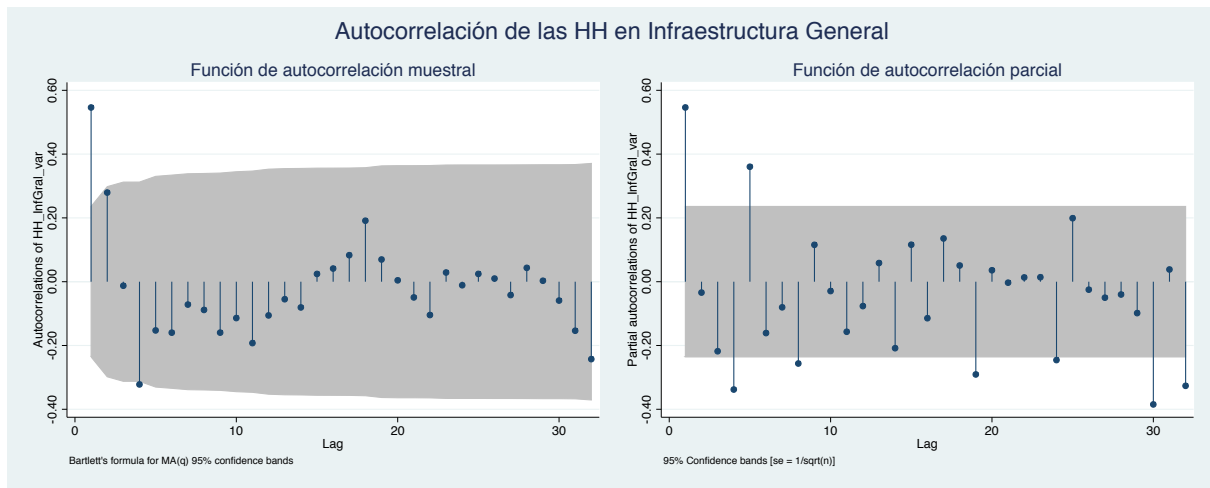


Figura 24: Autocorrelación de las HH en Infraestructura General

La función de autocorrelación muestral revela que un *shock* en las horas hombres en infraestructura hidráulica-Sanitaria es absorbido rápidamente. Sólo la primera autocorrelación es significativamente distinta de cero. Respecto al análisis de autocorrelación parcial, se observa que la primera, la tercera y la quinta autocorrelación son significativamente distintas de cero.



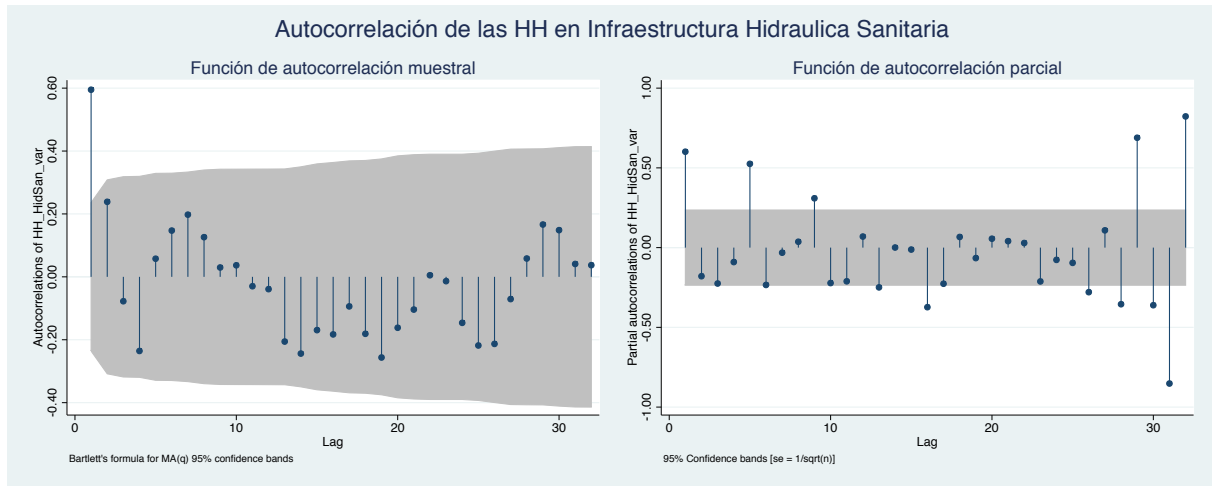


Figura 25: Autocorrelación de las HH en Infraestructura Hidráulica-Sanitaria

Al analizar la función de autocorrelación muestral, un *shock* en las horas hombres en edificación urbana es absorbido rápidamente. Las primeras dos autocorrelaciones son significativamente distintas de cero. Respecto al análisis de autocorrelación parcial, se observa que la primera y la cuarta autocorrelación son significativamente distintas de cero.

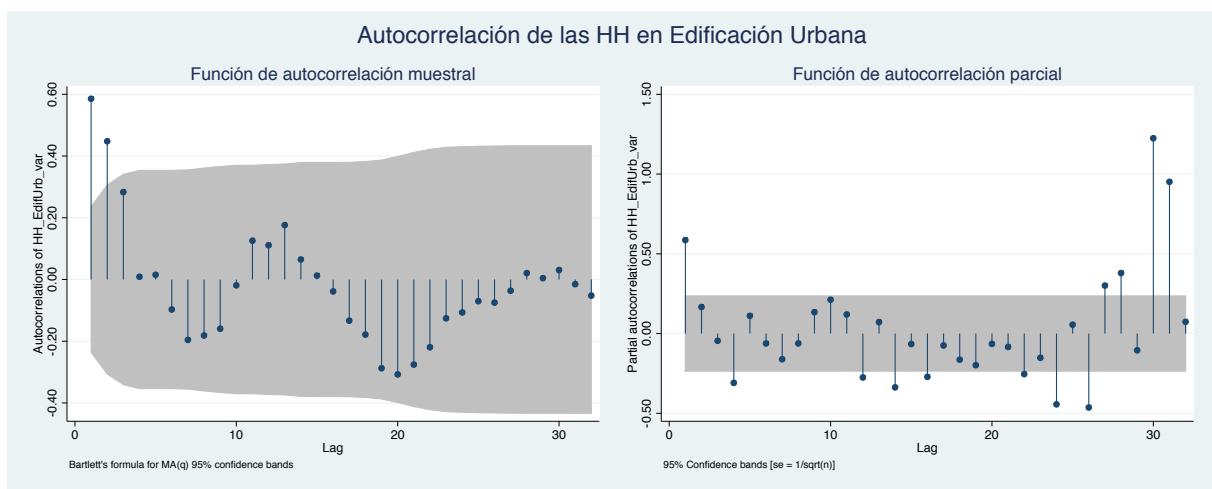


Figura 26: Autocorrelación de las HH en Edificación Urbana

De la función de autocorrelación muestral se observa que un *shock* en las horas hombres en infraestructura industrial es absorbido rápidamente. Las primeras dos autocorrelaciones son significativamente distintas de cero. Respecto al análisis de autocorrelación parcial, se observa que la primera, la segunda, la cuarta y la quinta autocorrelación son significativamente distintas de cero.

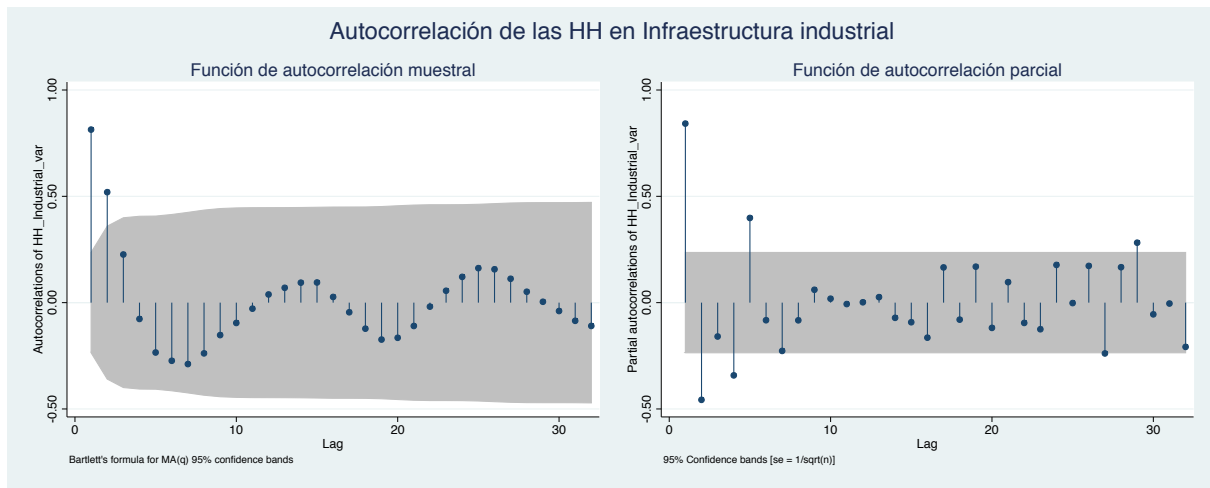


Figura 27: Autocorrelación de las HH en Infraestructura Industrial

Al analizar la función de autocorrelación muestral, un *shock* en las horas hombres en la infraestructura en energía es absorbido rápidamente. Las primeras dos autocorrelaciones son significativamente distintas de cero. Respecto al análisis de autocorrelación parcial, se observa que la primera y la segunda autocorrelación son significativamente distintas de cero.

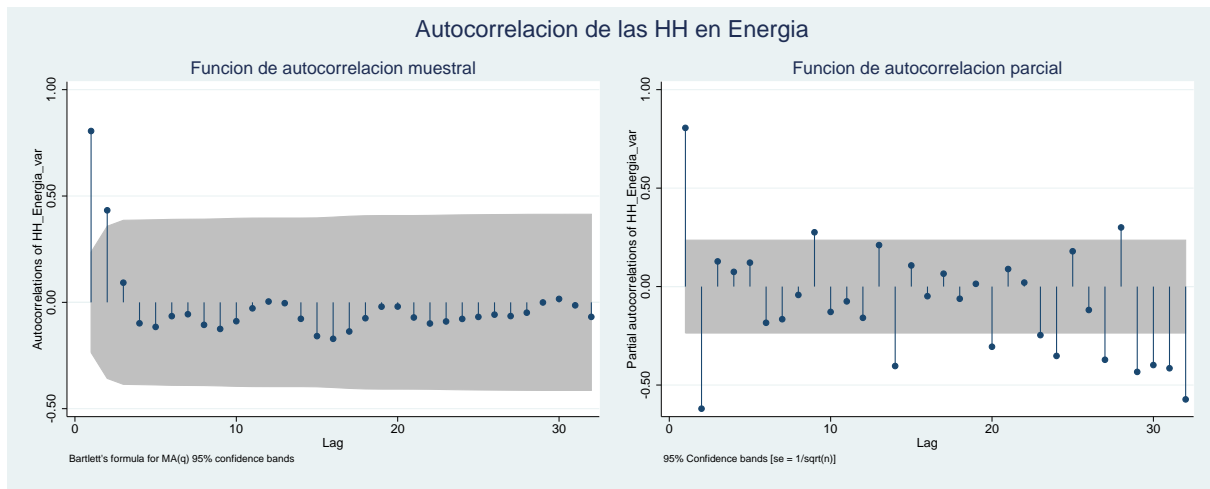


Figura 28: Autocorrelación de las HH en energía

De la función de autocorrelación muestral se observa que un *shock* en las horas hombres en otras infraestructuras es absorbido rápidamente. Las primeras dos autocorrelaciones son significativamente distintas de cero. Respecto al análisis de autocorrelación parcial, se observa que sólo la primera autocorrelación es significativamente distinta de cero.

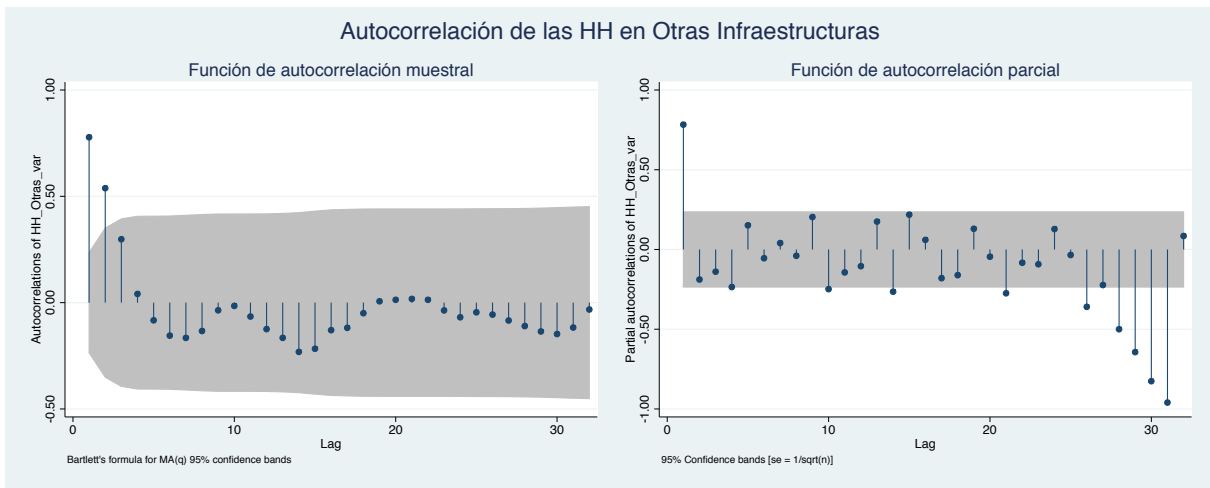


Figura 29: Autocorrelación de las HH en Otras Infraestructuras

#### 4.2. Análisis de estacionariedad

Una condición deseable para trabajar con series de tiempo es que las series sean estacionarias<sup>24</sup>. Para analizar la estacionariedad de la serie, se llevaron a cabo dos test; el test de Dickey Fuller Aumentado, y el test de Phillips y Perron (1988).

En el primer test, es necesario considerar que la serie de variaciones del PIB y de la FBCF no muestran una tendencia clara. Además, al diferenciar las series, éstas se mueven en torno a una media cercana a cero, por lo que se utiliza un test sin tendencia. La figura 31 presenta las series diferenciadas. En rojo se destaca la media.

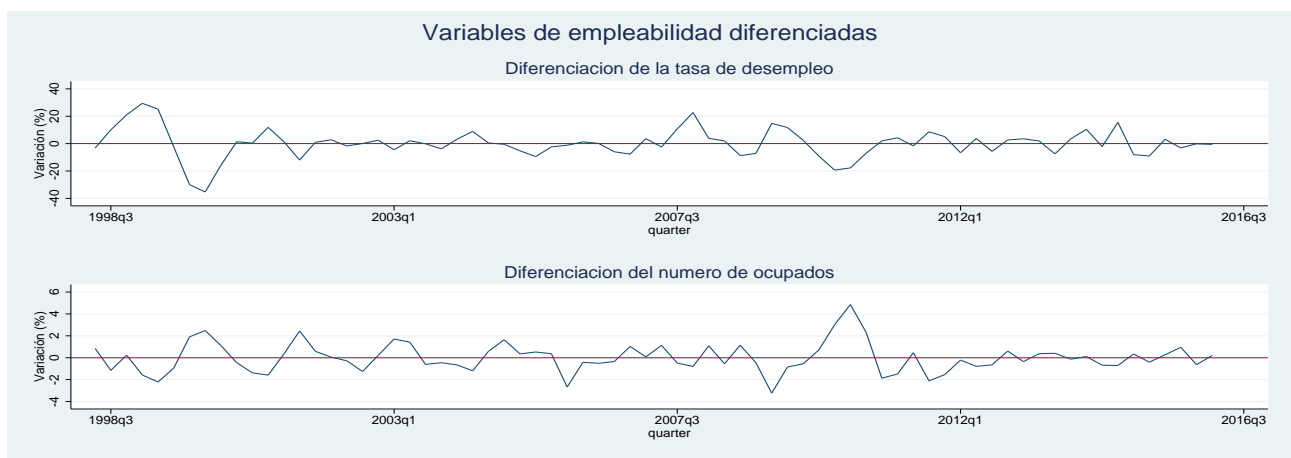


Figura 30: Diferenciación de las variables relacionadas al empleo

<sup>24</sup>Una serie es estacionaria si su distribución de probabilidad no cambia en el tiempo. Básicamente, se exige que la media, la varianza y la covarianza de la serie de tiempo no dependa de cada periodo de tiempo.

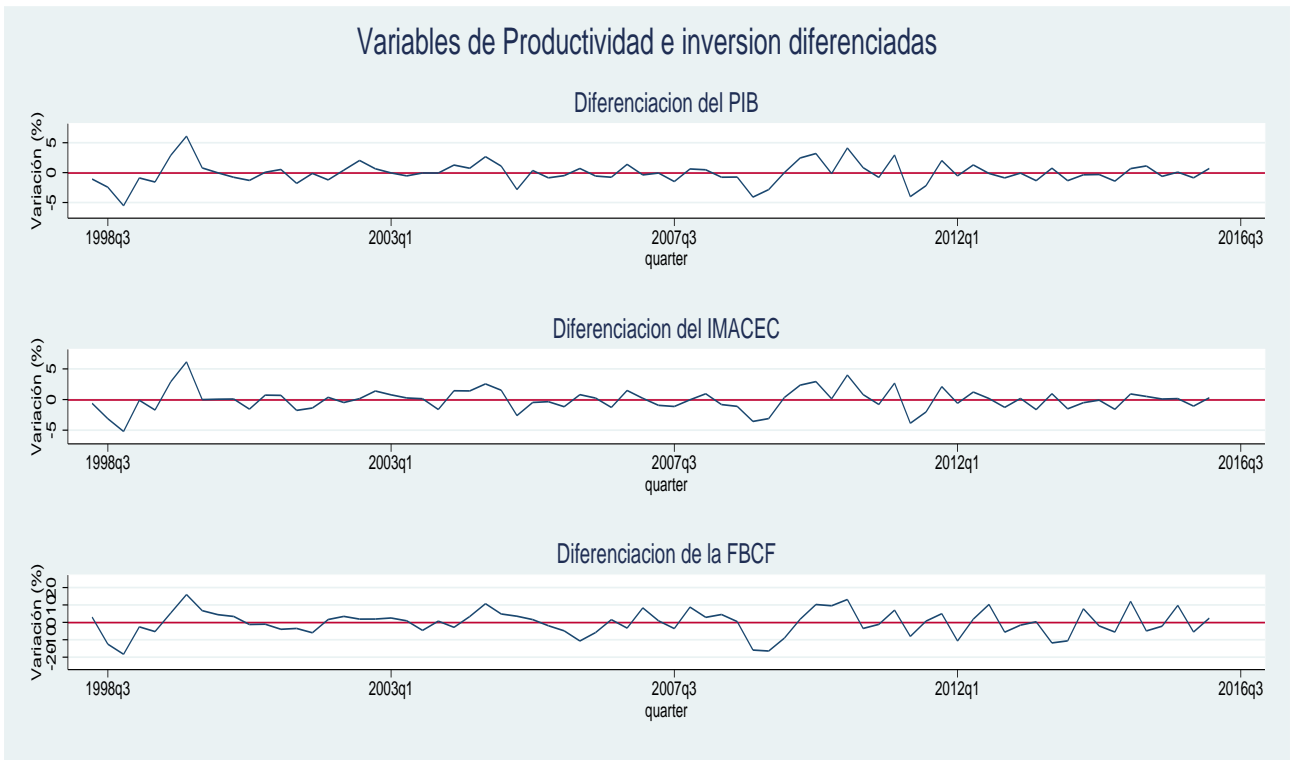


Figura 31: Diferenciación de las variables relacionadas al producto e inversión

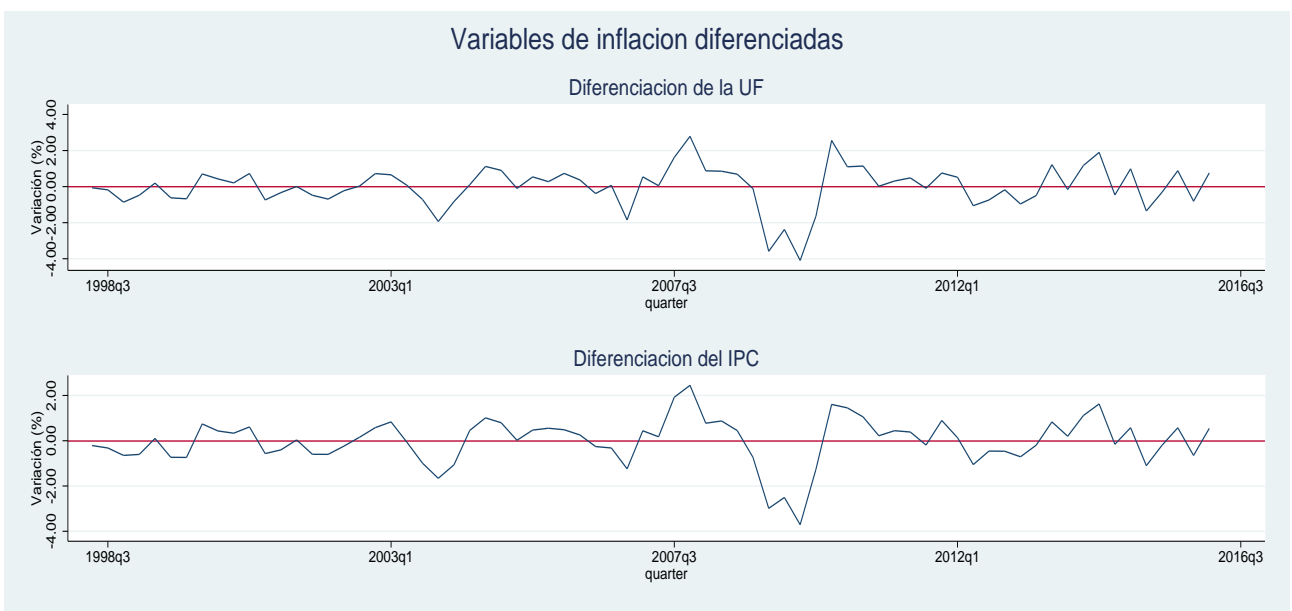


Figura 32: Diferenciación de las variables relacionadas a la inflación

Para el caso del PIB, tras realizar el test de Dickey Fuller Aumentado, es posible rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 99 % de confianza estadística. El test se realizó con dos rezagos según el análisis de autocorrelación parcial. En el caso del test de Phillips Perron se considera la presencia de heterocedasticidad y/o autocorrelación de orden superior. Este test también permite rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad. Ergo, se asume que la serie variaciones del PIB respecto al año anterior es estacionaria. Se realizó el mismo ejercicios para la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF). En el test de Dickey Fuller Aumentado se utilizaron dos rezagos, tal como lo señala la función de autocorrelación parcial. Es posible rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 1 % de significancia estadística. Para el Índice Mensual de Actividad Económica (IMACEC), el test de Dickey Fuller Aumentado permite rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 99 % de confianza estadística. El test de Phillips Perron rechaza la hipótesis nula al 95 % de confianza estadística. Lo mismo sucede para la tasa de desempleo, donde el test de Dickey Fuller Aumentado rechaza la hipótesis nula al 99 % de confianza estadística, mientras que el test de Phillips Perron rechaza la hipótesis nula al 95 % de confianza. Para el caso de la serie de ocupados, ésta no muestra una tendencia clara y, al diferenciarla, se observa que se mueve en torno a la media y muy cercana a cero. Al realizar el tests de Dickey Fuller Aumentado es posible rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 99 % de confianza estadística. La serie de variaciones de la UF permite rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 1 % en el caso del test de Dickey Fuller Aumentado y al 5 % en el caso del test de Phillips Perron. El mismo resultado se repite para la serie de variaciones del Índice de Precios al Consumidor.

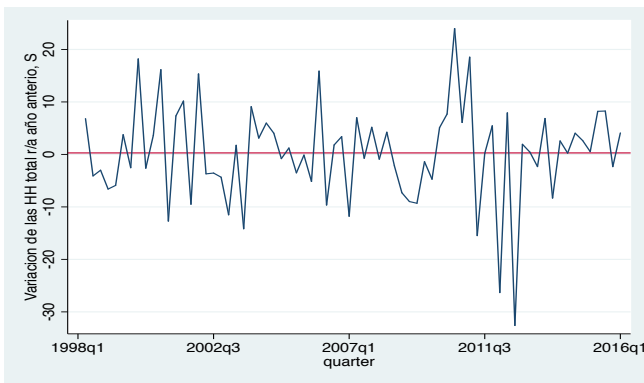
Luego al aplicar los test de raíz unitaria en todas las variables dependientes, es posible afirmar que todas las series rechazan la hipótesis nula de no-estacionariedad. Ergo, se concluye que las series son estacionarias. El cuadro 4 presenta los resultados de los test para todas las variables dependientes.

Cuadro 4: Test de raíz unitaria para las variables dependientes

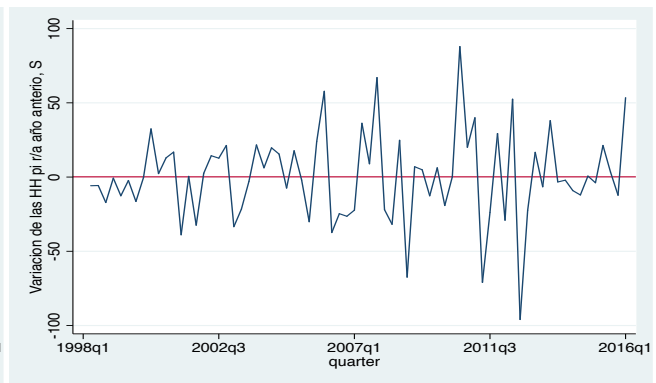
	Test Statistic	1 % critical value	5 % critical value	10 % critical value
PIB				
DFuller Z(t)	-4,197	-2,384	-1,668	-1,295
PPerron Z( $\rho$ )	-22,876	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-3,547	-3,549	-2,912	-2,591
FBCF				
DFuller Z(t)	-3,986	-2,384	-1,668	-1,295
PPerron Z( $\rho$ )	-22,047	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-3,413	-3,549	-2,912	-2,591
IMACEC				
DFuller Z(t)	-3,772	-2,384	-1,668	-1,295
PPerron Z( $\rho$ )	-21,382	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-3,384	-3,549	-2,912	-2,591
Desempleo				
DFuller Z(t)	-3,778	-2,384	-1,668	-1,295
PPerron Z( $\rho$ )	-19,155	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-3,150	-3,549	-2,912	-2,591
Ocupados				
DFuller Z(t)	-4,813	-2,382	-1,668	-1,294
PPerron Z( $\rho$ )	-21,168	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-3,340	-3,549	-2,912	-2,591
UF				
DFuller Z(t)	-4,341	-2,386	-1,669	-1,295
PPerron Z( $\rho$ )	-20,164	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-3,241	-3,549	-2,912	-2,591
IPC				
DFuller Z(t)	-4,541	-2,384	-1,668	-1,295
PPerron Z( $\rho$ )	-19,101	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-3,158	-3,549	-2,912	-2,591

Se realizó el mismo ejercicios para las variables independientes. En el caso de las variaciones del total de horas hombres la serie no muestra una tendencia clara y muestra una media diferente de cero. Sin embargo, al diferenciar la serie, ésta se mueve en torno a una media muy cercana a cero. Respecto a las variaciones de las horas hombres en proyectos pre inversionales, se puede observar que la serie no muestra una tendencia clara y muestra una media distinta de cero. Al diferenciar la serie, ésta se

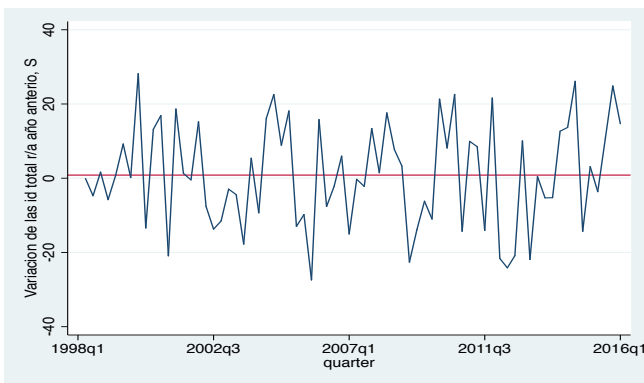
mueve en torno a una media muy cercana a cero. A partir del análisis realizado de la función autocorrelación muestral, el test de Dickey Fuller Aumentado se realizó con 1 rezago. Las variaciones en las horas hombres en ingeniería de detalle no muestran una tendencia clara, y muestran una media muy cercana a cero. Al diferenciar la serie, ésta se mueve en una media muy cercana a cero. A partir del análisis realizado de la función autocorrelación muestral, el test de Dickey Fuller Aumentado se realizó con 1 rezago. Las variaciones de las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones no muestran una tendencia clara y muestran una media diferente de cero. Al diferenciar la serie, esta muestra una media muy cercana a cero. A partir del análisis de autocorrelación parcial realizado, el test de Dickey Fuller Aumentado se realizó con 1 rezago. Los gráficos de las series diferenciadas se muestran a continuación. En rojo se resalta la media.



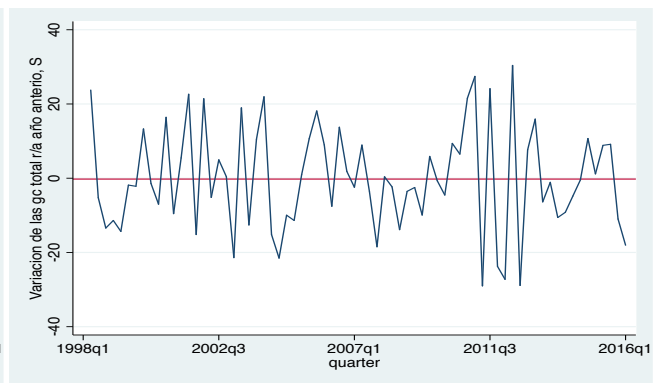
Variación del total de horas hombres en ingeniería diferenciada



Variación de las horas hombres pre inversionales diferenciada



Variación de las horas hombres en ingeniería de detalle diferenciada



Variación de la gestión de la construcción e inspecciones diferenciada

De los test realizados a las horas hombre clasificadas por área de ingeniería, se puede concluir que, en el caso de la variación del total de horas hombres, es posible rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 95 % de confianza estadística. En el caso de las horas hombres en proyectos pre inversionales, la hipótesis nula de no-estacionariedad se puede rechazar al 99 % de confianza estadística. Para las horas hombres en ingeniería de detalle, el test de Dickey Fuller Aumentado rechaza al 99 %



de confianza estadística la hipótesis nula de no-estacionariedad. El test de Phillips Perron rechaza al 95 % de confianza estadística la hipótesis nula de no-estacionariedad. Al aplicar los test de raíz unitaria a las horas hombre en gestión de la construcción e inspecciones, se constata que es posible rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 99 % de confianza estadística. Por tanto, podemos concluir que todas las series son estacionarias. El cuadro 5 presenta los resultados.

Cuadro 5: Test de raíz unitaria para las variables independientes por área de ingeniería

Horas Hombre	Test Statistic	1 % critica Value	5 % critical Value	10 % critical Value
Total Horas Hombre				
DFuller Z(t)	-2,352	-2,382	-1,668	-1,294
PPerron Z( $\rho$ )	-18,889	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-3,202	-3,549	-2,912	-2,591
Ing. Pre inversional				
DFuller Z(t)	-3,985	-2,382	-1,668	-1,294
PPerron Z( $\rho$ )	-31,056	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-4,289	-3,549	-2,912	-2,591
Ing. de Detalles				
DFuller Z(t)	-2,690	-2,382	-1,668	-1,294
PPerron Z( $\rho$ )	-17,743	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-2,961	-3,549	-2,912	-2,591
Inspecciones				
DFuller Z(t)	-3,117	-2,382	-1,668	-1,294
PPerron Z( $\rho$ )	-27,274	-19,296	-13,476	-10,832
PPerron Z(t)	-3,882	-3,549	-2,912	-2,591

Se realizó un test de raíz unitaria para las horas hombres invertidas en ingeniería clasificadas según subsector económico. Para las horas hombre en minería, se utilizó un test de Dickey Fuller Aumentado con hasta 5 rezagos. En todos los casos la hipótesis nula de no-estacionariedad se rechazó al 99 % de confianza estadística. Al realizar el test de Phillips Perron, la hipótesis nula se rechazó con un 95 % de confianza estadística. Para el caso las horas hombre en infraestructura general tanto en el test de Dickey Fuller Aumentado como el test de Phillips Perron fue posible rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 99 % de confianza estadística. Respecto a las horas hombre en infraestructura hidráulica-sanitaria, ambos test permiten rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 1 % de significancia estadística. Al aplicar el test de Dickey Fuller Aumentado a las horas hombres en edificación urbana, la hipótesis nula se rechaza al 99 % de confianza estadística. Lo mismo es válido para el test de Phillips Perron. Por tanto se concluye que la serie es estacionaria. Respecto a las horas hom-

bres en ingeniería invertidas en infraestructura industrial, el test de Dickey Fuller Aumentado permite rechazar la hipótesis nula al 99 % de confianza estadística. Se realizó un test con hasta 5 rezagos. El test de Phillips Perron permitió rechazar la hipótesis nula al 95 % de confianza estadística. Los test aplicados a las horas hombres en infraestructura energética permiten rechazar la hipótesis nula al 99 % de confianza en el caso del test de Dickey Fuller Aumentado y al 95 % de confianza en el caso del test de Phillips Perron. Finalmente, para las horas hombres invertidas en otras obras de infraestructura, el test de Dickey Fuller Aumentado permite rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 99 % de confianza estadística, mientras que el test de Phillips Perron permite rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad al 95 % de confianza estadística. Por tanto, es posible concluir que todas las variables dependientes consideradas en este estudio son estacionarias. El cuadro 6 muestra los resultados de los test.

Cuadro 6: Test de raíz unitaria para las variables independientes por subsector económico

Horas Hombre	DFuller Z(t) Test Statistic	PPerron Z( $\rho$ ) Test Statistic	PPerron Z(t) Test Statistic
Minería	-3,371	-19,987	-3,467
Infraestructura General	-3,921	-34,547	-4,608
Inf. Hidráulica-Sanitaria	-4,235	-29,575	-4,170
Edificación Urbana	-3,152	-29,984	-4,286
Inf. Industrial	-3,869	-18,184	-2,994
Energía	-3,787	-19,484	-3,203
Otras	-3,165	-18,865	-3,155

### 4.3. Test de cointegración

La cointegración es importante ya que permite evidenciar una relación de largo plazo entre dos variables. La hipótesis nula de este test es que las variables no están cointegradas, es decir, no existe una tendencia común entre las dos variables en el largo plazo. Si no es posible rechazar esta hipótesis, una regresión entre estas variables conduce a una regresión espuria. Tal como se mostró en la sección anterior, las series siguen un proceso  $I(0)$ , por lo que no es posible realizar un test de Engle-Granger, ya que la cointegración es una relación entre dos variables  $I(1)$  no-estacionarias. Para variables  $I(0)$  con una relación cointegrada se puede utilizar un modelo de corrección de errores<sup>25</sup> (Adkins and Hill, 2011).

Primero se estima un modelo ADL(1,1)<sup>26</sup> de la siguiente forma

$$Y_t = \delta + \theta_1 Y_{t-1} + \delta_0 X_{t-1} + \nu$$

Al trabajar un poco la expresión anterior, la podemos reescribir como

$$\Delta Y_t = -(1 - \theta_1)(Y_{t-1} - \beta_1 - \beta_2 X_{t-1}) + \delta_0 \Delta X_t + \delta_1 \Delta X_{t-1} + \nu$$

El término en el segundo par de paréntesis es la relación de cointegración. Los parámetros de la ecuación son estimados por cuadrados ordinarios no-lineales. La hipótesis nula es que la variables dependiente y la variable independiente no están integradas.

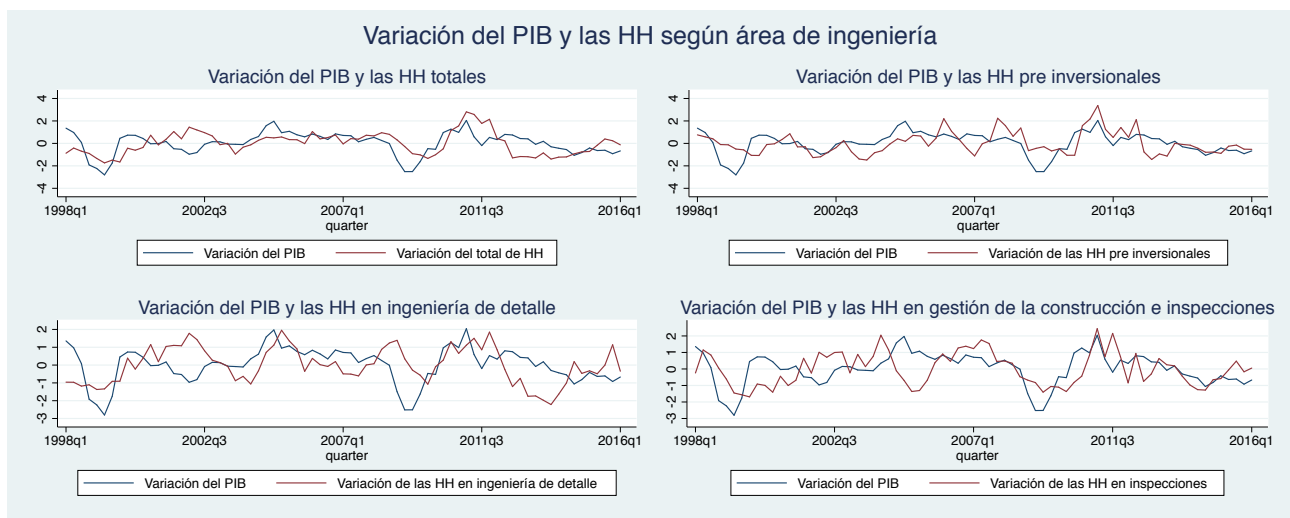


Figura 35: Variación del PIB y las HH según área de ingeniería

Como la relación de cointegración incluye una constante, el valor crítico es de -3,37. Para el caso de la Variación del PIB y la Variación del Total de Horas Hombres el valor calculado es -4,11, menor

<sup>25</sup> Short-run error correction model.

<sup>26</sup> Autoregressive distributed lag model

al valor crítico, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la variación del PIB y la variación del total de horas hombres están cointegradas. En el caso de las horas hombres en proyectos pre inversionales, el valor calculado fue de  $-3,87$ , menor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variaciones en el PIB y las variaciones en las horas hombres en proyectos de ingeniería están cointegradas. El valor calculado para las horas hombres de ingeniería de detalle fue de  $-4,08$ , por lo que se concluye que esta serie está cointegrada con las variaciones del PIB. Las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones mostraron un valor calculado de  $-3,89$ , menor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que se concluye que las variaciones en el PIB y las variaciones en las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones están cointegradas. La figura 35 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

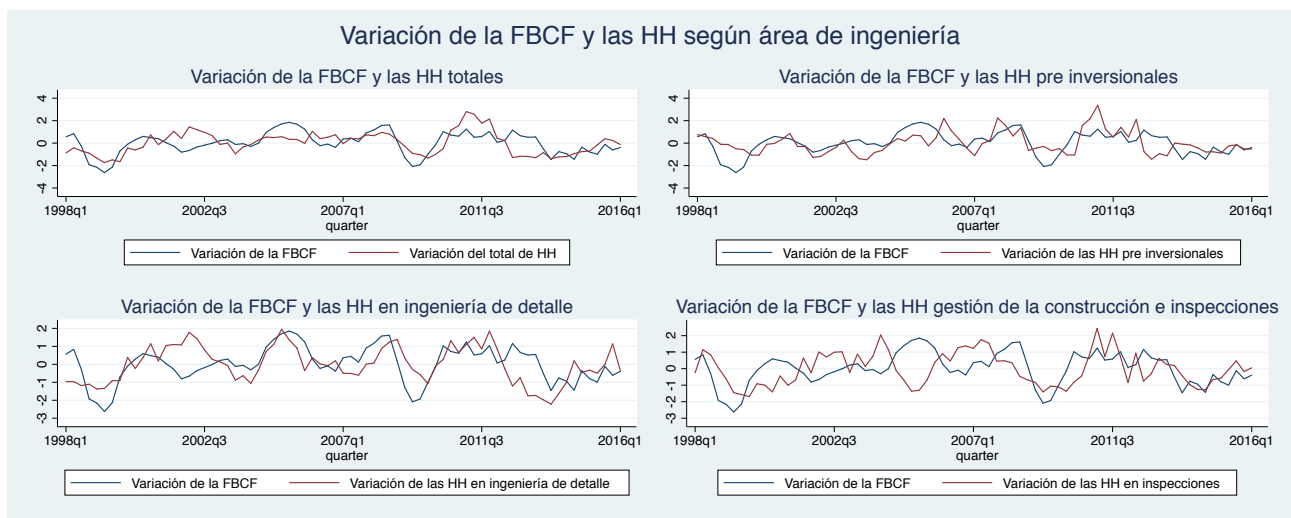


Figura 36: Variación de la FBCF y las HH según área de ingeniería

Se realizó el mismo ejercicio para analizar la cointegración entre la Formación Bruta de Capital Fijo y las horas hombres clasificadas según área de ingeniería. Respecto al total de horas hombres, el valor calculado fue de  $-4,53$ , menor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que se concluye que las variaciones en el total de horas hombres y las variaciones en la Formación Bruta de Capital Fijo están cointegradas. El valor calculado para las horas hombres pre inversionales fue de  $-4,52$ , por lo que se concluye que la Formación Bruta de Capital Fijo y las horas hombres en proyectos pre inversionales están cointegradas. Para el caso de las horas hombres en ingeniería de detalles, el valor calculado fue de  $-3,93$ , por lo que se concluye que ambas series están cointegradas. Finalmente, el valor calculado para las horas hombres en gestión de la construcción fue de  $-4,03$ , por lo que se concluye que esta serie está cointegrada con la Formación Bruta de Capital Fijo. La figura 36 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

En el caso del Índice Mensual de Actividad Económica y las horas hombres invertidas en proyectos de ingeniería clasificadas por área de ingeniería los resultados son similares. El valor crítico se mantiene en

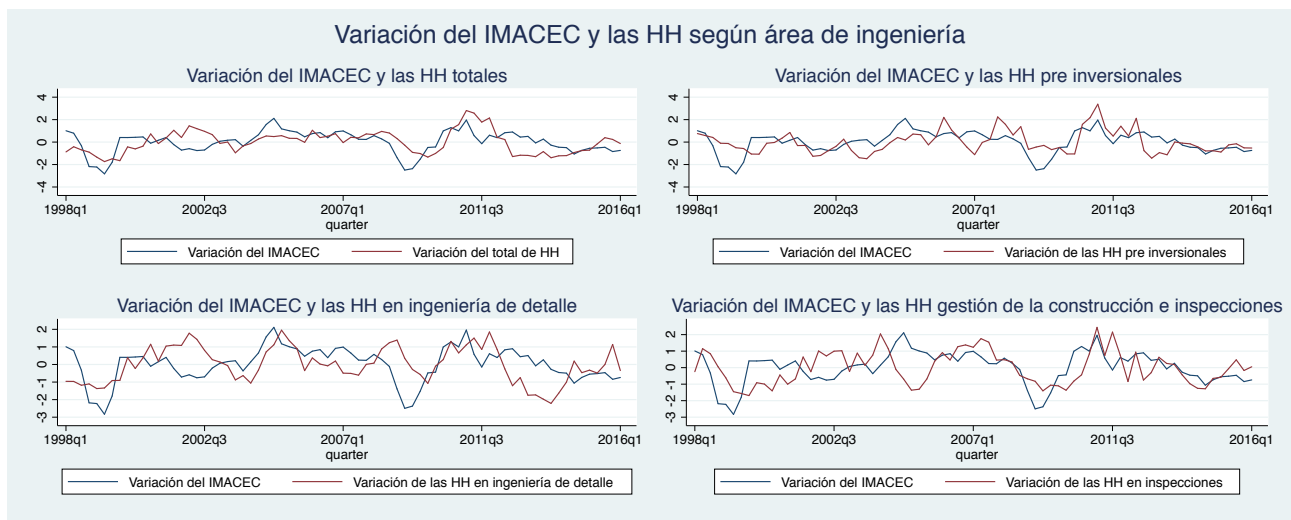


Figura 37: Variación del IMACEC y las HH según área de ingeniería

-3,37. En el caso del total de horas hombres, el valor calculado fue de -3,86, menor al valor crítico, por lo que se rechaza la hipótesis nula de no-cointegración. Para las horas hombre en proyectos pre inversionales el valor calculado fue de -3,68. Luego, concluimos que la variación del IMACEC y la variación de las horas hombre pre inversionales están cointegradas. El valor calculado para las horas hombres en ingeniería de detalle fue de -3,83, menor al valor crítico de -3,37, por lo que se concluye que ambas series están cointegradas. El valor calculado para las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones es -3,57, menor al valor crítico, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del IMACEC y la variación de las horas hombre en gestión de la construcción e inspecciones están cointegradas. La figura 37 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

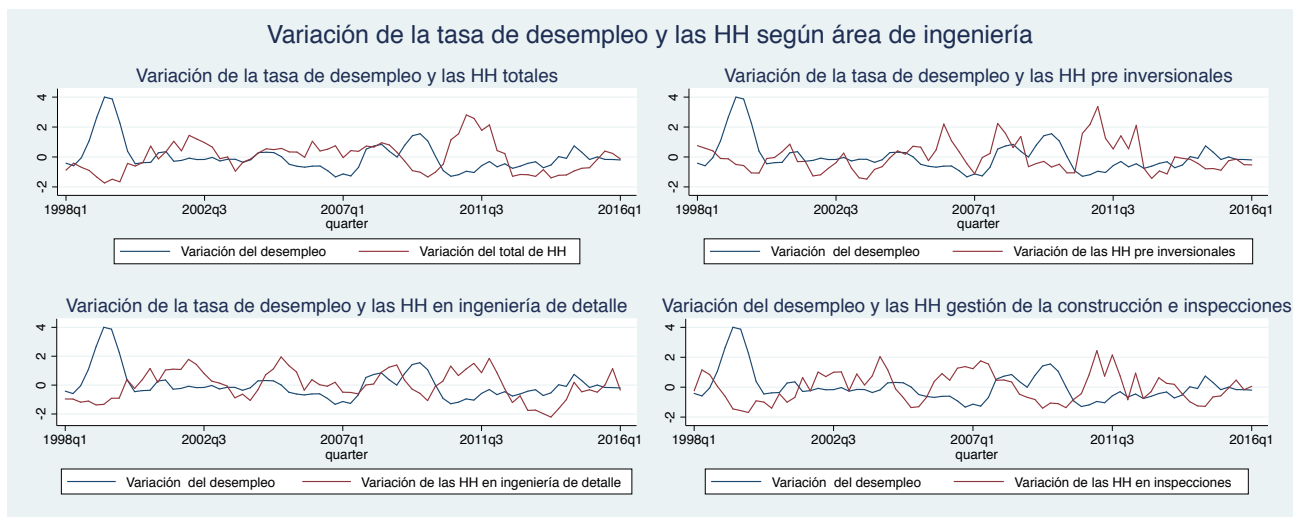


Figura 38: Variación de la tasa de desempleo y las HH según área de ingeniería

El análisis de cointegración entre la tasa de desempleo y las horas hombre invertidas en proyectos de ingeniería resultó en lo siguiente. Para el total de horas hombres invertidas en ingeniería el valor calculado fue de  $-5,07$ , menor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación de la tasa de desempleo y la variación del total de horas hombres están cointegradas. El valor calculado de las horas hombre en proyectos pre inversionales fue de  $-3,65$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula de no-cointegración. El análisis en las horas hombres en ingeniería de detalles arrojó un valor calculado de  $-3,94$ , el cual permite rechazar la hipótesis nula. Sin embargo, lo anterior no se cumple para las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones. El valor calculado para esta serie fue de  $-3,37$ , lo que no permite rechazar la hipótesis nula de no-cointegración y por tanto no podemos concluir que existe una relación de largo plazo entre la tasa de desempleo y las horas hombres invertidas en gestión de la construcción e inspecciones. La figura 38 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

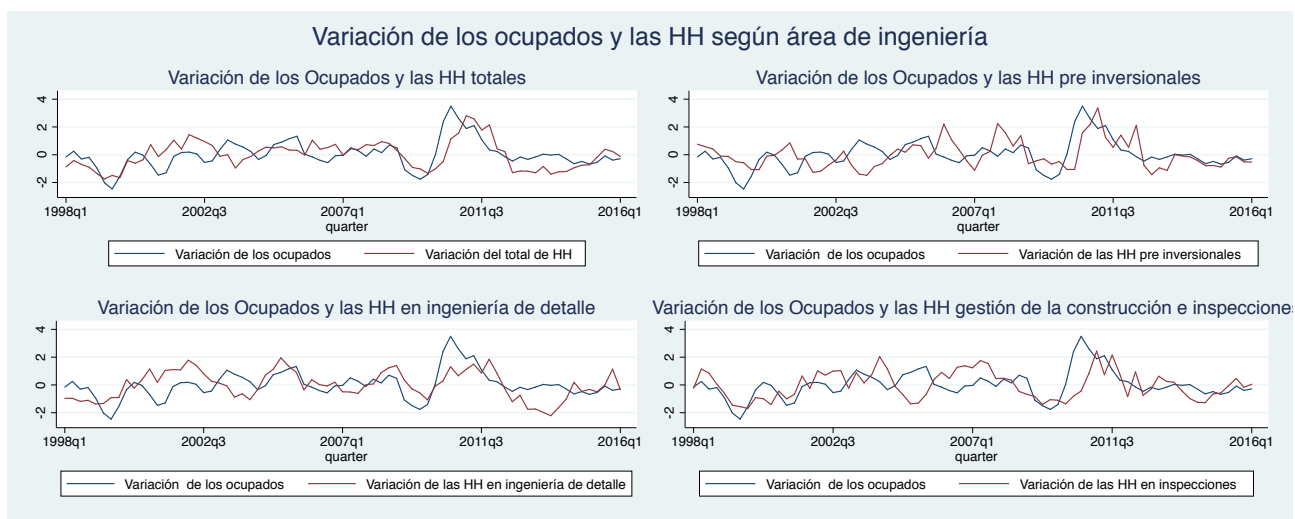


Figura 39: Variación de los ocupados y las HH según área de ingeniería

Se realizó el mismo ejercicio para analizar la cointegración entre el número de ocupados y las horas hombre clasificadas según área de ingeniería. El valor calculado para el total de horas hombre fue de  $-5,09$ , menor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del número de ocupados y la variación del total de horas hombre están cointegradas. Las horas hombre en proyectos de ingeniería arrojaron un valor calculado de  $-3,39$ , lo que permite concluir que existe una relación de cointegración entre ambas series. La misma conclusión es válida para las horas hombre en ingeniería de detalle, las cuales muestran un valor calculado de  $-4,87$ . Finalmente, para el caso de las horas hombre en gestión de la construcción e inspecciones muestran que el valor calculado fue de  $-4,16$ , menor al valor crítico, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del número de ocupados y la variación de las horas hombre en gestión de la construcción e inspecciones están cointegradas. La figura 41 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

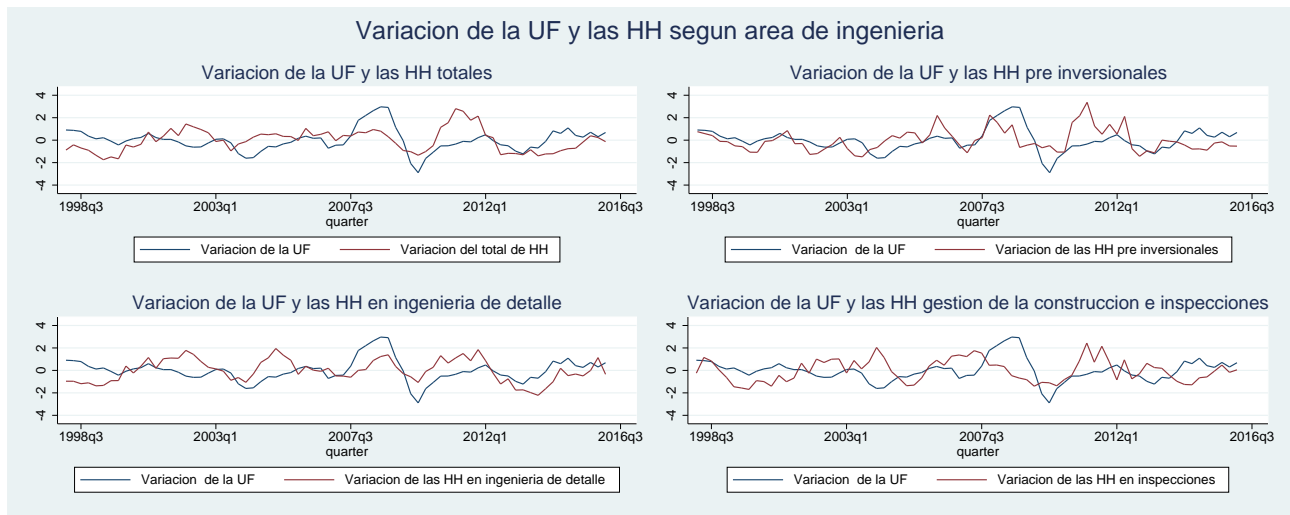


Figura 40: Variación de la UF y las HH según área de ingeniería

De la evaluación del test de cointegración para la serie de variaciones de la UF y las horas hombres en ingeniería según área, se concluyó lo siguiente. La serie de variaciones de la UF y el total de horas hombres arrojó un valor calculado de  $-2,97$ , mayor al valor crítico, por lo que no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación de la UF y la variación del total de horas hombres no están cointegradas. El mismo ejercicio con las horas hombres pre inversionales arrojó un valor calculado de  $-3,54$ , por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que las series están cointegradas. El valor calculado para la UF y las HH en ingeniería de detalle fue de  $-4,12$ , menor al valor crítico, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación de la UF y la variación de las horas hombres en ingeniería de detalle están cointegradas. Finalmente, el valor calculado para el test de cointegración con las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones es  $-3,71$ , menor al valor crítico, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación de la UF y la variación de las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones están cointegradas.

Los resultados del test de cointegración para la serie de variaciones del IPC y las horas hombres en ingeniería según área arrojaron resultados similares. Respecto a las HH totales, el valor calculado es  $-2,78$ , mayor al valor crítico, por lo que no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del IPC y la variación del total de horas hombres no están cointegradas. Respecto a las HH pre inversionales, el valor calculado es  $-3,44$ , menor al valor crítico, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del IPC y la variación de las horas hombres pre inversionales están cointegradas. Para la serie de variaciones de las HH en ingeniería de detalle, el valor calculado es  $-4,88$ , menor al valor crítico, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del IPC y la variación de las horas hombres en ingeniería de detalle están cointegradas. El resultado anterior se repite para las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones con un valor calculado

de -3,53, menor al valor crítico, por lo que rechazamos la hipótesis nula.

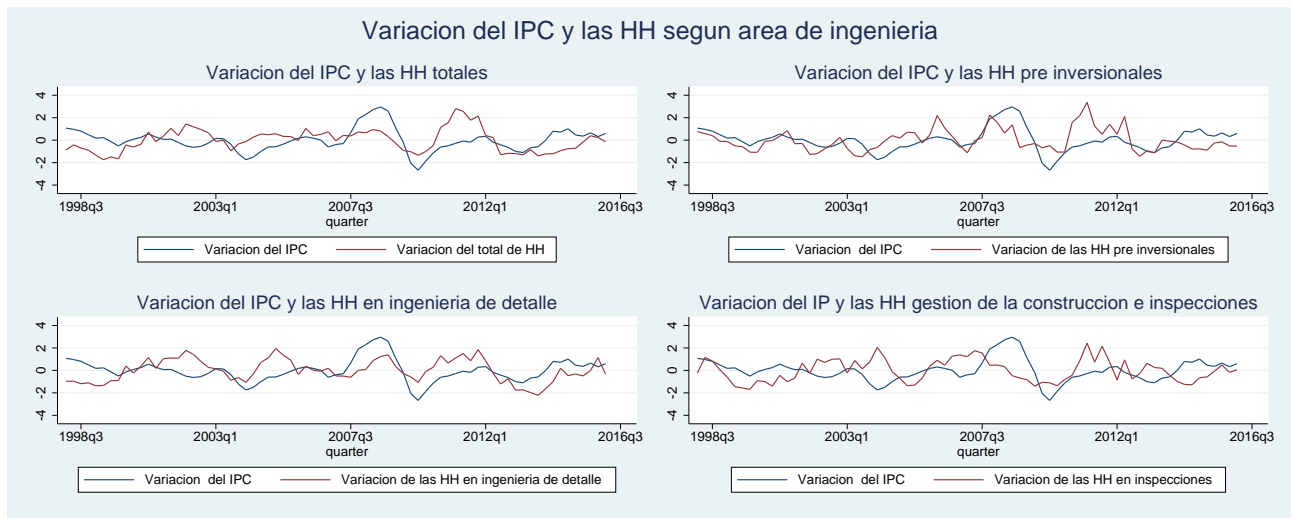


Figura 41: Variación del IPC y las HH según área de ingeniería

Respecto a las variables dependientes y las horas hombres invertidas en proyectos de ingeniería clasificadas según área de ingeniería, es posible concluir que en las series de variaciones del PIB, la FBCF y Ocupados, existe una relación de largo plazo con las series de variaciones de las HH clasificadas según área de ingeniería. Para el caso de la serie de variaciones de la tasa de desempleo, lo anterior se cumple excepto para las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones. La serie de variaciones de la UF y el IPC también exhibe una relación de largo plazo con la serie de variaciones de las HH, excepto con la serie del Total de HH. Los resultados del análisis de cointegración entre todas las series se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7: Cointegración de las variables dependientes y las HH según área de ingeniería

	Total HH	Pre Inversional	Ing. Detalle	Inspecciones
PIB	-4,11	-3,87	-4,08	-3,89
FBCF	-4,43	-4,52	-3,93	-4,03
IMACEC	-3,86	-3,68	-3,83	-3,57
Desempleo	-5,07	-3,65	-3,94	-3,37
Ocupados	-5,09	-3,39	-4,87	-4,16
UF	-2,97	-3,54	-4,12	-3,71
IPC	-2,78	-3,44	-4,88	-3,53

\*Valor crítico: -3,37 al 95% de confianza estadística



El mismo ejercicio se realizó para las variables dependientes y las horas hombres invertidas en proyectos de ingeniería, pero esta vez considerando su clasificación según subsector económico.

Respecto al PIB y las horas hombres en minería, el valor calculado fue de -4,67, menor al valor crítico de -3,37, por lo que se rechaza la hipótesis nula de no-cointegración y es posible concluir que existe una relación de largo plazo entre la variación del PIB y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura minera. El valor calculado para las horas hombres en infraestructura general fue de -4,23, por tanto se rechaza la hipótesis nula. Las horas hombres en infraestructura hidráulica-sanitaria muestran un valor calculado de -4,23, por lo que se puede concluir que existe una relación de cointegración entre estas dos series. En el caso de las horas hombres en edificación urbana, el valor calculado fue de -4,50, menor al valor crítico de -3,37, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del PIB y la variación de las HH en edificación urbana están cointegradas. Las horas hombres en infraestructura industrial arrojaron un valor calculado de -4,52, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula. El test realizado para las horas hombres en energía permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que existe una relación de largo plazo entre la variación del PIB y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura energética. Finalmente, al analizar las horas hombres en otras infraestructuras el valor calculado fue de -4,73, menor al valor crítico de -3,37, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula de no-cointegración. La figura 42 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

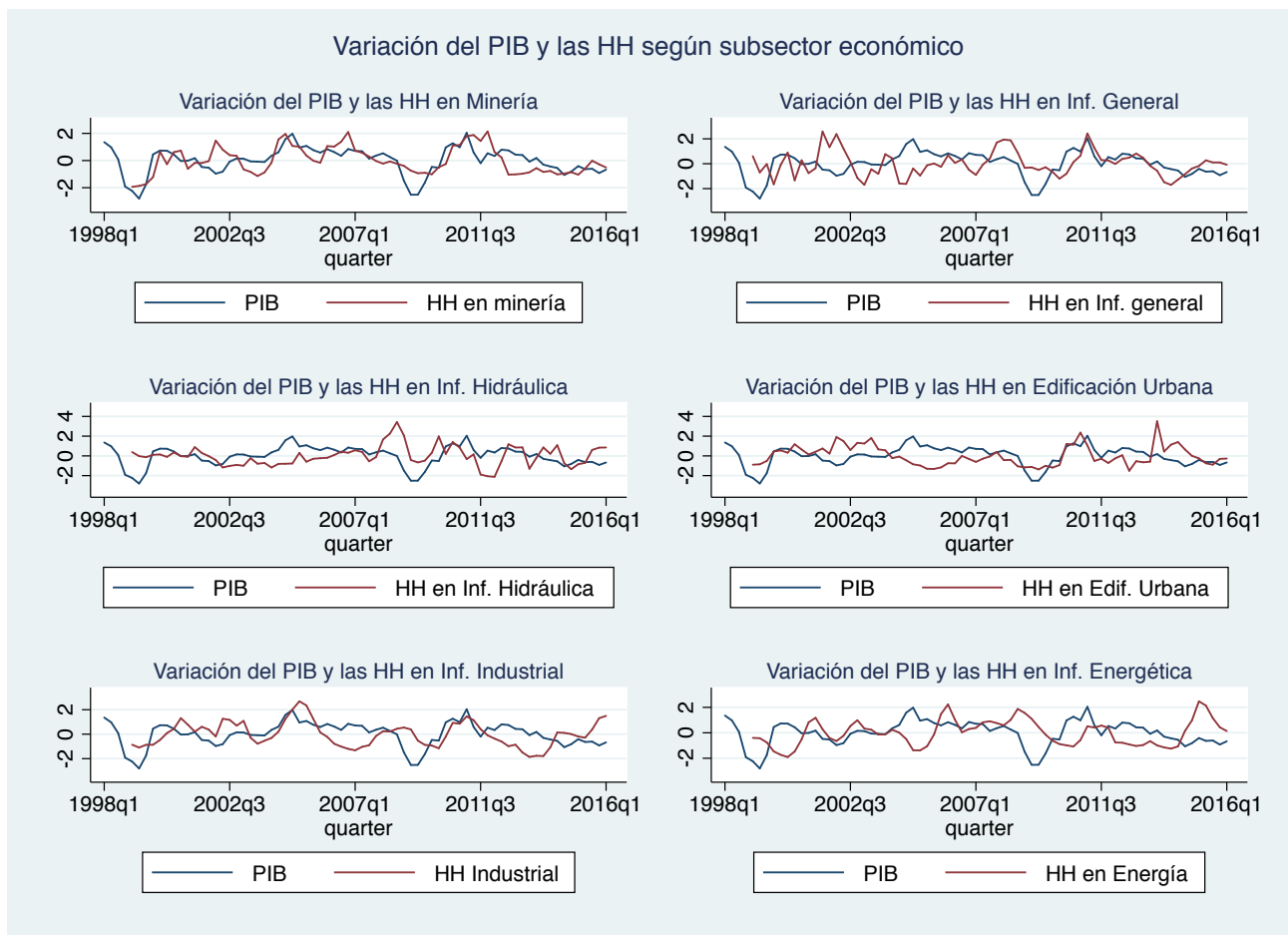


Figura 42: Variación del PIB y las HH según subsector económico

Respecto de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF) y las horas hombres en minería, el valor calculado fue de -4,81, menor al valor crítico de -3,37, por lo que se rechaza la hipótesis nula de no-cointegración y posible concluir que existe una relación de largo plazo entre la variación de la FBCF y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura minera. El valor calculado para las horas hombres en infraestructura general fue de -4,49, por tanto se rechaza la hipótesis nula. Las horas hombres en infraestructura hidráulica-sanitaria muestran un valor calculado de -5,10, por lo que se puede concluir que existe una relación de cointegración entre estas dos series. En el caso de las horas hombres en edificación urbana, el valor calculado fue de -4,55, menor al valor crítico de -3,37, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación de la FBCF y la variación de las HH en edificación urbana están cointegradas. Las horas hombres en infraestructura industrial arrojaron un valor calculado de -4,22, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula. El test realizado para las horas hombres en energía permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que existe una relación de largo plazo entre la variación de la FBCF y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura energética. Finalmente, al analizar las horas hombres en otras infraestructuras el valor calculado fue de -4,58, menor al valor crítico de -3,37, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula

de no-cointegración. La figura 43 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

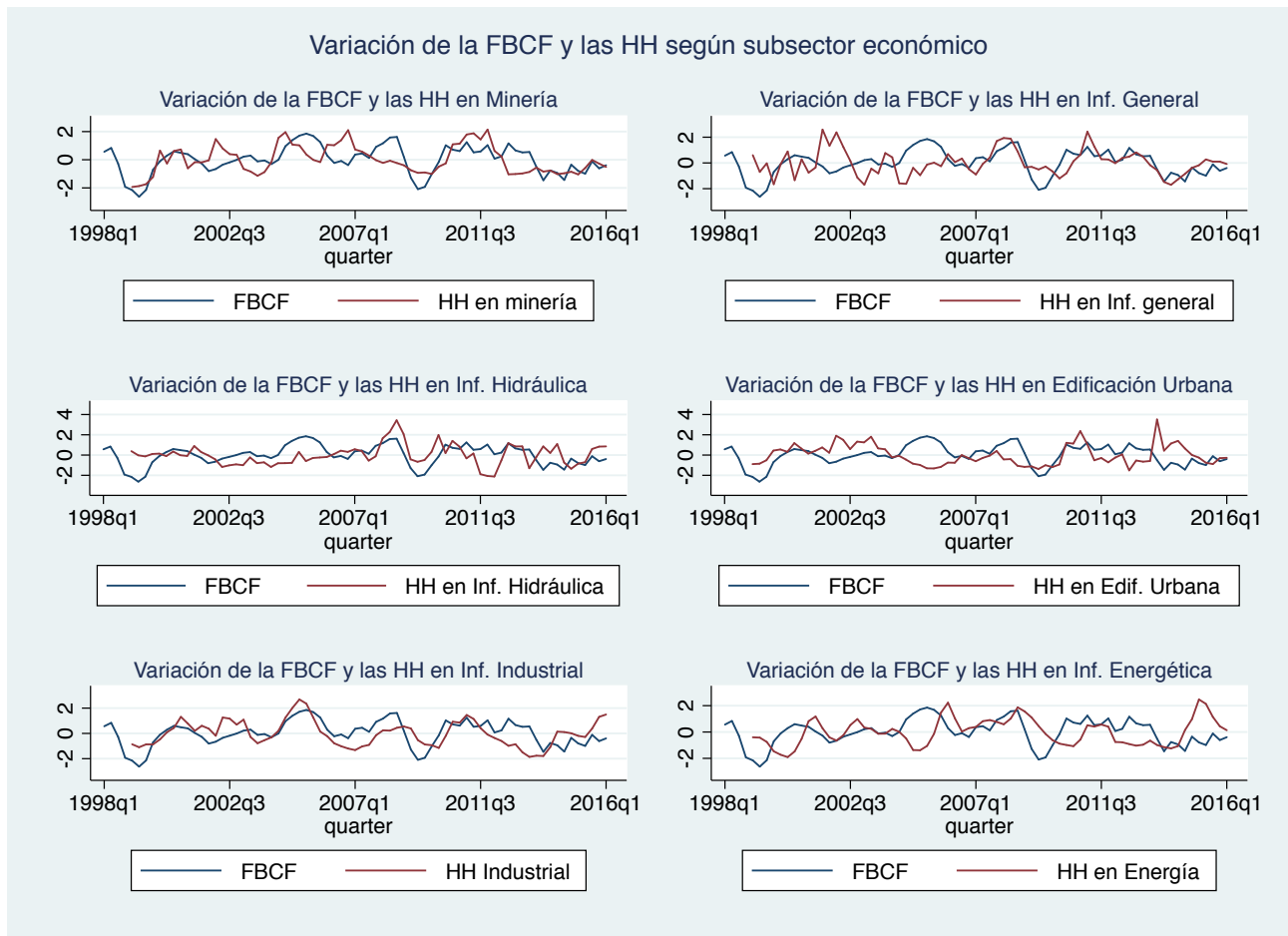


Figura 43: Variación de la FBCF y las HH según subsector económico

Respecto del Índice Mensual de Actividad Económica (IMACEC) y las horas hombres en minería, el valor calculado fue de -4,63, menor al valor crítico de -3,37, por lo que se rechaza la hipótesis nula de no-cointegración y posible concluir que existe una relación de largo plazo entre la variación del IMACEC y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura minera. El valor calculado para las horas hombres en infraestructura general fue de -4,09, por tanto se rechaza la hipótesis nula. Las horas hombres en infraestructura hidráulica-sanitaria muestran un valor calculado de -5,34, por lo que se puede concluir que existe una relación de cointegración entre estas dos series. En el caso de las horas hombres en edificación urbana, el valor calculado fue de -4,47, menor al valor crítico de -3,37, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del IMACEC y la variación de las HH en edificación urbana están cointegradas. Las horas hombres en infraestructura industrial arrojaron un valor calculado de -4,49, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula. El test realizado para las horas hombres en energía permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que existe una relación de largo plazo entre la variación del IMACEC y la variación de las horas hombres

invertidas en proyectos de infraestructura energética. Finalmente, al analizar las horas hombres en otras infraestructuras el valor calculado fue de -4,65, menor al valor crítico de -3,37, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula de no-cointegración. La figura 44 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

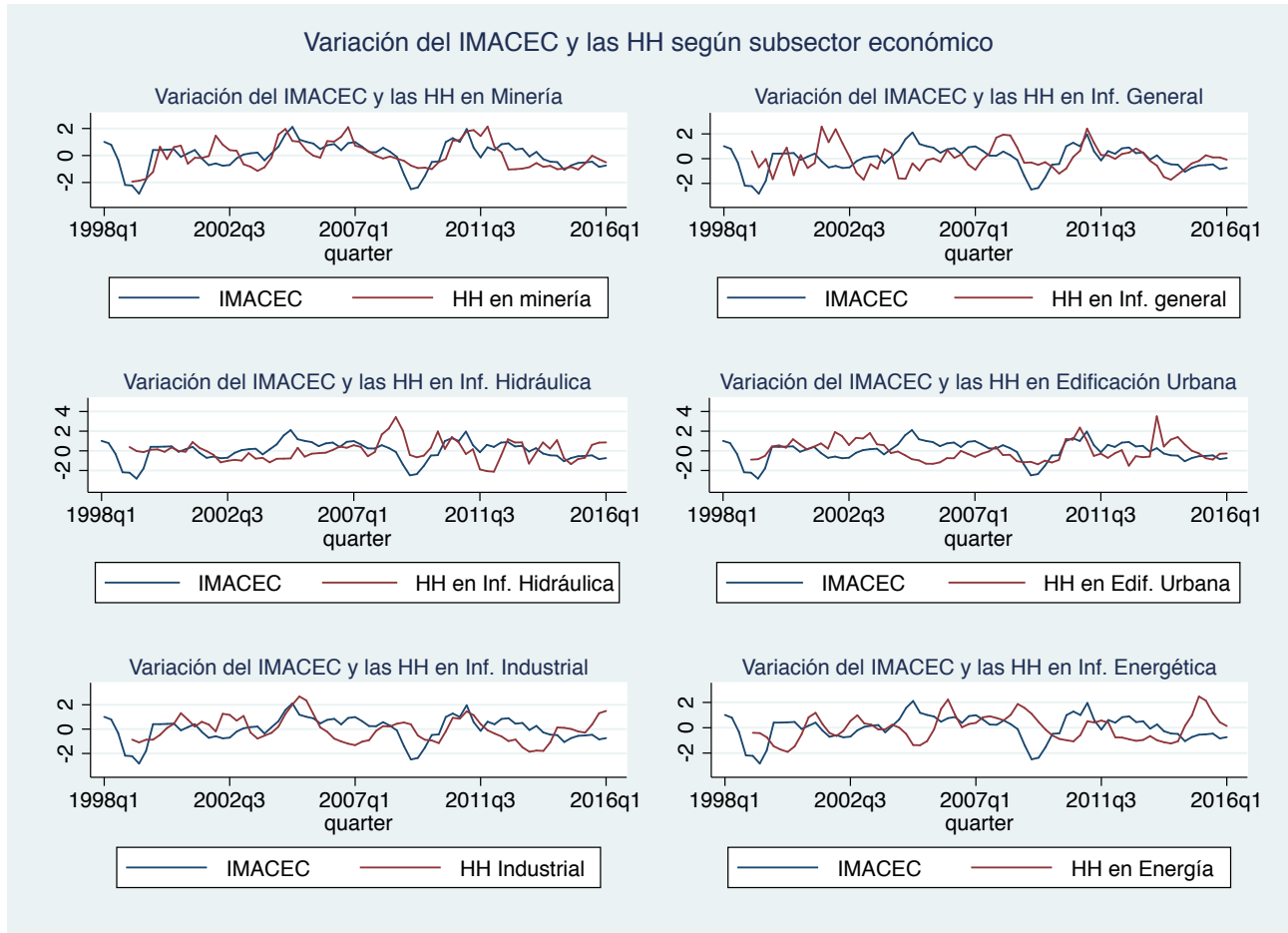


Figura 44: Variación del IMACEC y las HH según subsector económico

Al realizar el análisis de cointegración entre la tasa de desempleo y las horas hombres ocupadas en proyectos de ingeniería clasificadas por subsector económico, se pudo constatar lo siguiente. En análisis en las horas hombres en minería arrojó un valor calculado de -6,47, menor al valor crítico de -3,37, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del desempleo y la variación de las HH en minería están cointegradas. El valor calculado para las horas hombres en infraestructura general fue de -6,14, por tanto se rechaza la hipótesis nula. Las horas hombres en infraestructura hidráulica-sanitaria muestran un valor calculado de -6,77, por lo que se puede concluir que existe una relación de cointegración entre estas dos series. En el caso de las horas hombres en edificación urbana, el valor calculado fue de -6,82, menor al valor crítico de -3,37, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación de la tasa de desempleo y la variación de las HH en edificación urbana

están cointegradas. Las horas hombres en infraestructura industrial arrojaron un valor calculado de -6,79, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula. El test realizado para las horas hombres en energía permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que existe una relación de largo plazo entre la variación de la tasa de desempleo y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura energética. Finalmente, al analizar las horas hombres en otras infraestructuras el valor calculado fue de -6,46, menor al valor crítico de -3,37, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula de no-cointegración. La figura 45 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

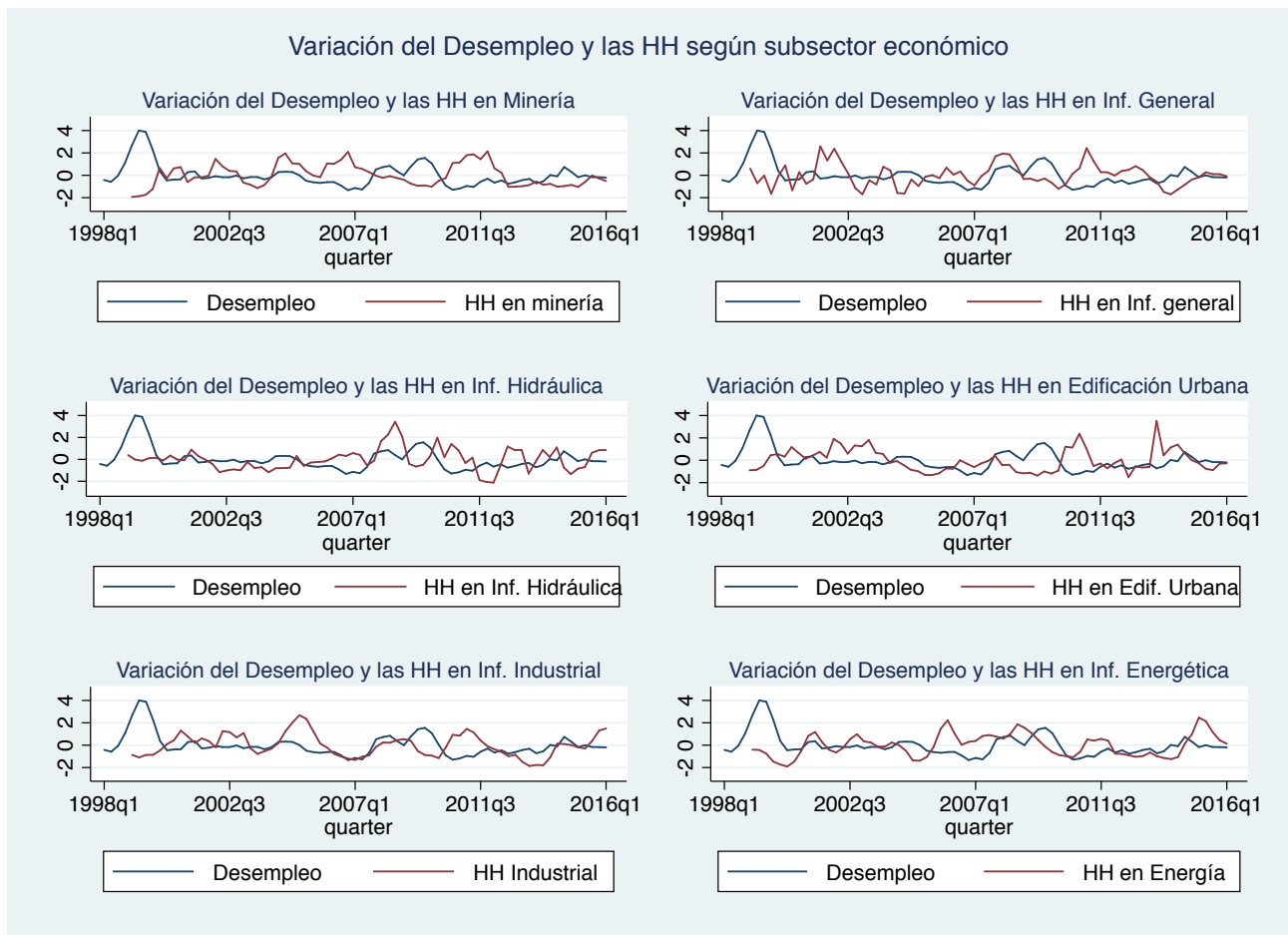


Figura 45: Variación del Desempleo y las HH según subsector económico

Al realizar el análisis de cointegración entre los ocupados y las horas hombres invertidas en proyectos de ingeniería clasificadas por subsector económico, se pudo constatar lo siguiente. En análisis en las horas hombres en minería arrojó un valor calculado de -5,37, menor al valor crítico de -3,37, por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del número de ocupados y la variación de las HH en minería están cointegradas. El valor calculado para las horas hombres en infraestructura general fue de -4,41, por tanto se rechaza la hipótesis nula. Las horas hombres en infraestructura hidráulica-sanitaria muestran un valor calculado de -3,91, por lo que se puede concluir que existe una

relación de cointegración entre estas dos series. En el caso de las horas hombres en edificación urbana, el valor calculado fue de  $-4,33$ , menor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la variación del número de ocupados y la variación de las HH en edificación urbana están cointegradas. Las horas hombres en infraestructura industrial arrojaron un valor calculado de  $-5,21$ , por lo que es posible rechazar la hipótesis nula. El test realizado para las horas hombres en energía permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que existe una relación de largo plazo entre la variación del número de ocupados y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura energética. Finalmente, al analizar las horas hombres en otras infraestructuras el valor calculado fue de  $-5,27$ , menor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que es posible rechazar la hipótesis nula de no-cointegración. La figura 46 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

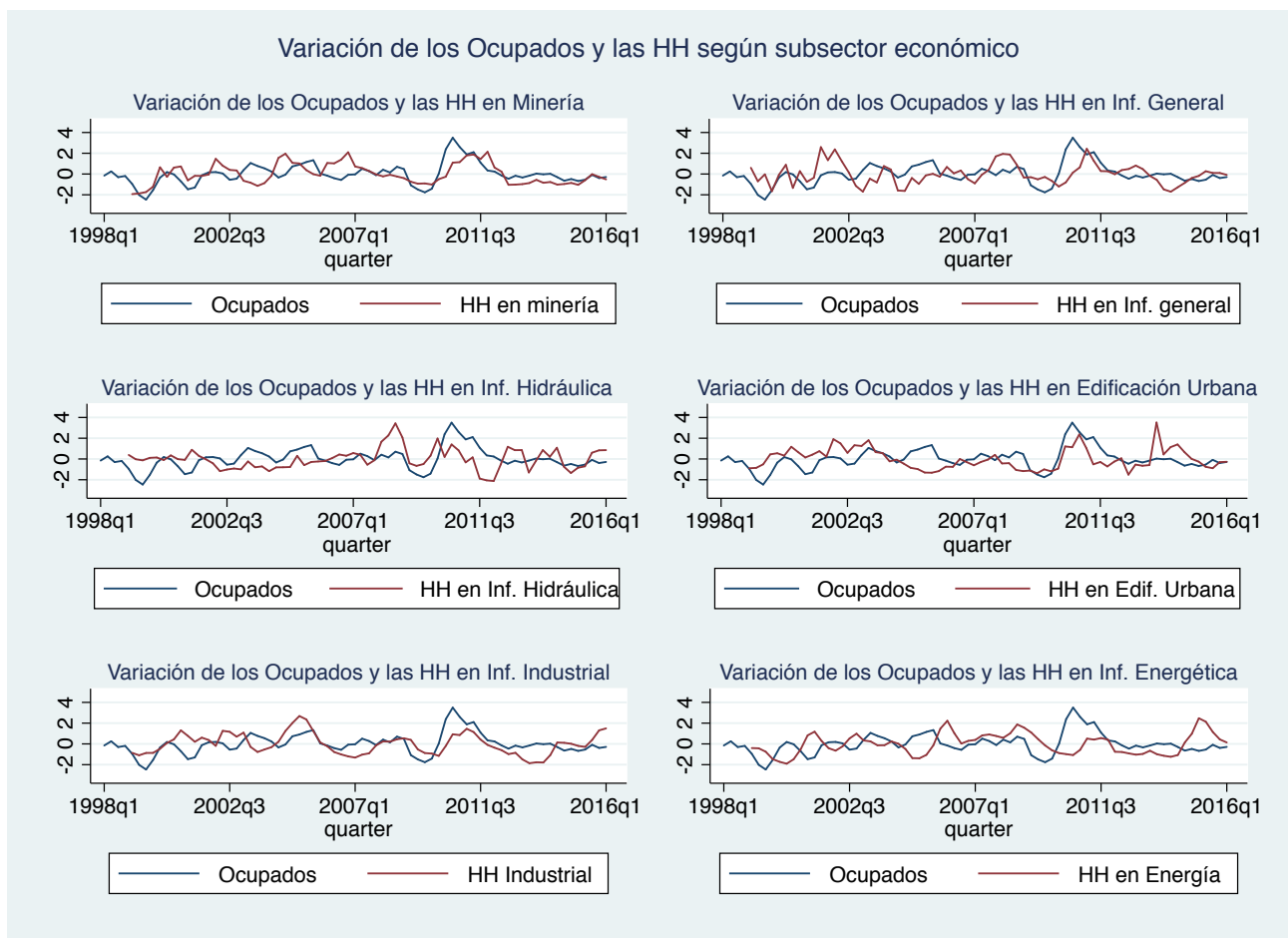


Figura 46: Variación de los Ocupados y las HH según subsector económico

Respecto a la UF y las horas hombres en minería, el valor calculado fue de  $-3,36$ , mayor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que no se rechaza la hipótesis nula de no-cointegración y no es posible concluir que existe una relación de largo plazo entre la variación de la UF y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura minera. El valor calculado para las horas hombres en infraestructura

general fue de  $-4,05$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula. Las horas hombres en infraestructura hidráulica-sanitaria muestran un valor calculado de  $-4,4$ , por lo que se puede concluir que existe una relación de cointegración entre estas dos series. En el caso de las horas hombres en edificación urbana, el valor calculado fue de  $-2,69$ , mayor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que no es posible rechazar la hipótesis nula y concluimos que la variación de la UF y la variación de las HH en edificación urbana no tienen una relación cointegrada de largo plazo. Las horas hombres en infraestructura industrial arrojaron un valor calculado de  $-3,48$ , por lo que es posible rechazar la hipótesis nula. El test realizado para las horas hombres en energía permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que existe una relación de largo plazo entre la variación de la UF y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura energética. Finalmente, al analizar las horas hombres en otras infraestructuras el valor calculado fue de  $3,4$ , menor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que es posible rechazar la hipótesis nula de no-cointegración. La figura 47 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

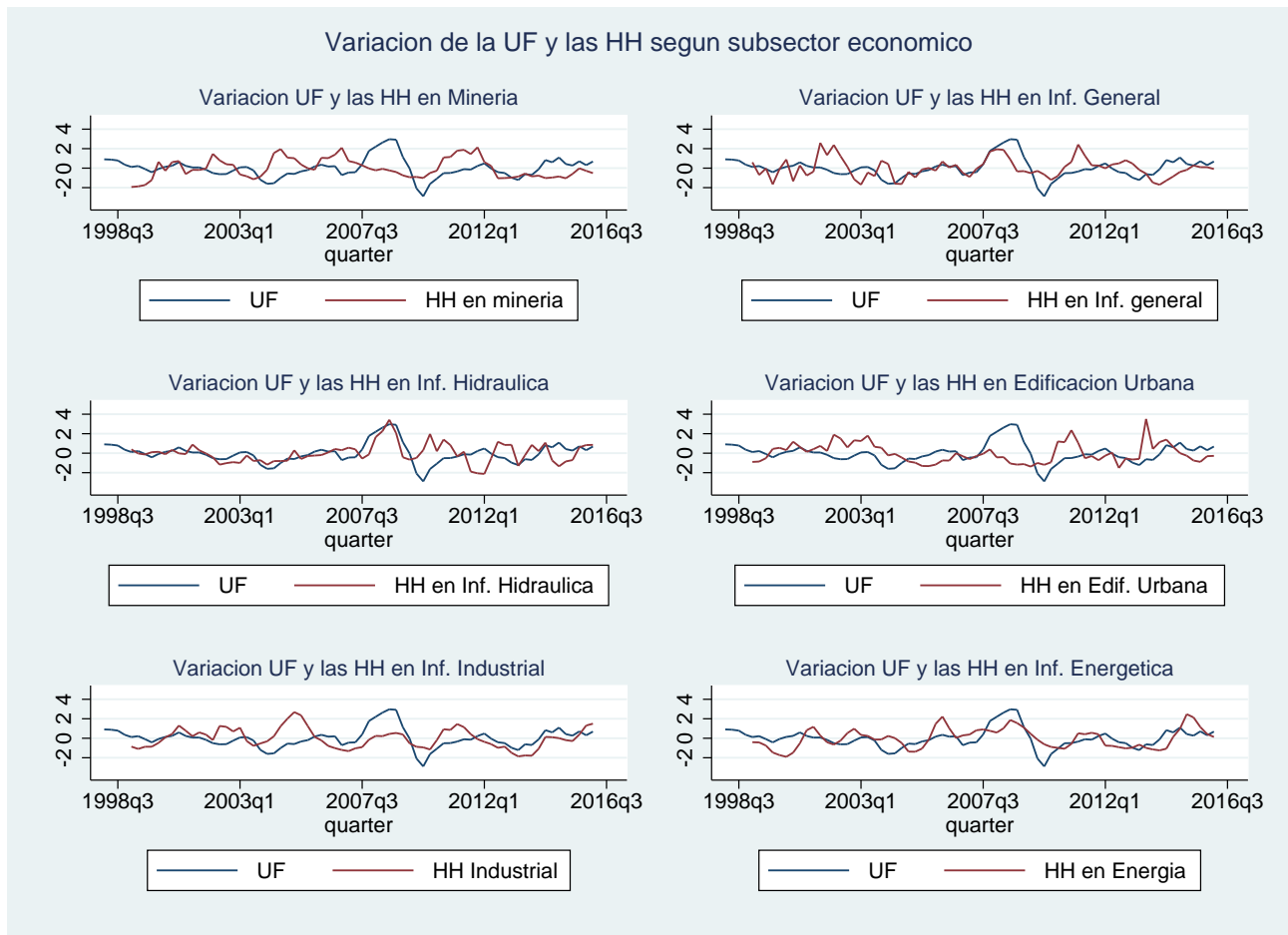


Figura 47: Variación de la UF y las HH según subsector económico

Respecto al IPC y las horas hombres en minería, el valor calculado fue de  $-3,29$ , mayor al valor crítico de  $-3,37$ , por lo que no se rechaza la hipótesis nula de no-cointegración y no es posible concluir que exist

te una relación de largo plazo entre la variación de la UF y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura minera. El valor calculado para las horas hombres en infraestructura general fue de -4,6, por tanto se rechaza la hipótesis nula. Las horas hombres en infraestructura hidráulica-sanitaria muestran un valor calculado de -4,3 por lo que se puede concluir que existe una relación de cointegración entre estas dos series. En el caso de las horas hombres en edificación urbana, el valor calculado fue de -2,65, mayor al valor crítico de -3,37, por lo que no es posible rechazar la hipótesis nula y concluimos que la variación del IPC y la variación de las HH en edificación urbana no tienen una relación cointegrada de largo plazo. Las horas hombres en infraestructura industrial arrojaron un valor calculado de -3,94, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula. El test realizado para las horas hombres en energía permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que existe una relación de largo plazo entre la variación del IPC y la variación de las horas hombres invertidas en proyectos de infraestructura energética. Finalmente, al analizar las horas hombres en otras infraestructuras el valor calculado fue de 3,27, menor al valor crítico de -3,37, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula de no-cointegración. La figura 48 muestra las variaciones conjuntas estandarizadas.

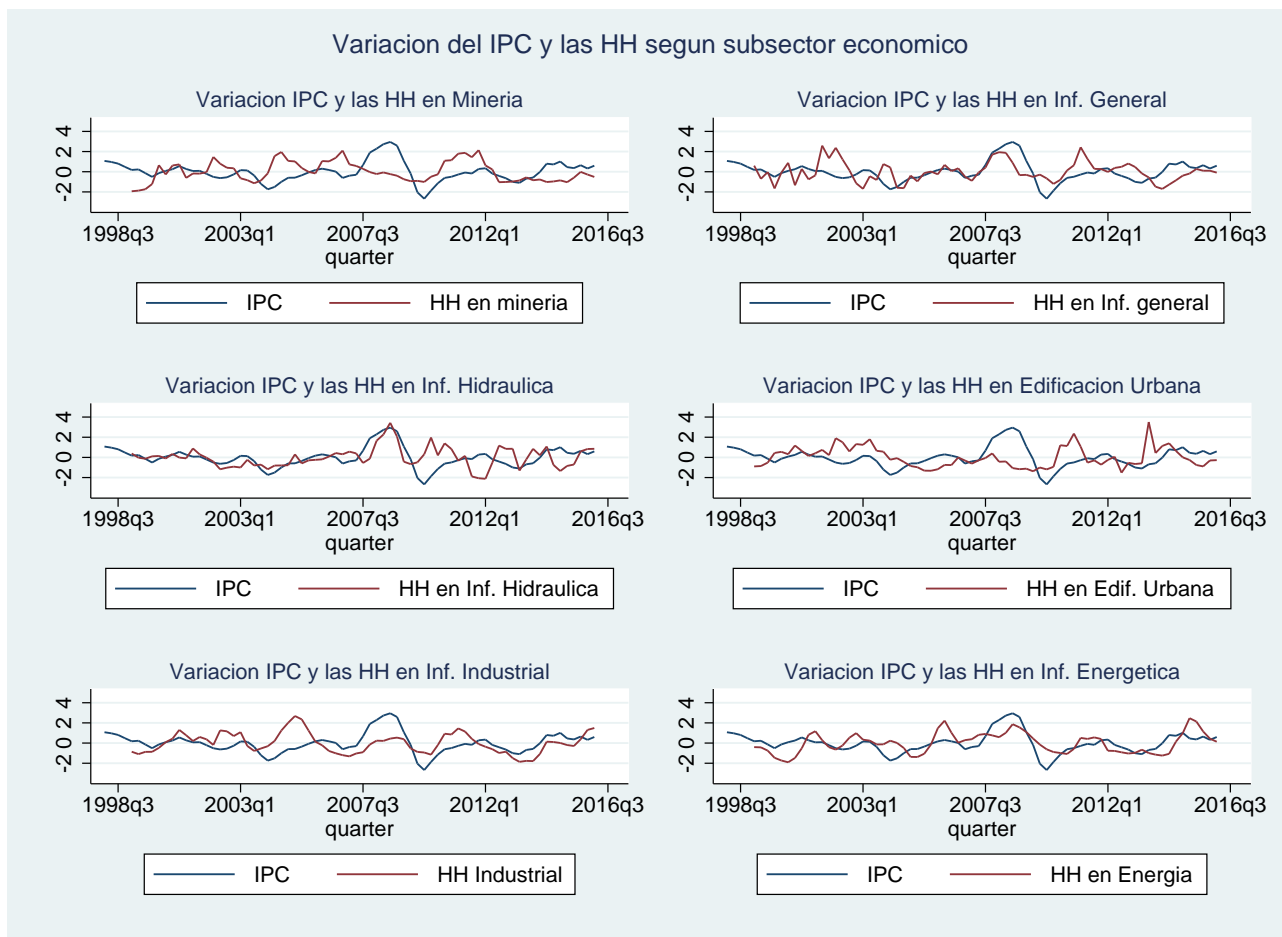


Figura 48: Variación del IPC y las HH según subsector económico



Una vez realizado el test para todas las variables dependientes clasificadas por subsector económico, podemos concluir que existe una relación de largo plazo entre las variables independientes; el PIB, la FBCF, el IMACEC, la tasa de desempleo y el número de ocupados con respecto a las horas hombres en proyectos de ingeniería. Las series de variaciones de la UF y el IPC muestran una relación de cointegración para todas las horas hombres clasificadas por subsector económico excepto para las destinadas a minería y edificación urbana. La relación de cointegración más alta se observa con la serie de la tasa de desempleo. Los resultados de los test aplicados se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8: Cointegración de las variables dependientes y las HH según subsector económico

Horas Hombre	PIB	FBCF	IMACEC	Desempleo	Ocupados	UF	IPC
Minería	-4,67	-4,81	-4,63	-6,47	-5,37	-3,36	-3,29
Infraestructura General	-4,23	-4,49	-4,09	-6,14	-4,41	-4,05	-4,6
Infr. Hidráulico-Sanitaria	-5,47	-5,10	-5,34	-6,77	-3,91	-4,4	-4,3
Edificación Urbana	4,50	-4,55	-4,47	-6,82	-4,33	-2,69	-2,65
Infraestructura Industrial	-4,52	-4,22	-4,49	-6,79	-5,21	-3,48	-3,94
Inf. en Energía	-4,66	-4,49	-4,56	-6,10	-4,65	-4,83	-4,71
Otras	-4,73	-4,58	-4,65	-6,46	-5,27	-3,4	-3,27

\*Valor crítico: -3,37 al 95 % de confianza estadística

## 5. Correlación y causalidad entre variables

Coconsiderando que las series son estacionarias, es posible realizar una regresión entre ellas sin correr el riesgo de regresión espuria. El cuadro 9 muestra los resultados de regresionar las variables dependientes contra las horas hombres totales, y el cuadro 10 y el cuadro 11 muestran los resultados de regresionar las variables dependientes contra las horas hombres clasificadas por áreas de ingeniería y subsector económico.

Cuadro 9: Regresión de las variables dependientes contra las HH totales

Variables	PIB	FBCF	IMACEC	Desempleo	Ocupados	UF	IPC
HH totales	0.0769*** (0.0202)	0.3865*** (0.0768)	0.0799*** (0.0203)	-0.5899*** (0.1324)	0.0783*** (0.0138)	0.0239 (0.0159)	0.0240 (0.0157)
Constante	3.5815*** (0.3057)	4.1464*** (-1.1638)	3.4557*** (0.3078)	3.6836* (-2.0066)	2.0178*** (0.2088)	3.3630*** (0.2406)	3.3724*** (0.2373)
N Obs	73	73	73	73	73	73	73
$R^2$	0.1697	0.2629	0.1791	0.2184	0.3128	0.0310	0.0320
F-test	14.51	25.32	15.49	19.84	32.32	2.268	2.344
$R^2$ ajustado	0.158	0.253	0.168	0.207	0.303	0.0173	0.0183
RMSE	2.536	9.653	2.553	16.64	1.731	1.996	1.969

Errores estándar en paréntesis

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Al considerar la relación entre las variables dependiente con el total de las horas hombres invertidas en ingeniería, se observa que los coeficientes son significativos al 99 % de confianza estadística, excepto para la serie de variaciones de la UF y el IPC. Cuando las horas hombres aumentan en un 1 %, la variación del PIB aumenta en un 7,7 %, la variación de la FBCF aumenta en 39 %, la variación del IMACEC aumenta en un 8 %, la variación en la tasa de desempleo disminuye en un 59 % y el número de ocupados aumenta en un 7,8 %. Como es de esperar, un aumento en la cantidad de horas hombres empleadas, aumenta el PIB, la FBCF, el IMACEC y el número de ocupados, y disminuye la tasa de desempleo. La capacidad explicativa de estos modelo es muy baja. En el mejor caso alcanza un 31 % para el caso del número de ocupados, y sólo un 17 % en el caso del PIB.

Cuadro 10: Regresión de las variables dependientes contra las HH clasificadas por área

Variables	PIB	FBCF	IMACEC	Desempleo	Ocupados	UF	IPC
Pre inversional	0.0271*** (0.0096)	0.0849** (0.0370)	0.0248** (0.0098)	0.0076 (0.0627)	0.0103 (0.0070)	0.0179** (0.0075)	0.0189** (0.0074)
Ing. de detalle	0.0140 (0.0140)	0.1837*** (0.0540)	0.0188 (0.0143)	-0.1790* (0.0915)	0.0323*** (0.0102)	0.0125 (0.0110)	0.0101 (0.0108)
Inspecciones	0.0372** (0.0179)	0.1046 (0.0691)	0.0364* (0.0183)	-0.5381*** (0.1170)	0.0325** (0.0130)	-0.0169 (0.0140)	-0.0151 (0.0138)
Constante	3.2539*** (0.3218)	3.7174*** (-1.2444)	3.1736*** (0.3288)	5.1773** (-2.1075)	1.9415*** (0.2344)	3.3349*** (0.2524)	3.3199*** (0.2490)
N Obs	73	73	73	73	73	73	73
R <sup>2</sup>	0.2440	0.3075	0.2299	0.2916	0.2883	0.1235	0.1242
F-test	7.424	10.21	6.868	9.468	9.317	3.240	3.261
R <sup>2</sup> ajustado	0.211	0.277	0.196	0.261	0.257	0.0854	0.0861
RMSE	2.455	9.490	2.508	16.07	1.787	1.925	1.899

Errores estándar en paréntesis

\*\*\* p&lt;0.01, \*\* p&lt;0.05, \* p&lt;0.1

Descomponiendo las horas hombres por área de ingeniería, se observa que las horas hombres pre inversionales son significativas al 1 % para el PIB y en un 5 % para la FBCF, el IMACEC, la UF y el IPC. Sin embargo, la variabilidad de las horas hombre pre inversionales no tienen ningún impacto estadísticamente significativo sobre la tasa de desempleo y el número de ocupados. Al considerar las horas hombres en ingeniería de detalle, se observa que éstas tienen un impacto estadísticamente significativo al 1 % sobre la FBCF y el número de ocupados, mientras que con sólo el 90 % de confianza, se relacionan negativamente con la tasa de desempleo. Las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones son altamente significativas para la tasa de desempleo. Cuando las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones aumenta en un 1 %, la tasa de desempleo cae en un 54 %. La variación de estas horas hombres afecta en menor medida, pero significativamente, al número de ocupados. La capacidad explicativa de estos modelos está en torno al 27 %, excepto para la UF y el IPC, donde alcanza un 12 %. Es de un 31 % para el caso de la FBCF, de un 23 % para el caso del IMACEC. En el cuadro 10 se resumen los resultados.

Al realizar el mismo ejercicios pero esta vez descomponiendo las horas hombres por subsector económico, se observa que las horas hombres en minería tienen un impacto altamente significativo en todas las variables dependientes, excepto en la serie de variaciones de la UF, donde no tiene significancia estadística, y en el IPC, donde alcanza un 90 % de confianza estadística y se relacionan inversamente; a mayor demanda por infraestructura minera, menor es la inflación. Las obras de infraestructura minera

Cuadro 11: Regresión de las variables dependientes contra las HH clasificadas por subsector

VARIABLES	PIB	FBCF	IMACEC	Desocupados	Ocupados	UF	IPC
HH Minería	0.0609*** (0.0111)	0.1673*** (0.0470)	0.0655*** (0.0111)	-0.4142*** (0.0820)	0.0222** (0.0088)	-0.0140 (0.0084)	-0.0137* (0.0082)
HH Inf. Gral	-0.0061 (0.0218)	0.0760 (0.0919)	-0.0057 (0.0218)	-0.0301 (0.1605)	0.0118 (0.0172)	0.0210 (0.0164)	0.0213 (0.0160)
HH Hidráulico	0.0121 (0.0110)	0.0923* (0.0465)	0.0135 (0.0110)	-0.0590 (0.0811)	0.0206** (0.0087)	0.0282*** (0.0083)	0.0269*** (0.0081)
HH Edif. Urbana	0.0028 (0.0054)	-0.0199 (0.0226)	0.0023 (0.0054)	-0.0833** (0.0395)	0.0093** (0.0042)	0.0033 (0.0040)	0.0034 (0.0039)
HH Industrial	0.0021 (0.0066)	0.0736** (0.0277)	0.0007 (0.0066)	0.0337 (0.0483)	0.0097* (0.0052)	0.0111** (0.0049)	0.0105** (0.0048)
HH Energía	-0.0175* (0.0090)	-0.0294 (0.0379)	-0.0187** (0.0090)	-0.0398 (0.0662)	-0.0033 (0.0071)	0.0290*** (0.0068)	0.0296*** (0.0066)
HH Otras	-0.0017 (0.0046)	-0.0048 (0.0194)	-0.0036 (0.0046)	0.0343 (0.0339)	0.0070* (0.0036)	0.0019 (0.0035)	0.0020 (0.0034)
Constante	3.3311*** (0.2992)	3.7408*** (-1.2627)	3.2792*** (0.2991)	6.2737*** (-2.2041)	1.7048*** (0.2358)	3.1083*** (0.2256)	3.0994*** (0.2200)
N Obs	69	69	69	69	69	69	69
R <sup>2</sup>	0.4353	0.3988	0.4487	0.3757	0.4316	0.4294	0.4376
F-test	6.717	5.780	7.092	5.245	6.616	6.558	6.782
R <sup>2</sup> ajustado	0.370	0.330	0.385	0.304	0.366	0.364	0.373
RMSE	2.153	9.086	2.152	15.86	1.696	1.624	1.583

Errores estándar en paréntesis

\*\*\* p&lt;0.01, \*\* p&lt;0.05, \* p&lt;0.1

demandan alrededor del 50% del trabajo de las empresas de ingeniería. Su mayor impacto es en la tasa de desempleo. Cuando las horas hombres en proyectos de minería aumentan en un 1%, las variaciones de la tasa de desempleo disminuyen un 41%. Las horas hombre en minería también afectan fuertemente a la Formación Bruta de Capital Fijo. Cuando éstas aumentan en un 1%, las variaciones en la FBCF aumentan en un 17%. Las horas hombre en infraestructura hidráulica-sanitaria son significativas al 1% con la UF y el IPC, y al 5% con el número de ocupados. En cualquiera de los casos, la capacidad explicativa es baja; alrededor de un 2%. Las horas hombre en proyectos de edificación urbana son estadísticamente significativas para la tasa de desempleo y el número de ocupados. Cuando éstas aumentan en un 1%, las variaciones de la tasa de desempleo disminuyen en un 8%. La relación causal entre las horas hombres en proyectos industriales y las FBCF es estadísticamente significativa

al 5%, con un impacto de un 7,4% en su variabilidad. Llama la atención que la variabilidad de las horas hombres en proyectos de energía afecta negativamente al PIB, la FBCF, el IMACEC, la tasa de desempleo y el número de ocupados, sin embargo, esta relación sólo es significativa para el caso del PIB y el IMACEC. La relación es positiva para el caso de la UF y el IPC y con un nivel de confianza estadística del 99%, pero con un impacto del 0,3%. El modelo con mayor capacidad explicativa es el del IMACEC, con una capacidad explicativa de un 45%, y el menor es el de la tasa de desempleo, con un 38%. En el cuadro 11 se resumen los resultados.

A continuación se presenta un ejercicio diferente. Se realizó una regresión considerando las horas hombres como variables dependientes. El cuadro 12 muestra los resultados. Lo interesante de este ejercicios es que se puede observar que los coeficientes asociados en este caso son mayores que en los modelos donde se utilizó las horas hombres como variables independientes excepto para el caso de la tasa de desempleo. Sin embargo, la raíz del error cuadrático medio de cada modelo es mayor, excepto para el caso de la tasa de desempleo. Los resultados se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12: Horas hombre como variables dependientes

Variablen	HH total	HH total	HH total	HH total	HH total	HH total	HH total
PIB	2.2079*** (0.5796)						
FBCF		0.6802*** (0.1352)					
IMACEC			2.2405*** (0.5693)				
Desempleados				-0.3703*** (0.0831)			
Ocupados					3.9942*** (0.7025)		
UF						1.2944 (0.8596)	
IPC							1.3326 (0.8705)
Constante	-4.8886* (-2.7456)	-0.1404 (-1.6762)	-4.7574* (-2.6554)	4.2059*** (-1.5487)	-5.5611** (-2.1705)	-0.8296 (3.4275)	-0.9743 (3.4670)
N Obs	73	73	73	73	73	73	73
R <sup>2</sup>	0.1697	0.2629	0.1791	0.2184	0.3128	0.0310	0.0320
F-test	14.51	25.32	15.49	19.84	32.32	2.268	2.344
R <sup>2</sup> ajustado	0.158	0.253	0.168	0.207	0.303	0.0173	0.0183
RMSE	13.59	12.81	13.51	13.19	12.36	14.68	14.68

Errores estándar en paréntesis

\*\*\* p&lt;0.01, \*\* p&lt;0.05, \* p&lt;0.1

## 6. Modelo benchmark

Como modelo de referencia se propone uno autoregresivo de orden  $p$ . Es decir, el modelo de predicción de quiebre de tendencia de las variables dependientes que incluye las horas hombres como variables independiente, debe al menos, ser mejor que la capacidad predictiva de la misma historia de la variable.

Como medida de ajuste de la predicción se utilizan dos criterios; la Raíz del Error Cuadrático Medio de Predicción (RMSFE), y la proporción del sesgo de predicción. La Raíz del Error Cuadrático Medio de Predicción depende de la escala de la variable dependiente, por tanto, es utilizada como una medida relativa para comparar las predicciones de la misma serie en diferentes modelos. Mientras menor sea el RMSFE, mejor es la capacidad predictiva del modelo. Su definición es la siguiente:

$$RMSFE = \sqrt{E[(Y_{t+1} - \hat{Y}_{t+1|t})^2]}$$

La proporción del sesgo de predicción es una medida de escala invariante; el coeficiente va entre cero y uno, donde el cero indica un ajuste perfecto. La proporción del sesgo muestra qué tan lejos está la media de la predicción de la media de la serie observada. Si la predicción es buena, la proporción del sesgo debería ser baja, por lo que la mayoría del sesgo debería estar concentrado en la proporción de la covarianza. La proporción del sesgo es definida como:

$$BP = \frac{E[(\hat{Y}_{t+1} - \bar{Y})^2]}{E[(\hat{Y}_{t+1} - Y_{t+1})^2]}$$

Se construye un modelo de predicción pseudo fuera-de-muestra entendido como un modelo que divide la serie de datos en dos; la primera parte, la submuestra de estimación, se utiliza para ajustar el modelo y la segunda parte, la submuestra de predicción, se utiliza para contrastar las predicciones. Las predicciones se hacen para la segunda parte del modelo. Para estimar este modelo se sigue el algoritmo presentado por Stock y Watson (2011). El procedimiento de estimación es el siguiente. Supongamos que la serie está compuesta por  $T$  observaciones, digamos  $r_1, \dots, r_T$ . La serie se divide en  $r_1, \dots, r_n$  y  $r_{n+1}, \dots, r_T$ , donde  $n$  es el primer periodo de predicción. Debido a que sólo se cuenta con 73 observaciones, el criterio a utilizar es  $n = 2T/3$ , esto implica, que la primera predicción comienza en la observación 49, correspondiente al primer trimestre de 2010, y se harán predicciones para 24 periodos. Primero se estima una regresión con la submuestra de estimación, y luego se calcula la predicción para el primer periodo  $n + 1$ ; esto es  $\hat{Y}_{n+1|s}$ . Luego, se calcula el error de predicción; esto es  $\hat{u}_{s+1} = Y_{s+1} - \hat{Y}_{s+1|s}$ .

Para la estimación se construye un modelo  $AR(p)$  de la siguiente forma.

$$Y_t^k = \alpha_t + \beta_t \sum_{j=1}^{\ell} Y_{t-j}^k + e_t \quad (1)$$

donde  $Y_t^k$  es la tasa de cambio de la variable dependiente a predecir para los próximos  $k$  trimestres,  $\sum_{j=1}^{\ell} Y_{t-j}^k$  es la tasa de cambio de la variable dependiente en el tiempo  $t$  rezagados en  $j$  periodos y  $e_t$  es un shock estocástico.

El modelo hace una proyección estática que parte en el primer trimestre de 2010. Con el valor predicho se calcula el error de predicción<sup>27</sup>. El modelo se evalúa con rezagos de 1 hasta 12 en la variable dependientes y las predicciones se hacen desde 1 hasta 6 trimestres hacia adelante.

El criterio de selección es el menor RMSFE. Dentro de muestra, se escogen tres modelos, el con mayor  $R$  cuadrado ajustado, el con menor BIC<sup>28</sup> y el con menor AIC<sup>29</sup>. Luego, se evalúan 72 modelos de proyección y se escoge el con menor RMSFE de entre todos.

Los resultados del modelo *benchmark* para el PIB muestran que, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanzó 76,5 % utilizando 4 rezagos. Sin embargo, el modelo con el menor BIC fue el que utilizaba 8 rezagos, alcanzando un  $R$  cuadrado ajustado de 76,1 %. Fuera de muestra el modelo autoregresivo con el menor RMSFE es el que se anticipa en 1 periodo, con un RMSFE de 1,4983, una proporción de sesgo del 1,45 % y un  $R$  cuadrado ajustado de 71 %. Para este modelo se utilizaron 11 rezagos. La figura 49 muestra los resultados de la predicción.

<sup>27</sup>El error de predicción es la diferencia entre el valor observado y el valor predicho;  $Y_T + 1 - \hat{Y}_{T+1|T}$

<sup>28</sup>Bayes Information Criterion

<sup>29</sup>Akaike Information Criterion



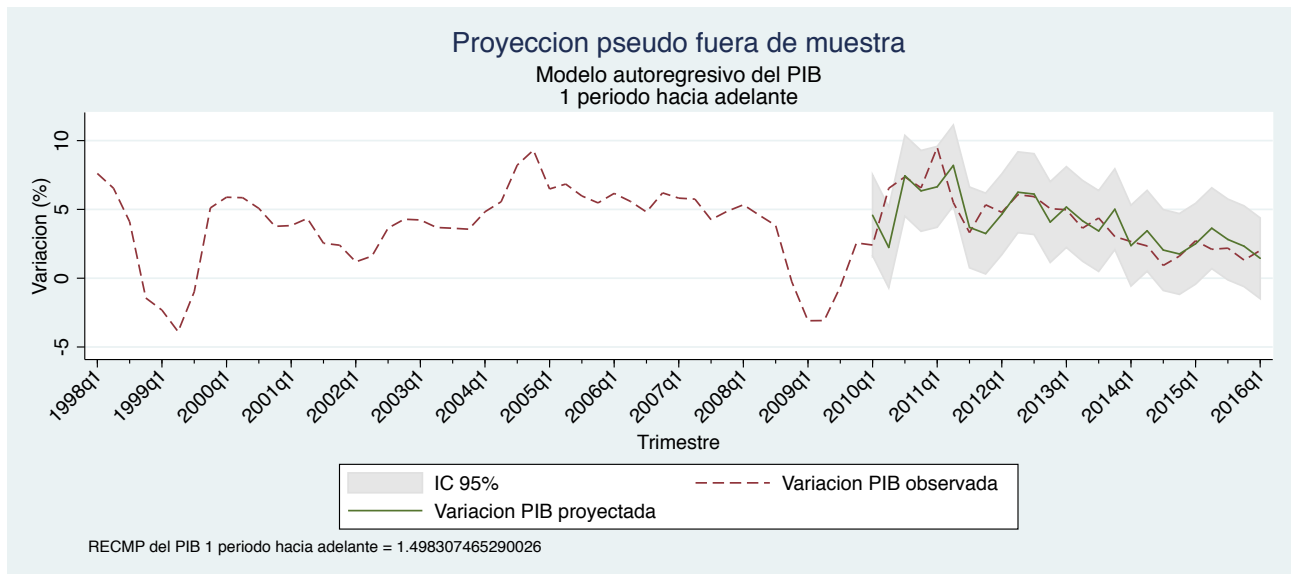


Figura 49: Modelo autoregresivo del PIB con 6 rezagos

En el caso de la FBCF, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanzó 86,7% utilizando 5 rezagos. Sin embargo, el modelo con el menor BIC fue el que utilizaba 12 rezagos, alcanzando un  $R$  cuadrado ajustado de 82,9%. Fuera de muestra el modelo con el menor RMSFE fue aquel que predecía 1 periodos hacia adelante. El RMSFE fue de 5,7112, con un sesgo de proporción de 4,37% y un  $R$  cuadrado ajustado de 82,9%. En este modelo se utilizaron 12 rezagos. La figura 50 muestra los resultados de la predicción.

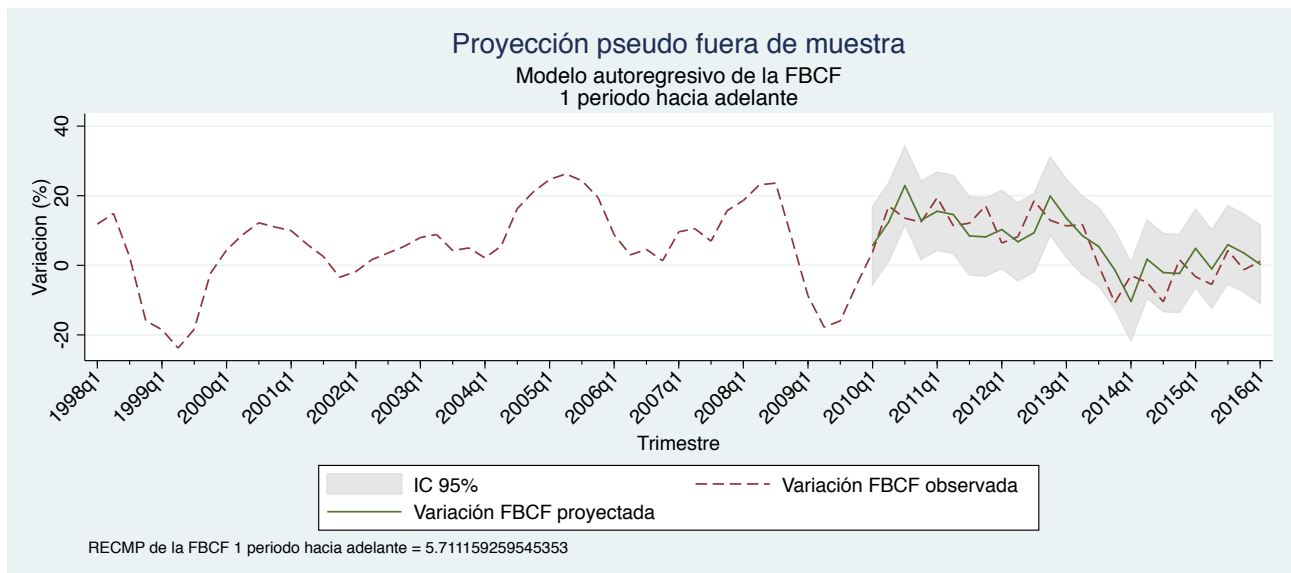


Figura 50: Modelo autoregresivo de la FBCF con 12 rezagos

En el caso del IMACEC, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanzó 78,7% utilizando 6 rezagos. Sin embargo, el modelo con el menor BIC fue el que utilizaba 9 rezagos, alcanzando un  $R$  cuadrado ajustado de 78,5%. Fuera de muestra el modelo autoregresivo del IMACEC con el menor RMSFE fue aquel que se adelanta 1 periodo, con un RMSFE de 1,4814, una proporción de sesgo del 0,01% y un  $R$  cuadrado ajustado de 76,2%. En este modelo se utilizaron 12 rezagos. La figura 51 muestra los resultados de la predicción.

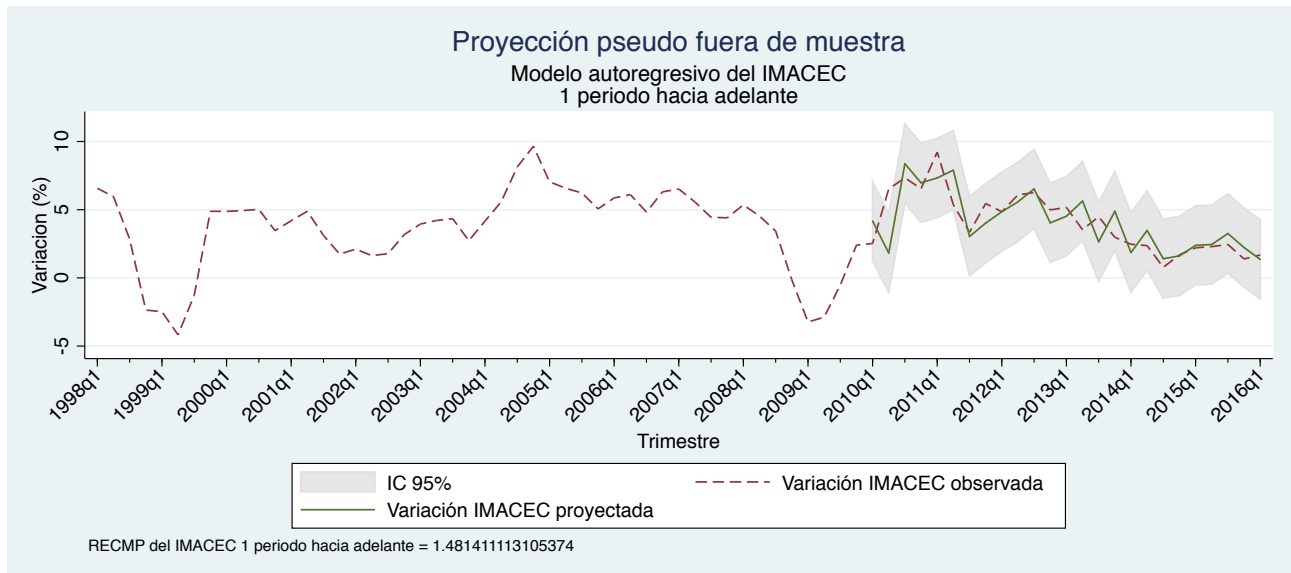


Figura 51: Modelo autoregresivo del IMACEC con 12 rezagos

Para la serie de variaciones de la tasa de desempleo, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanzó 89,3% utilizando 6 rezagos. Sin embargo, el modelo con el menor BIC fue el que utilizaba 12 rezagos, alcanzando un  $R$  cuadrado ajustado de 76,7%. Fuera de muestra, el modelo que se impuso fue aquel con un RMSFE de 6,6932, una proporción de sesgo de 6,58% y un  $R$  cuadrado ajustado de 74,7%. En este modelo se utilizaron 11 rezagos. La figura 52 muestra los resultados de la predicción.

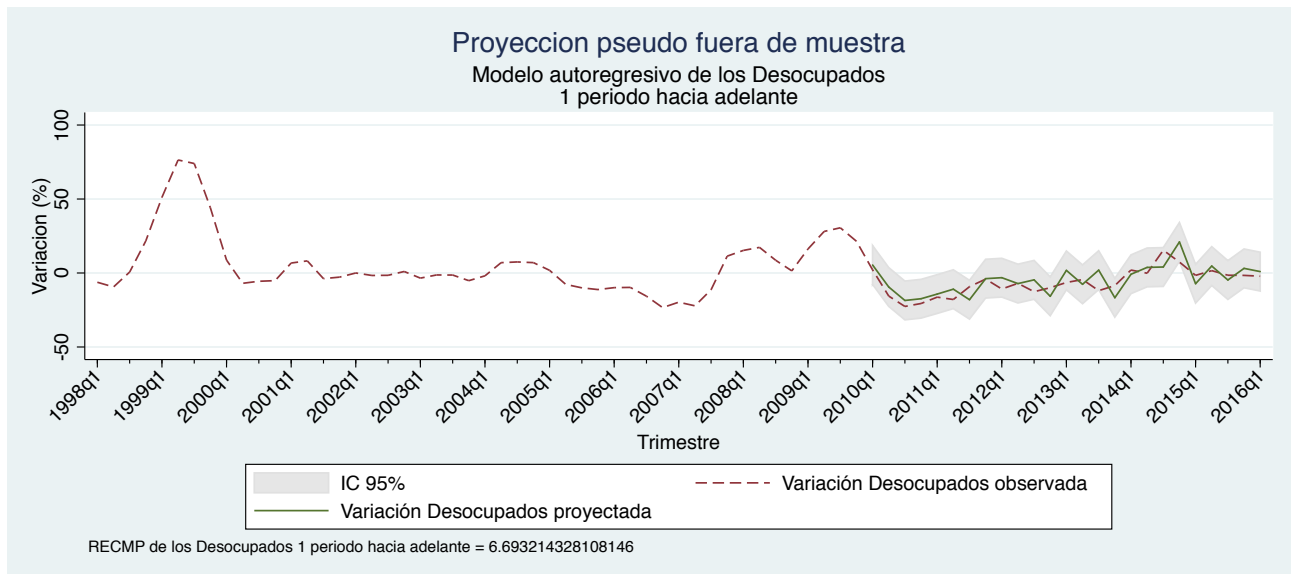


Figura 52: Modelo autoregresivo de la tasa de desempleo con 11 rezagos

Para el caso del número de ocupados, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado fue de 78 %, utilizando 11 rezagos. Además, este modelo presentó el menor BIC entre todos los modelos comparados. Fuera de muestra, el modelo autoregresivo fue capaz de adelantarse 1 periodo con un RMSFE de 1,1786, una proporción de sesgo de 13,69 %, y un  $R$  cuadrado ajustado de 65,6 % con 3 rezagos. La figura 53 muestra los resultados.

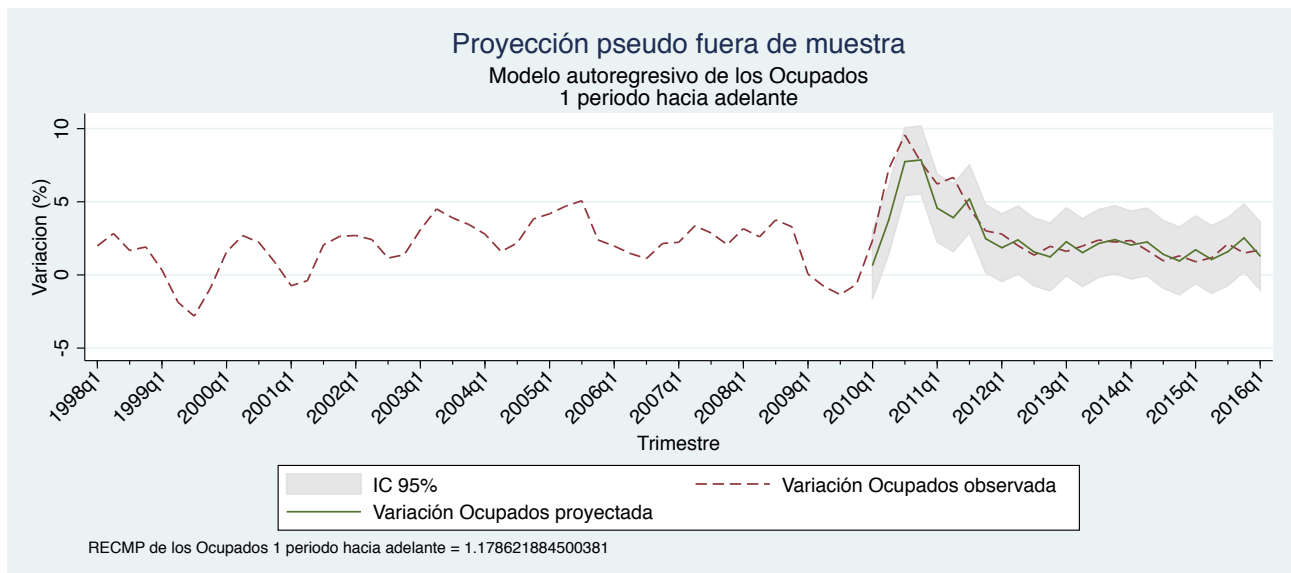


Figura 53: Modelo autoregresivo del ocupados con 3 rezagos

Considerando la serie de variaciones de la tasa de la UF, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$

cuadrado ajustado fue de 88 %, utilizando 12 rezagos. Además, este modelo alcanzó el menor BIC entre todos los modelos comparados. Fuera de muestra, el modelo autoregresivo de la serie de variaciones de la UF es capaz de anticiparse 1 periodo con un RMSFE de 1,0987, una proporción de sesgo de 0,01 %, un  $R$  cuadrado ajustado de 85,3 % y 5 rezagos. La figura 54 muestra los resultados de la predicción.

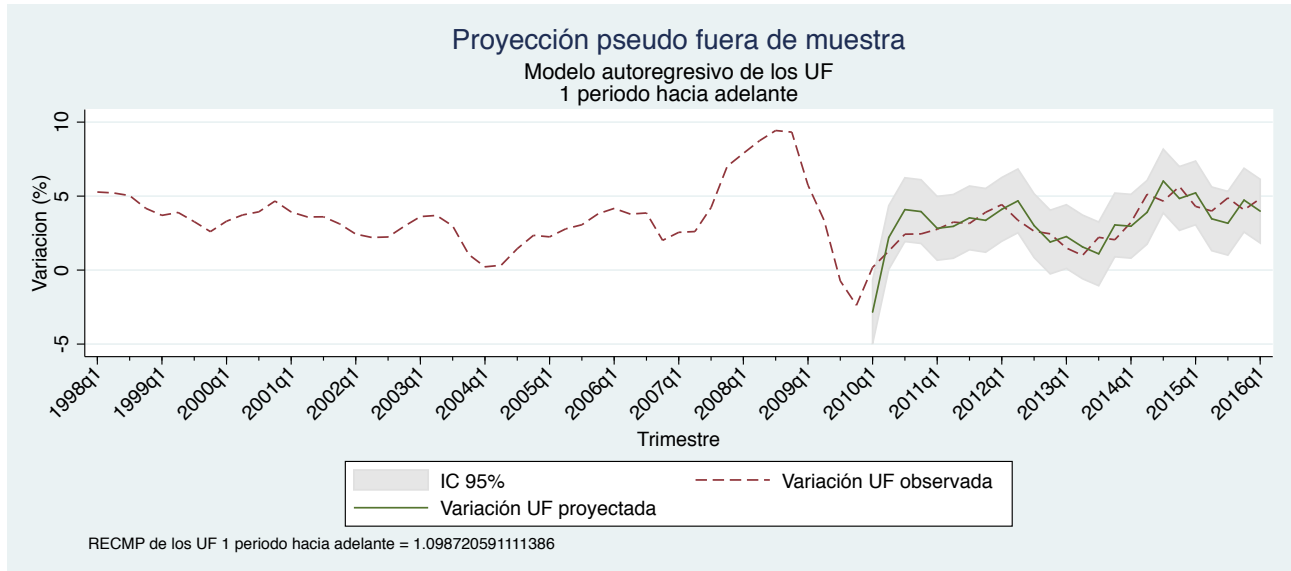


Figura 54: Modelo autoregresivo de la UF con 5 rezagos

Para el IPC, el modelo dentro de muestra con el mayor un  $R$  cuadrado ajustado fue de 92,8 % utilizando 12 rezagos. Además, este modelo alcanzó el menor BIC entre todos los modelos comparados. Fuera de muestra, destaca el modelo que alcanza un RMSFE de 0,7901, con una proporción de sesgo del 0,05 %, y un  $R$  cuadrado ajustado de 88,9 %. Este modelo se adelanta 1 periodo utilizando 6 rezagos. La figura 55 muestra los resultados del modelo.

El detalle de todos los coeficientes y los resultados de las proyecciones hasta 6 periodos adelante se muestran en el anexo 1.

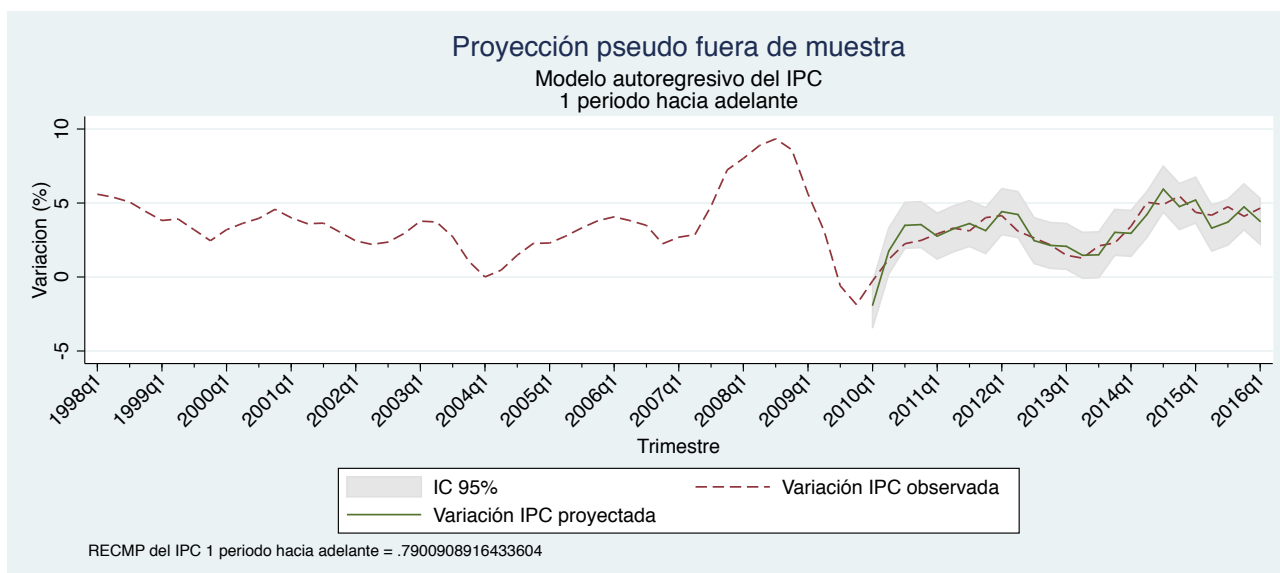


Figura 55: Modelo autoregresivo del IPC con 6 rezagos

## 7. Predicción en la variación de las variables dependientes a partir de las variaciones en las HH en ingeniería.

Para realizar las predicciones de las siete variables dependientes, las horas hombre se clasificaron por área de ingeniería y subsector económico. Las áreas de ingeniería son pre inversional, ingeniería de detalle, y gestión de la construcción e inspecciones. La clasificación por subsector económico se realizó agrupando de manera *ad hoc* según su variación. Las horas hombres destinadas a infraestructura en minería se evaluaron por si solas, ya que representan alrededor del 50 % de la actividad de las empresas de ingeniería. Luego, se evaluó la capacidad predictiva de la suma entre las horas hombres en minería e infraestructura general, lo que alcanza casi el 80 % de la demanda. Se evaluó la capacidad predictiva de la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulica-sanitaria y energía, lo que bordea el 15 % de la demanda. Y por último la suma de las horas hombres en infraestructura industrial y edificación urbana, lo que alcanza el 7 % de la demanda.

Para la estimación se construye un modelo  $ADL(p, q)$ , donde  $p$  es el número de rezagos de la variable dependiente y  $q$  es el número de rezagos de la variable independiente. El modelo se define como:

$$Y_t^k = \alpha_t + \beta_t \sum_{j=1}^{\ell} y_{t-j}^k + \gamma_t \sum_{j=0}^{\ell} HH_{t-j}^i + e_t \tag{2}$$

donde  $Y_t^k$  es la tasa de cambio de la variable dependiente a predecir para los próximos  $k$  trimestres,  $\sum_{j=0}^{\ell} HH_{t-j}^i$  es la tasa de cambio de las horas hombres en ingeniería para el tiempo  $t$  rezagados en  $j$  periodos y la clasificación  $i$  según subsector económico o área de ingeniería, y  $e_t$  es un shock estocástico.

Los resultados para el PIB y el total de las horas hombres muestran que, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado es el que utiliza 6 rezagos del la variable dependiente y 2 rezagos de la variable independiente, alcanzado una capacidad explicativa del 77 %. Sin embargo, el modelo con el menor BIC es aquel que considera 8 rezagos del PIB y 1 rezago del total de las horas hombres. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 75 %. Fuera de muestra destaca el modelo que es capaz de anticipar 1 periodo con un RMSFE de 1,5369, una proporción de sesgo de 0,42 %, y un  $R$  cuadrado de 73,2 %. El modelo se calcula con 7 rezagos del PIB y 1 rezago de las HH. La figura 56 muestra los resultados del modelo con el menor proporción de sesgo.

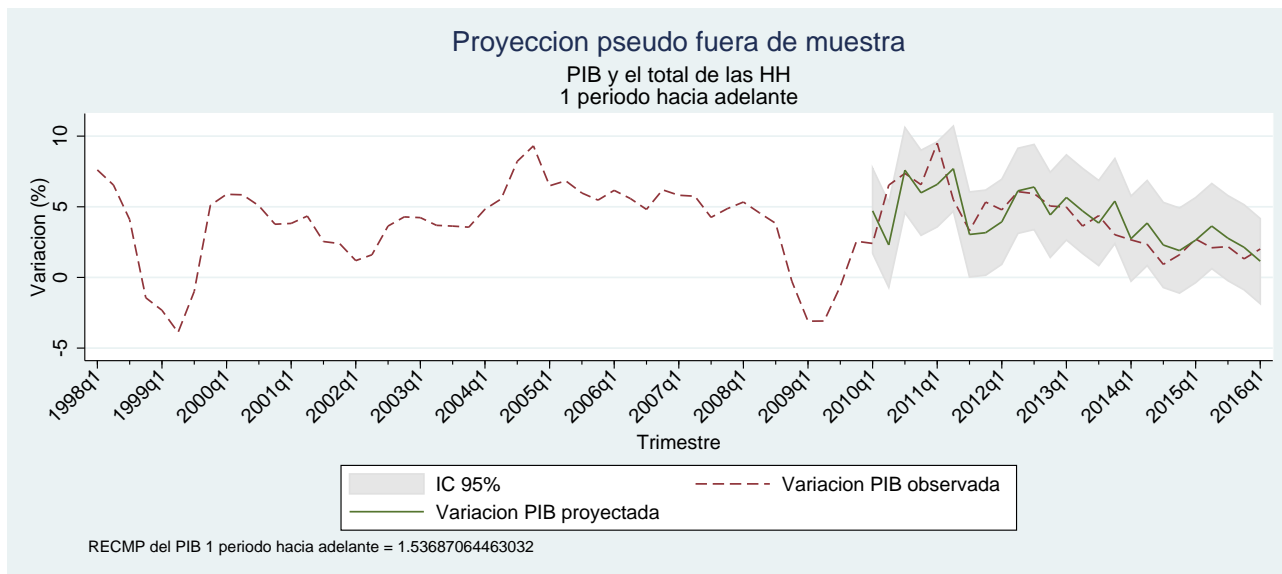


Figura 56: Modelo de predicción del PIB con el total de las HH

Al considerar las áreas de ingeniería, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 87,7 %. Éste considera 5 rezagos del PIB y 11 rezagos de las horas hombres pre inversionales. Sin embargo, fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 6 rezagos del PIB y 6 rezagos de las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 74,2 % y una proporción del sesgo de 0,24 %. La figura 57 muestra los resultados del modelo.

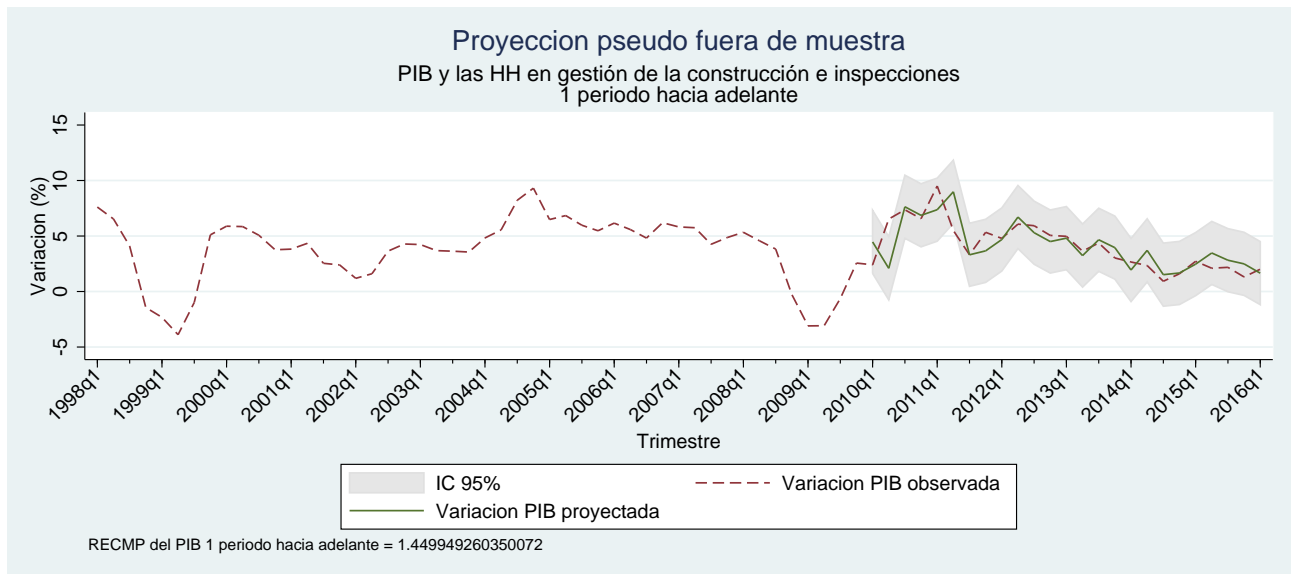


Figura 57: Modelo de predicción del PIB con las HH según área de ingeniería

Considerando las horas hombres clasificadas por subsector económico, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 84,1%. Éste considera 5 rezagos del PIB y 2 rezagos de la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 6 rezagos del PIB y 1 rezago de la suma de las horas hombres infraestructura hidráulico-sanitaria y energía. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 75,3% y una proporción del sesgo de 0,69%. La figura 58 muestra los resultados del modelo.

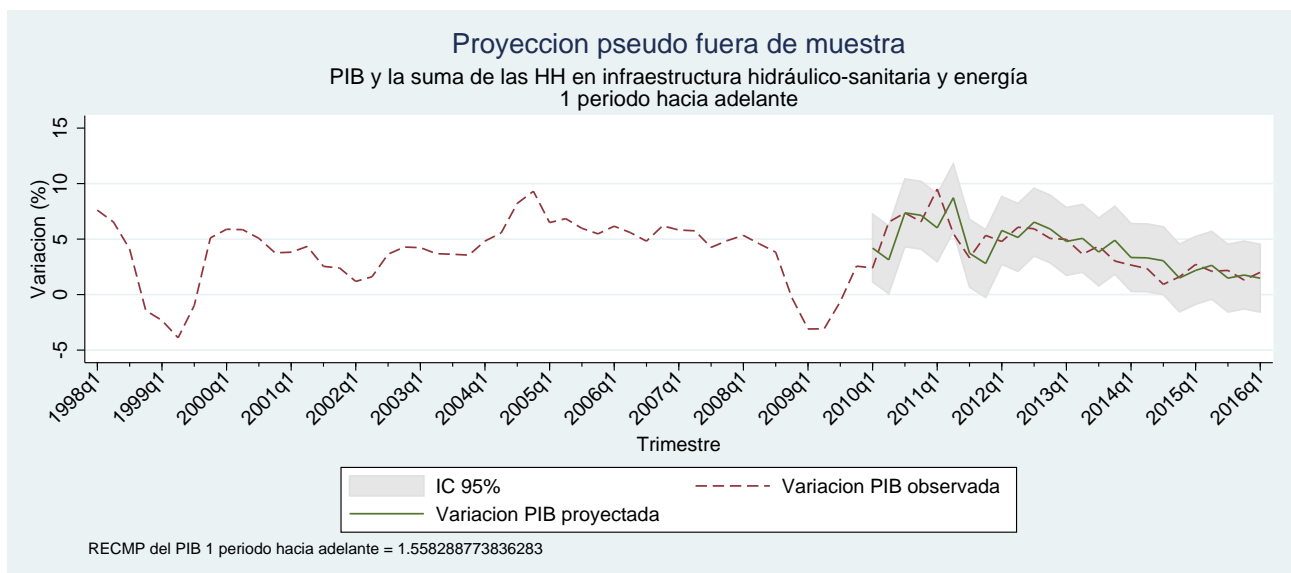


Figura 58: Modelo de predicción del PIB y HH según subsector económico

En términos generales, el modelo que considera las horas hombres en gestión de la construcción y el modelo que considera las sumas de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía disminuyen el RMSFE respecto al modelo *benchmark*, sin embargo, la proporción del sesgo en ambos es mayor. El resumen de los resultados de predicción se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13: Proyección del PIB

Modelo	periodos	rezagos AR(p)	rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
Autoregresivo	1	6	–	75.7 %	1.4983	0.13 %
Total HH	1	7	1	73.2 %	1.5369	0.42 %
Pre Inversional	1	6	1	75.0 %	1.4973	0.08 %
Ingeniería de detalle	1	7	8	74.7 %	1.575	0.92 %
Inspecciones	1	6	6	74.2 %	1.4499	0.24 %
Ing de detalles e Inspecciones	1	7	1	73.1 %	1.5214	0.59 %
Minería	1	6	1	75.9 %	1.4826	0.02 %
Minería e Inf. General	1	6	1	75.1 %	1.4957	0.06 %
Hidráulico-sanitaria y Energía	1	2	4	77.0 %	1.5583	0.85 %
Edificación urbana e industrial	1	6	1	75.3 %	1.4714	0.69 %

Para el caso de la FBCF y el total de las horas hombres, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 88,4 % utilizando 12 rezagos de la FBCF y 3 rezagos de las horas hombres. Este modelo, también muestra el menor criterio BIC. Fuera de muestra destaca el modelo que es capaz de anticipar 1 periodo con un RMSFE de 5,6703, una proporción de sesgo de 2,38 %, y un  $R$  cuadrado de 82,9 %. El modelo se calcula con 9 rezagos de la FBCF y 2 rezagos de las HH. La figura 59 muestra los resultados de la proyección.



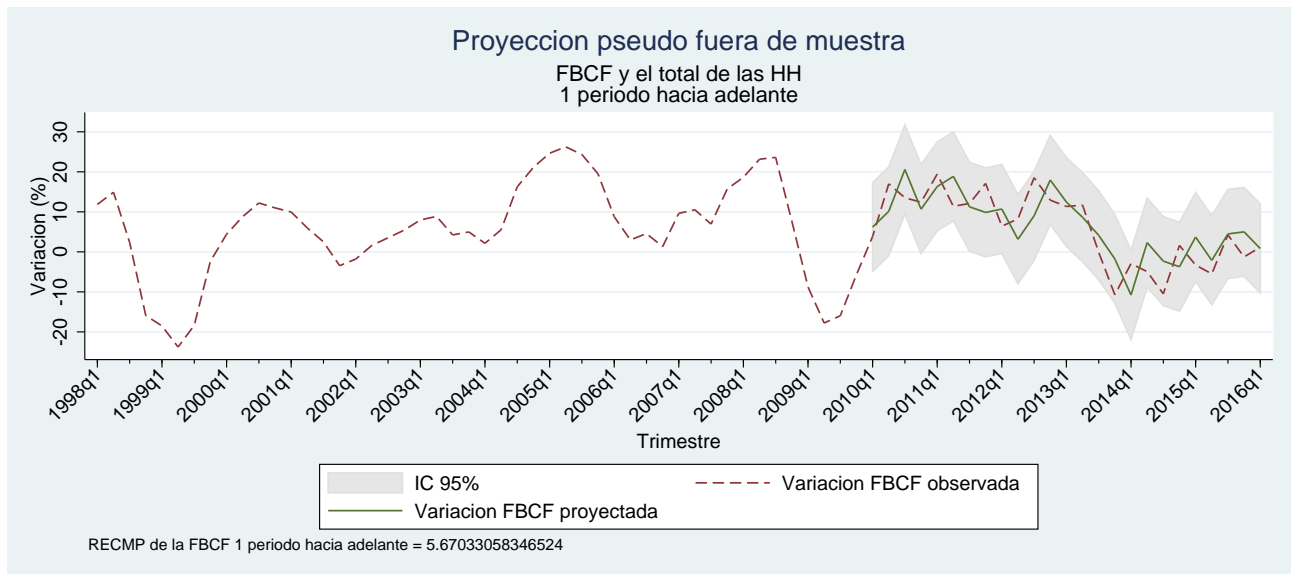


Figura 59: Modelo de predicción de la FBCF con el total de HH

Al clasificar las horas hombres por área de ingeniería, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 91,9%. Éste considera 5 rezagos de la FBCF y 5 rezagos de las horas hombres pre inversionales. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 11 rezagos de la FBCF y 2 rezagos de las horas hombres pre inversionales. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 85,5% y una proporción del sesgo de 11,4%. La figura 60 muestra los resultados de la proyección.

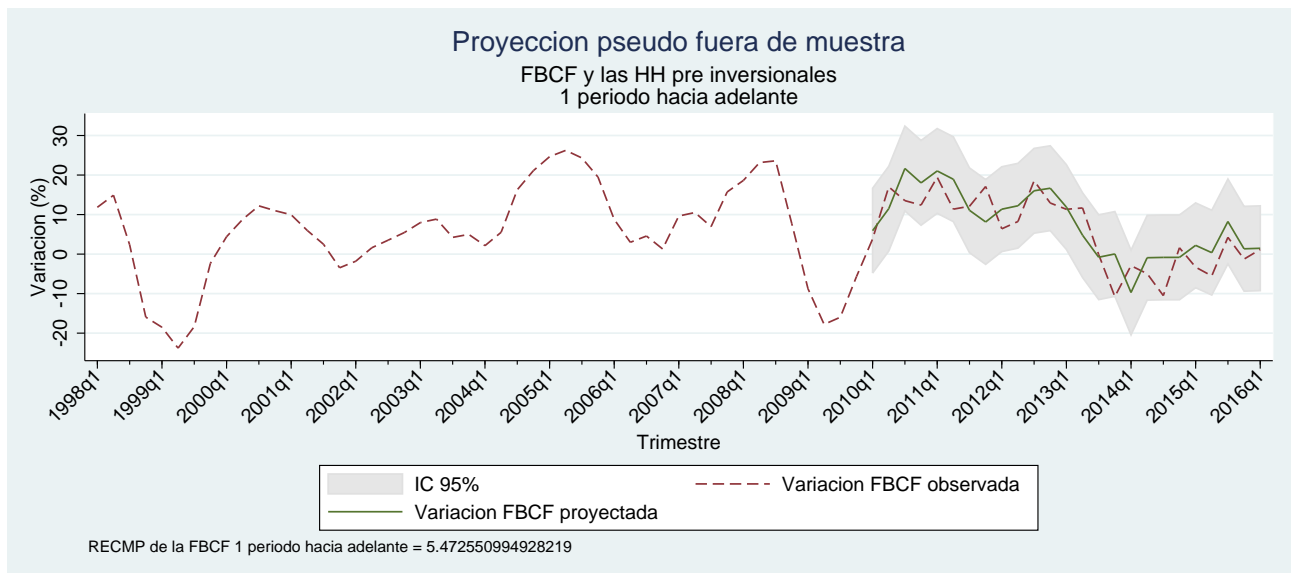


Figura 60: Modelo de predicción de la FBCF con HH según área de ingeniería

Considerando la clasificación de horas hombres por subsector económico, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 95,8%. Éste considera 11 rezagos de la FBCF y 12 rezagos de las horas hombres en minería. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 9 rezagos de la FBCF y 5 rezago de las horas hombres en minería. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 85,8% y una proporción del sesgo de 0,2%. La figura 61 muestra los resultados de la proyección.

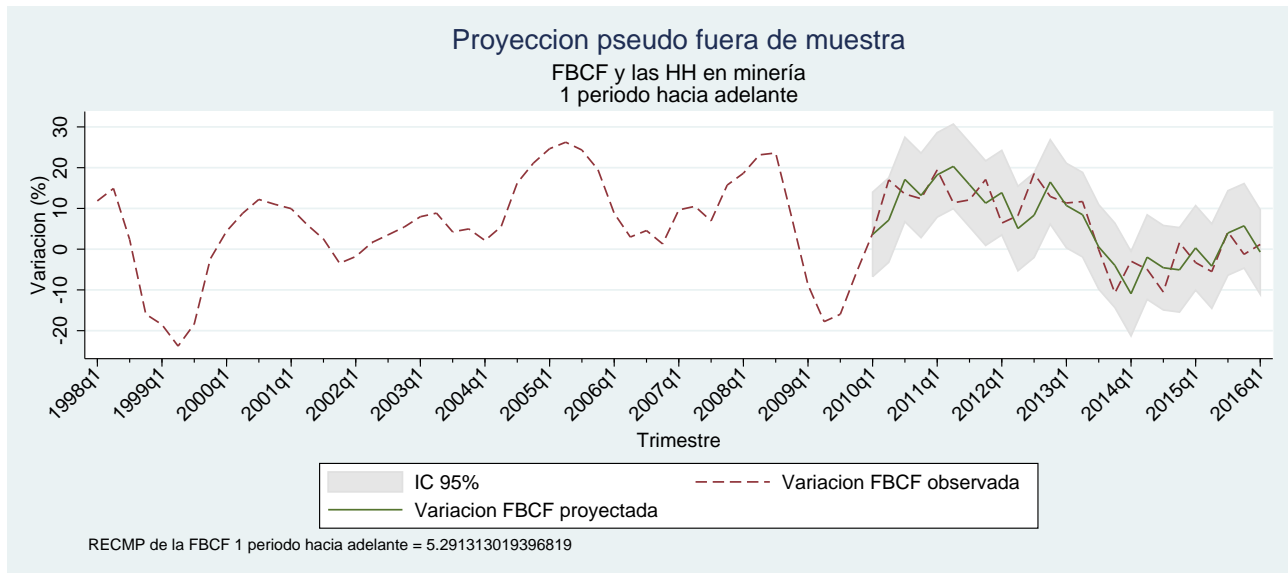


Figura 61: Modelo de predicción de la FBCF con HH según subsector económico

En términos generales, el modelo que incorpora el total de horas hombres tiene un mejor desempeño que el modelo *benchmark* en cuanto presenta un menor RMSFE y una menor proporción de sesgo. El modelo que incorpora las horas hombres pre inversionales y el modelo que incorpora las horas hombres en minería también disminuyen el RMSFE respecto al modelo *benchmark*, pero en el caso del primero, la proporción del sesgo es mayor. La capacidad explicativa dentro de muestra de estos modelos es mayor al del modelo *benchmark*. El resumen de los modelos se presenta en el cuadro 14.

Cuadro 14: Proyección de la formación bruta de capital fijo

Modelo	periodos	rezagos AR(p)	rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
Autoregresivo	1	12	–	82.9 %	5.7112	4.37 %
Total de las horas hombres	1	9	2	82.9 %	5.6703	2.38 %
Pre Inversional	1	11	2	85.5 %	5.4726	11.4 %
Ingeniería de detalle	1	9	1	83.4 %	6.0442	3.6 %
Inspecciones	1	12	1	82.1 %	5.6605	4.0 %
Ing de detalles e Inspecciones	1	9	1	83.4 %	5.8427	2.8 %
Minería	1	9	5	85.8 %	5.2913	0.2 %
Minería e Inf. General	1	11	1	83.7 %	5.376	2.4 %
Hidráulico-sanitaria y Energía	1	9	2	86.3 %	5.6334	6.3 %
Edificación urbana e industrial	1	9	5	82.0 %	5.4978	4.1 %

Para el caso del IMACEC y el total de las horas hombres, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 81,7 % utilizando 6 rezagos del IMACEC y 6 rezagos de las horas hombres. Fuera de muestra destaca el modelo que es capaz de anticipar 1 periodo con un RMSFE de 1,516, una proporción de sesgo de 0,63 %, y un  $R$  cuadrado de 75,6 %. El modelo se calcula con 12 rezagos del IMACEC y 1 rezago de las HH. La figura 62 muestra los resultados de la proyección.

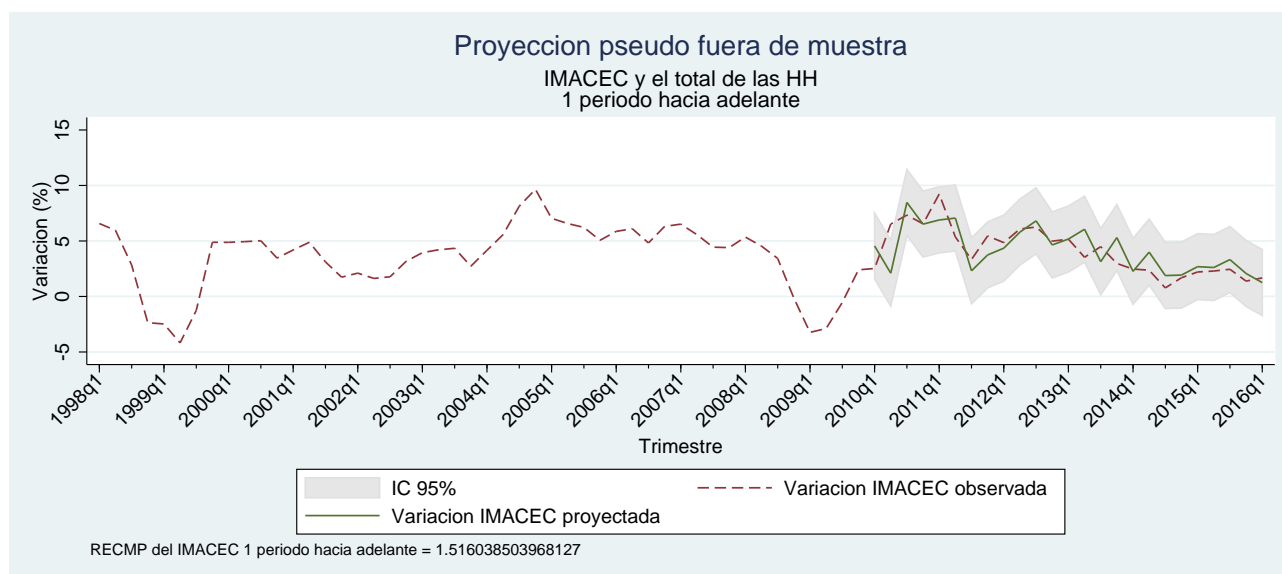


Figura 62: Modelo de predicción del IMACEC con el total de las HH

Al clasificar las horas hombres por área de ingeniería, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 90,6%. Éste considera 6 rezagos del IMACEC y 12 rezagos de las horas hombres pre inversionales. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 5 rezagos del IMACEC y 5 rezagos de las horas hombres pre inversionales. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 76,4% y una proporción del sesgo de 0%. La figura 63 muestra los resultados del modelo.

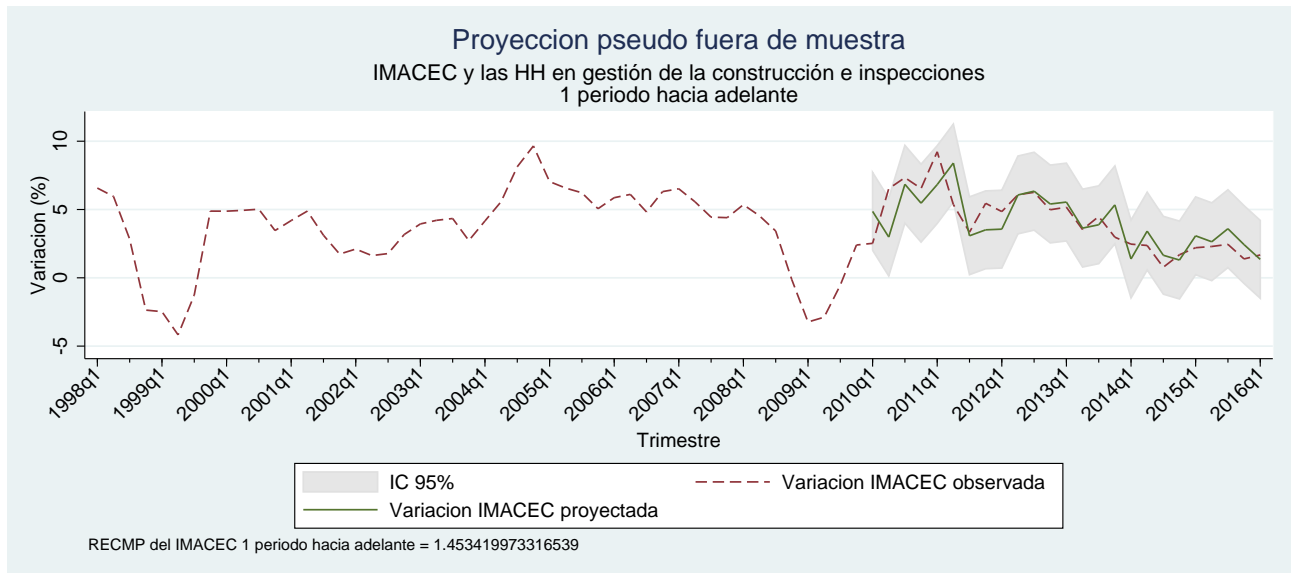


Figura 63: Modelo de predicción del IMACEC y las HH según área de ingeniería

Considerando la clasificación de horas hombres por subsector económico, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 93,4%. Éste considera 12 rezagos del IMACEC y 12 rezagos de la suma de las horas hombres en edificación urbana e industrial. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 12 rezagos del IMACEC y 1 rezago de la suma de las horas hombres en edificación urbana e industrial. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 75,5% y una proporción del sesgo de 0,89%. La figura 64 muestra los resultados.

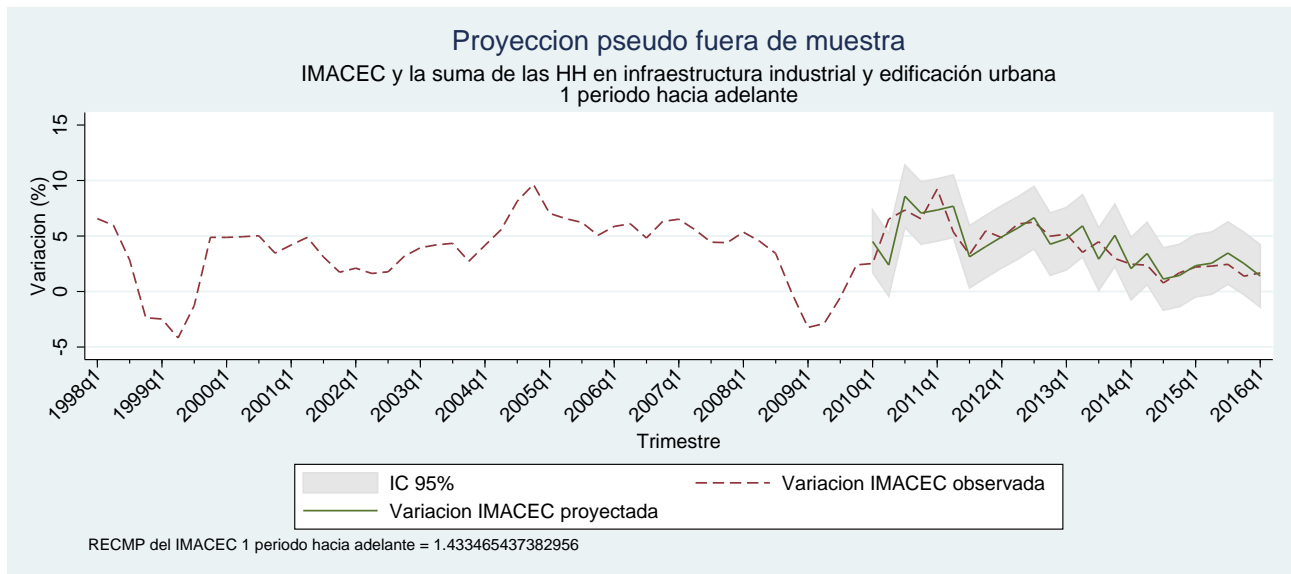


Figura 64: Modelo de predicción del IMACEC y las HH según subsector económico

En términos generales, los modelos que incorporan en las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones y en la suma de las horas hombres invertidas en proyectos de edificación urbana e infraestructura industrial, disminuyen el RMSFE respecto al modelo *benchmark*, aunque aumentan la proporción del sesgo. El resumen de los modelos se presenta en el cuadro 15.

Cuadro 15: Proyección del IMACEC

Modelo	periodos	rezagos AR(p)	rezagos HH	R <sup>2</sup>	RMSFE	BP
Autoregresivo	1	12	0	76.2 %	1.4814	0.01 %
Total de las horas hombres	1	12	1	75.6 %	1.516	0.63 %
Pre Inversional	1	10	8	86.6 %	1.4716	0.10 %
Ingeniería de detalle	1	10	12	75.0 %	1.5395	0.88 %
Inspecciones	1	5	5	76.4 %	1.4534	0.03 %
Ing de detalles e Inspecciones	1	12	1	76.0 %	1.517	2.12 %
Minería	1	5	1	77.4 %	1.4776	0.38 %
Minería e Inf. General	1	5	1	76.1 %	1.4896	0.00 %
Hidráulico-sanitaria y Energía	1	4	1	73.7 %	1.5733	1.31 %
Edificación urbana e industrial	1	12	1	75.5 %	1.4335	0.89 %

Para el caso de la tasa de desempleo y el total de las horas hombres, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 89,2% utilizando 3 rezagos de la tasa de desempleo y 5 rezagos de las horas hombres. Fuera de muestra el modelo con el menor RMSFE es de 5,849 y es capaz de anticipar 1 periodo con una proporción de sesgo de 9,53%, y un  $R$  cuadrado de 72,2%. El modelo se calcula con 11 rezagos de la tasa de desempleo y 5 rezagos de las HH. La figura 65 muestra los resultados de la proyección.

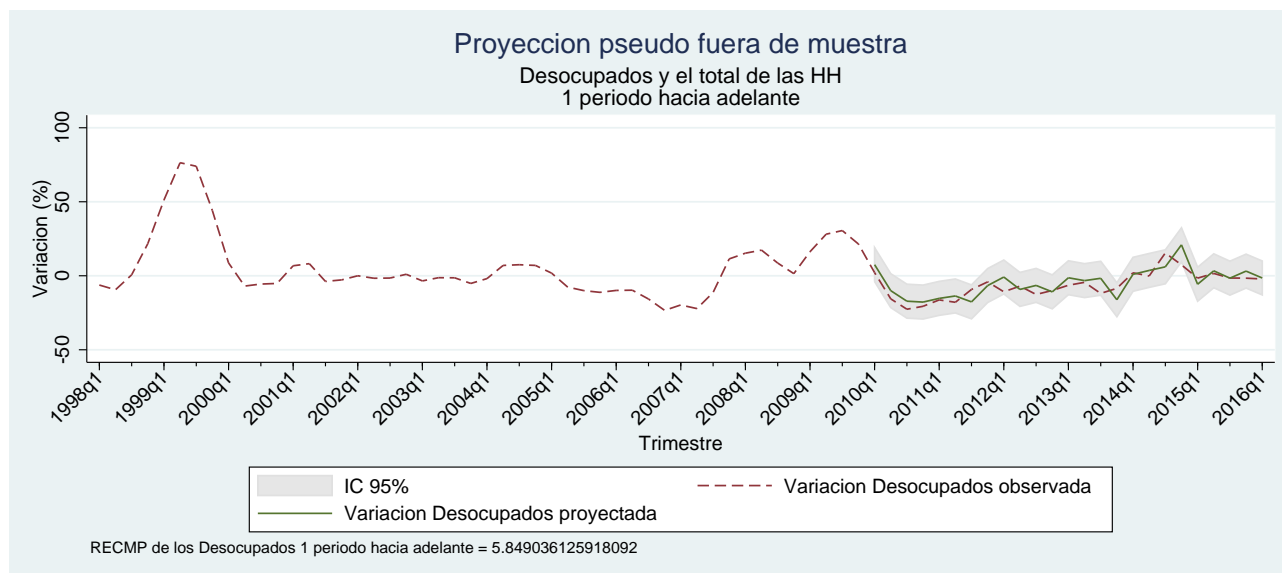


Figura 65: Modelo de predicción de la tasa de desempleo y el total de HH

Al clasificar las horas hombres por área de ingeniería, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 89,3%. Éste considera 6 rezagos de la tasa de desempleo y 5 rezagos de las horas hombres en ingeniería de detalle. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 10 rezagos de la tasa de desempleo y 4 rezagos de las horas hombres en ingeniería de detalle. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 73% y una proporción del sesgo de 6,9%. La figura 66 muestra los resultados.

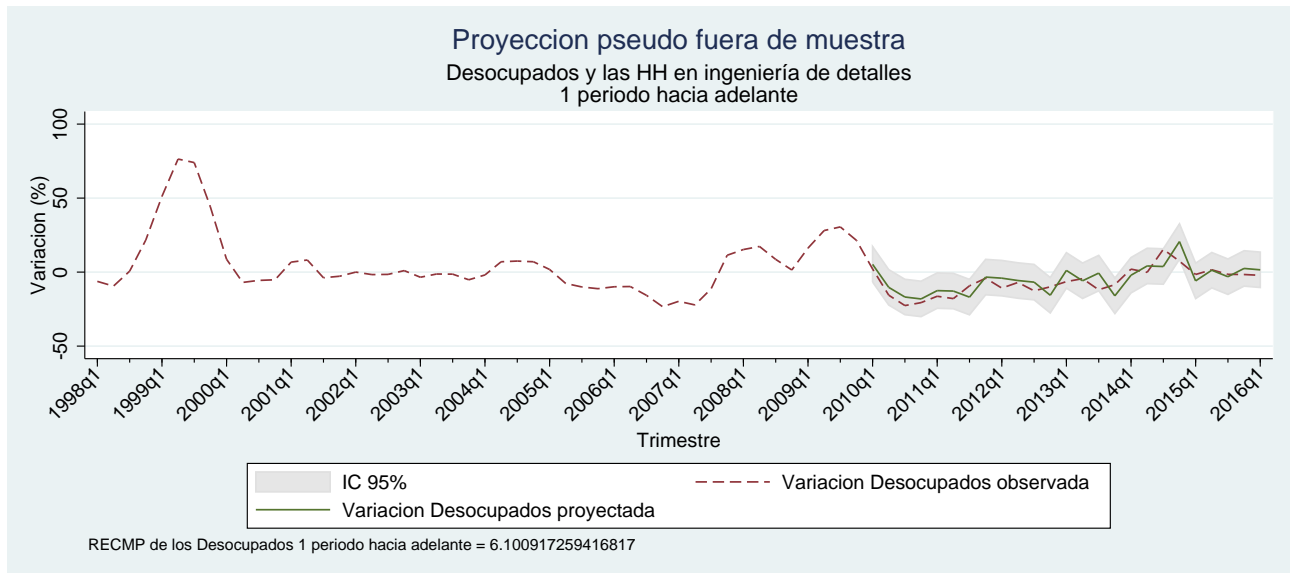


Figura 66: Modelo de predicción de la tasa de desempleo y las HH clasificadas por área de ingeniería

Considerando la clasificación de horas hombres por subsector económico, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 93,5%. Éste considera 11 rezagos de la tasa de desempleo y 12 rezagos de la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 11 rezagos de la tasa de desempleo y 4 rezago de la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 74% y una proporción del sesgo de 0,72%. La figura 67 muestra la proyección.

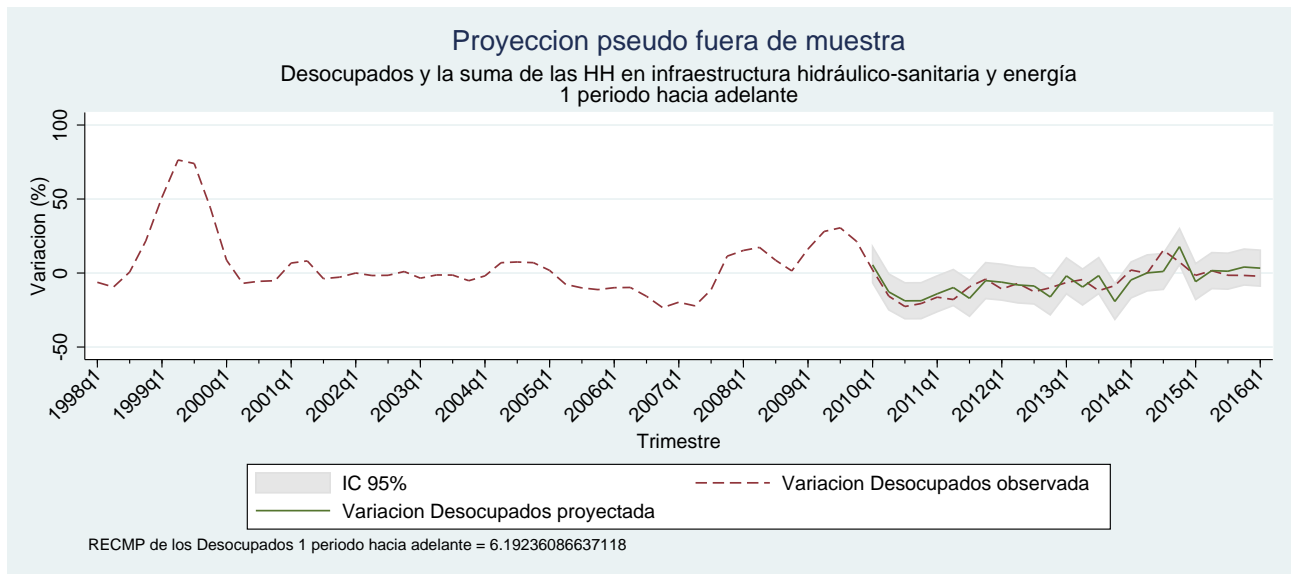


Figura 67: Modelo de predicción de la tasa de desempleo y las HH en minería

En términos generales, los tres modelos presentan un menor RMSFE respecto al modelos *benchmark*, por lo que es posible afirmar que las horas hombres aportan información relevante para hacer predicciones sobre los quiebres de tendencia de la tasa de desempleo. El modelo basado en rezagos de la tasa de desempleo y la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía disminuyen considerablemente la proporción del sesgo, con solo un 0,72 %, respecto al modelo *benchmark*. El cuadro 16 resume la información.



Cuadro 16: Proyección de la tasa de desempleo

Modelo	periodos	rezagos AR(p)	rezagos HH	R <sup>2</sup>	RMSFE	BP
Autoregresivo	1	11	0	74.7 %	6.6932	6.58 %
Total de las horas hombres	1	11	5	72.2 %	5.849	9.53 %
Pre Inversional	1	11	1	73.7 %	6.6307	6.71 %
Ingeniería de detalle	1	10	4	73.0 %	6.1009	6.90 %
Inspecciones	1	5	11	77.2 %	6.2386	0.22 %
Ing de detalles e Inspecciones	1	11	5	71.2 %	5.9345	13.58 %
Minería	1	11	4	73.6 %	6.5227	16.44 %
Minería e Inf. General	1	12	5	74.5 %	6.4689	21.87 %
Hidráulico-sanitaria y Energía	1	11	4	74.0 %	6.1924	0.72 %
Edificación urbana e industrial	1	6	6	81.0 %	6.4559	9.99 %

Para el caso del número de ocupados y el total de las horas hombres, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 77,1 % utilizando 11 rezagos del número de ocupados y 1 rezagos de las horas hombres. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE es de 1,2389 y es capaz de anticipar 1 periodo con una proporción de sesgo de 12,16 %, y un  $R$  cuadrado de 58,7 %. El modelo se calcula con 8 rezagos del número de ocupados y 11 rezagos de las HH. La figura 68 muestra los resultados de la proyección.

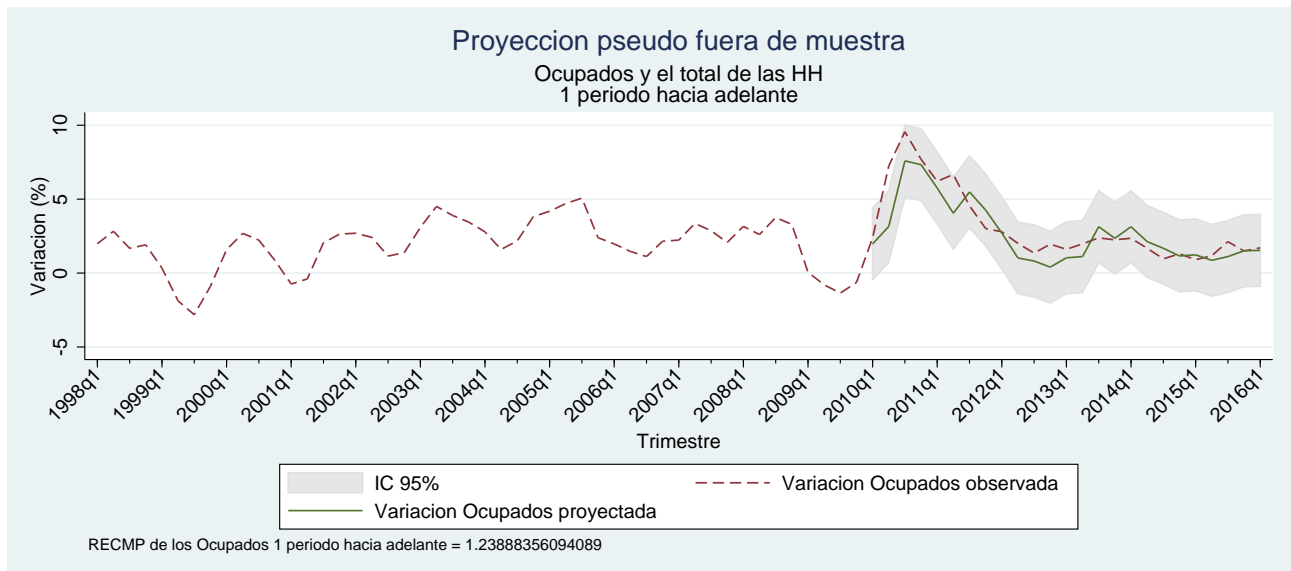


Figura 68: Modelo de predicción del número de ocupados y el total de HH

Al clasificar las horas hombres por área de ingeniería, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 85,9%. Éste considera 11 rezagos del número de ocupados y 12 rezagos de las horas hombres pre inversional. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 10 rezagos del número de ocupados y 6 rezagos de las horas hombres en ingeniería de detalle. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 67,8% y una proporción del sesgo de 3,58%. La figura 69 muestra los resultados.

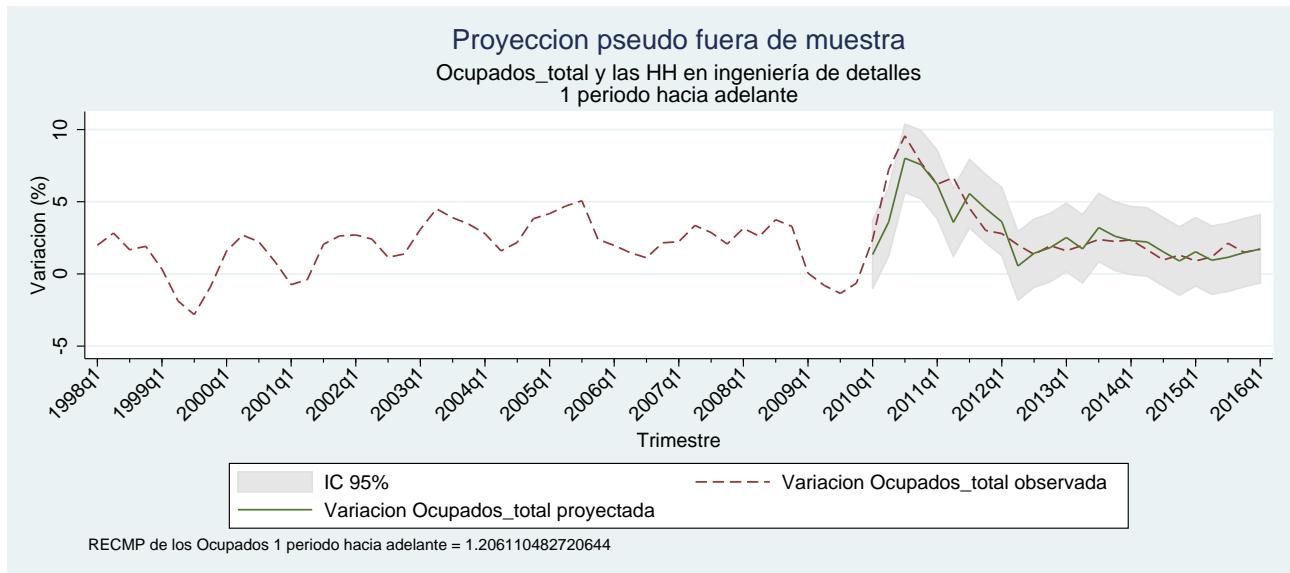


Figura 69: Modelo de predicción del número de ocupados y las HH clasificadas por área de ingeniería.

Considerando la clasificación de horas hombres por subsector económico, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 89,6%. Éste considera 12 rezagos del número de ocupados y 12 rezagos de la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 10 rezagos de la tasa de desempleo y 1 rezago de la suma de las horas hombres en minería e infraestructura general. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 72% y una proporción del sesgo de 2,74%. La figura 70 muestra la proyección.

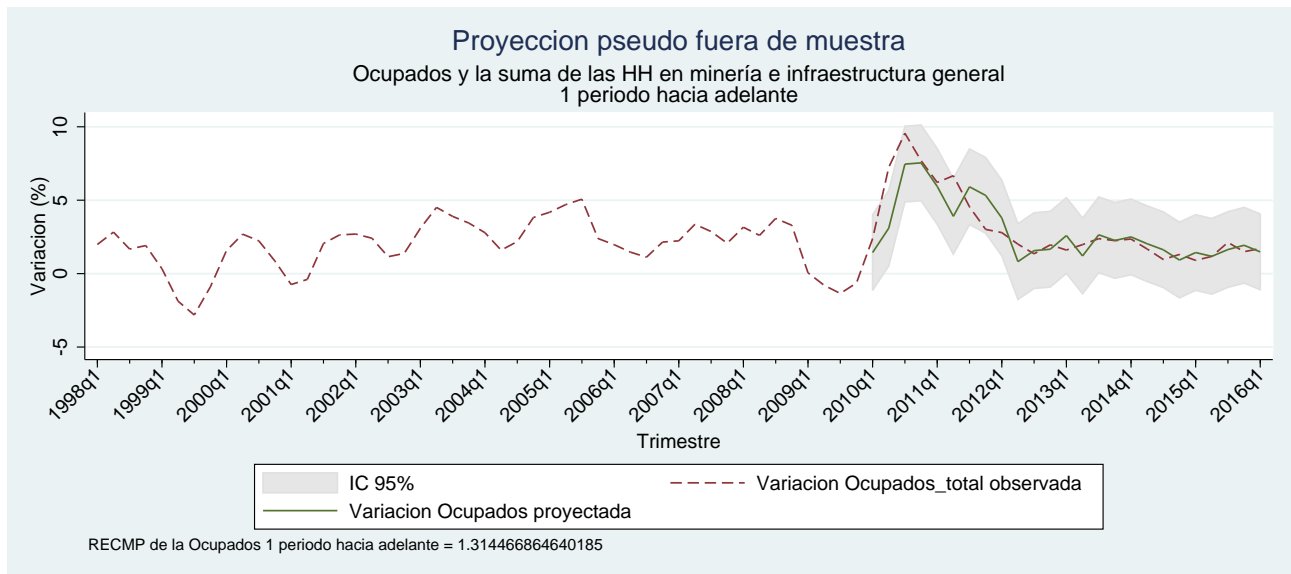


Figura 70: Modelo de predicción del número de ocupados y las HH clasificadas por subsector económico.

En general, los modelos de predicción del número de ocupados no superan al modelo *benchmark*, ya que alcanzan un RMSFE mayor que éste. Sin embargo, tienen un mejor desempeño considerando la proporción del sesgo. El modelo que incorpora rezagos de las horas hombres en ingeniería de detalle alcanza una proporción de sesgo de 3,58 % mientras que el modelo que incorpora la suma de las horas hombres en minería e infraestructura general alcanza una proporción de sesgo de 2,74 %. El cuadro 17 resume la información.

Cuadro 17: Proyección del número de ocupados

Modelo	periodos	rezagos AR(p)	rezagos HH	R <sup>2</sup>	RMSFE	BP
Autoregresivo	1	3	0	65.6 %	1.1786	13.69 %
Total de las horas hombres	1	8	11	58.7 %	1.2389	12.16 %
Pre Inversional	1	5	4	77.1 %	1.2342	3.16 %
Ingeniería de detalle	1	10	6	67.8 %	1.2061	3.58 %
Inspecciones	1	10	1	72.1 %	1.3053	2.89 %
Ing de detalles e Inspecciones	1	10	1	72.1 %	1.3175	3.32 %
Minería	1	10	7	73.0 %	1.3295	1.47 %
Minería e Inf. General	1	10	1	72.0 %	1.3145	2.74 %
Hidráulico-sanitaria y Energía	1	6	1	74.3 %	1.4121	0.52 %
Edificación urbana e industrial	1	10	1	73.9 %	1.4312	1.33 %

Para el caso de la UF y el total de las horas hombres, el modelo dentro de muestra con el mayor *R* cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 90 % utilizando 12 rezagos de la UF y 3 rezagos de las horas hombres. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE es de 1,2337 y es capaz de anticipar 1 periodo con una proporción de sesgo de 1,26 %, y un *R* cuadrado de 87,9%. El modelo se calcula con 10 rezagos de la UF y 1 rezago de las HH. La figura 71 muestra los resultados de la proyección.

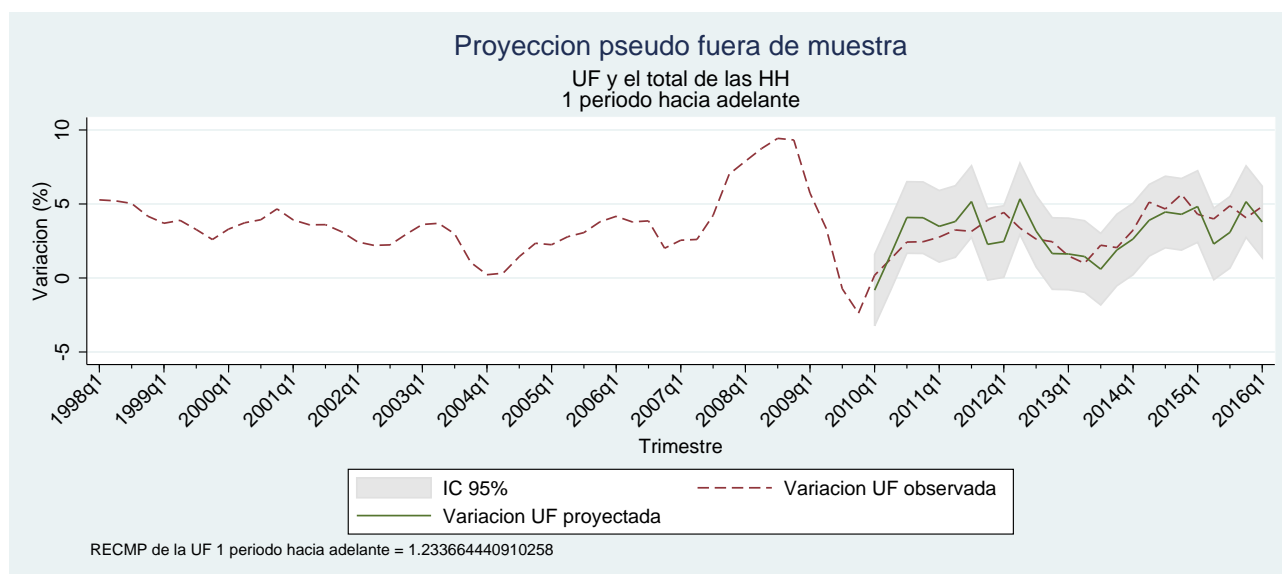


Figura 71: Modelo de predicción de la UF y el total de las HH

Al clasificar las horas hombres por área de ingeniería, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 92,9%. Éste considera 10 rezagos del número de ocupados y 11 rezagos de las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 6 rezagos de la UF y 4 rezagos de las horas hombres pre inversionales. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 84% y una proporción del sesgo de 0,03%. La figura 72 muestra los resultados.

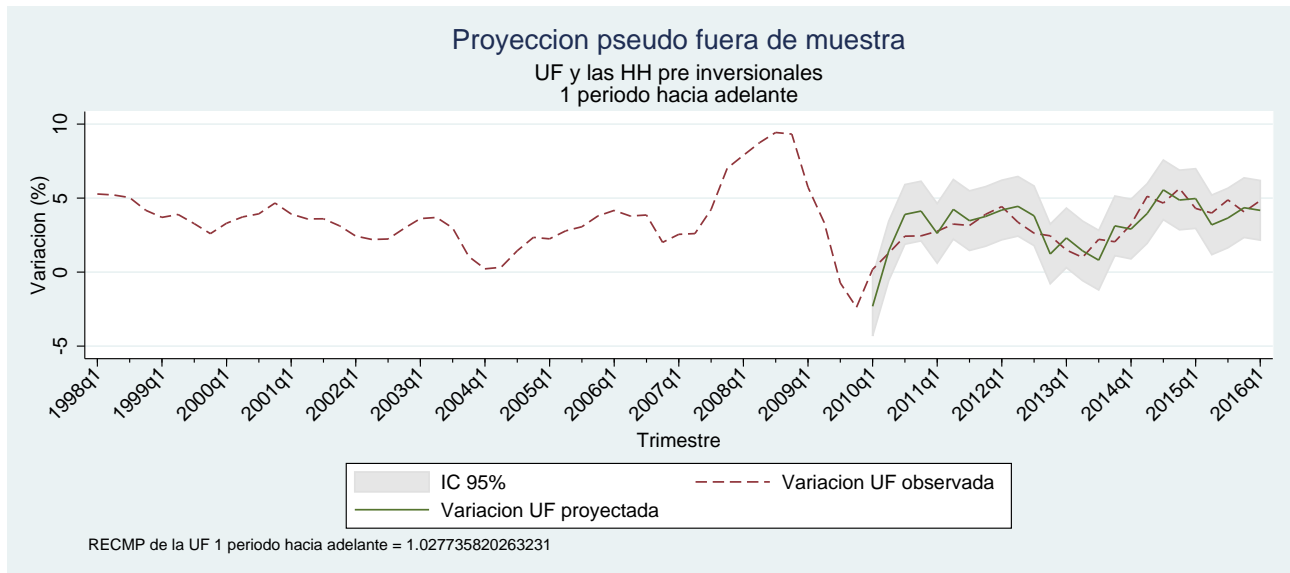


Figura 72: Modelo de predicción de la UF y las HH clasificadas por área de ingeniería.

Considerando la clasificación de horas hombres por subsector económico, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 91,3%. Éste considera 12 rezagos de la UF y 1 rezago de la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 5 rezagos de la UF y 2 rezagos de la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 87,8% y una proporción del sesgo de 1,77%. La figura 73 muestra la proyección.

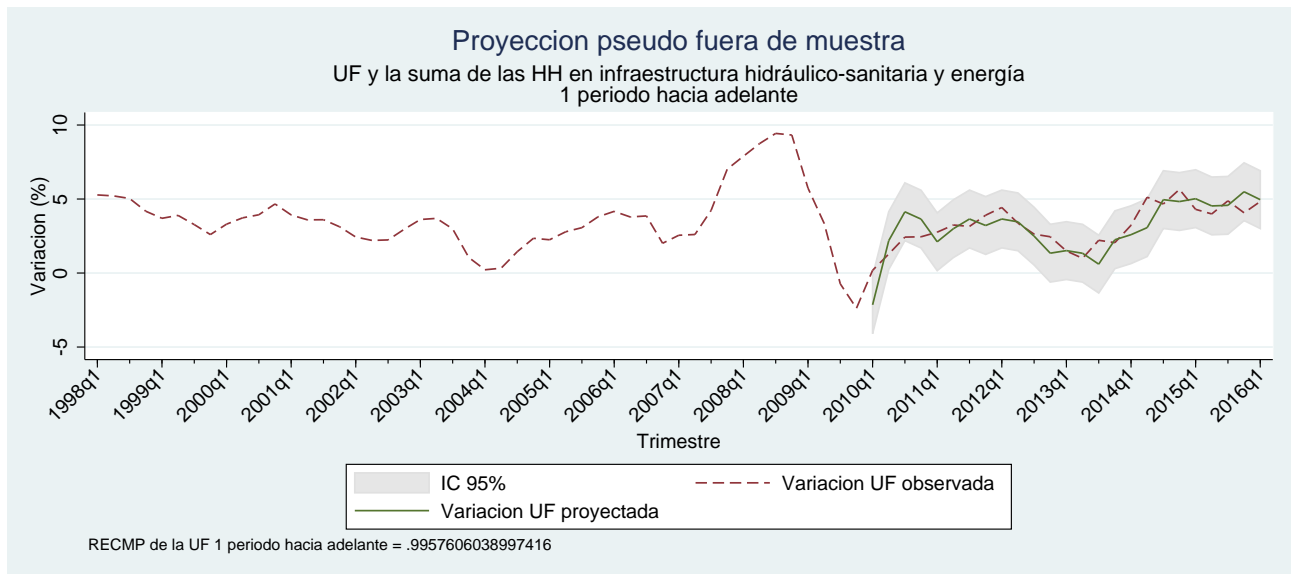


Figura 73: Modelo de predicción de la UF y las HH clasificadas por subsector económico.

En términos generales, las horas hombres en ingeniería aportan información relevante en la proyección de la UF. El modelo que incorpora las horas hombres pre inversionales muestra un RMSFE de 1,0277 y el modelo que incorpora la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía alcanza un de RMSFE de 0,9958. Sin embargo, este último modelo tiene una mayor proporción de sesgo, y el basado en las horas hombre pre inversionales prácticamente mantiene la misma proporción del sesgo. El cuadro 18 resume la información.

Cuadro 18: Proyección de la UF

Modelo	periodos	rezagos AR(p)	rezagos HH	R <sup>2</sup>	RMSFE	BP
Autoregresivo	1	5	0	85.3 %	1.0987	0.01 %
Total de las horas hombres	1	10	1	87.9 %	1.2337	1.26 %
Pre Inversional	1	6	4	84.0 %	1.0277	0.03 %
Ingeniería de detalle	1	10	2	87.2 %	1.2238	1.34 %
Inspecciones	1	5	4	84.5 %	1.0527	0.01 %
Ing de detalles e Inspecciones	1	7	2	84.1 %	1.1065	0.04 %
Minería	1	5	1	84.9 %	1.0991	0.02 %
Minería e Inf. General	1	5	1	85.1 %	1.0995	0.03 %
Hidráulico-sanitaria y Energía	1	5	2	87.8 %	0.9958	1.77 %
Edificación urbana e industrial	1	5	1	85.4 %	1.1093	0.67 %

Para el caso del IPC y el total de las horas hombres, el modelo dentro de muestra con el mayor *R* cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 94,7 % utilizando 12 rezagos del IPC y 10 rezagos de las horas hombres. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE es de 0,8014 y es capaz de anticipar 1 periodo con una proporción de sesgo del 0 %, y un *R* cuadrado de 88,8 %. El modelo se calcula con 5 rezagos del IPC y 1 rezago de las HH. La figura 74 muestra los resultados de la proyección.

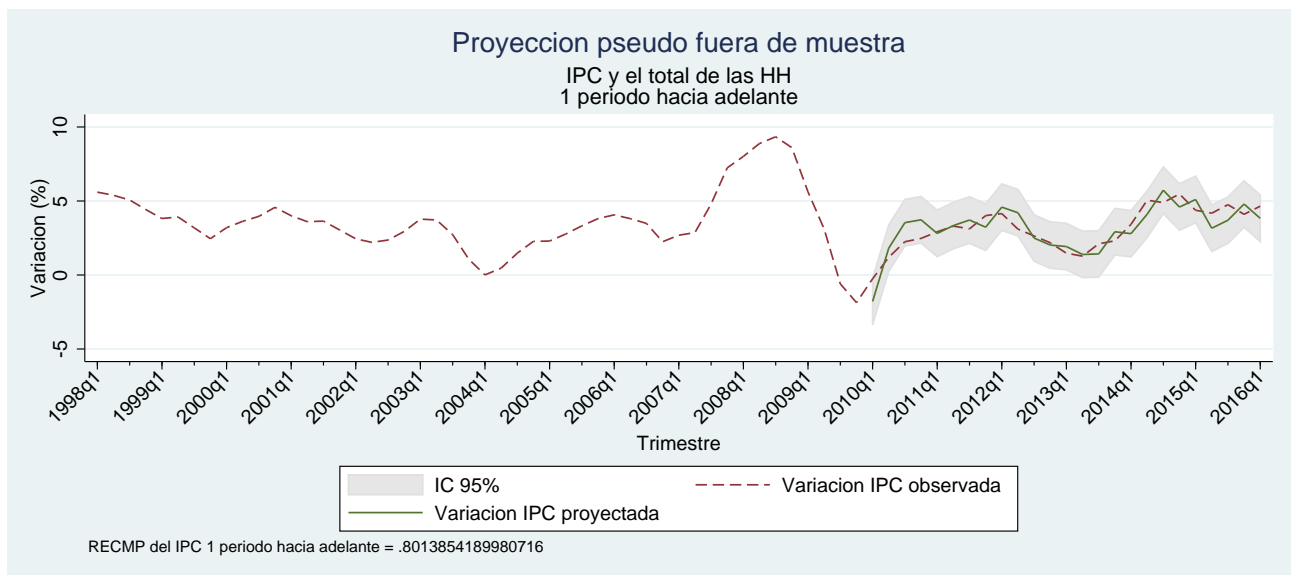


Figura 74: Modelo de predicción del IPC y el total de HH

Al clasificar las horas hombres por área de ingeniería, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 94,3%. Éste considera 10 rezagos del número de ocupados y 11 rezagos de las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 6 rezagos de la UF y 4 rezagos de las horas hombres pre inversionales. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 87,9% y una proporción del sesgo de 0,18%. La figura 75 muestra los resultados del modelo.

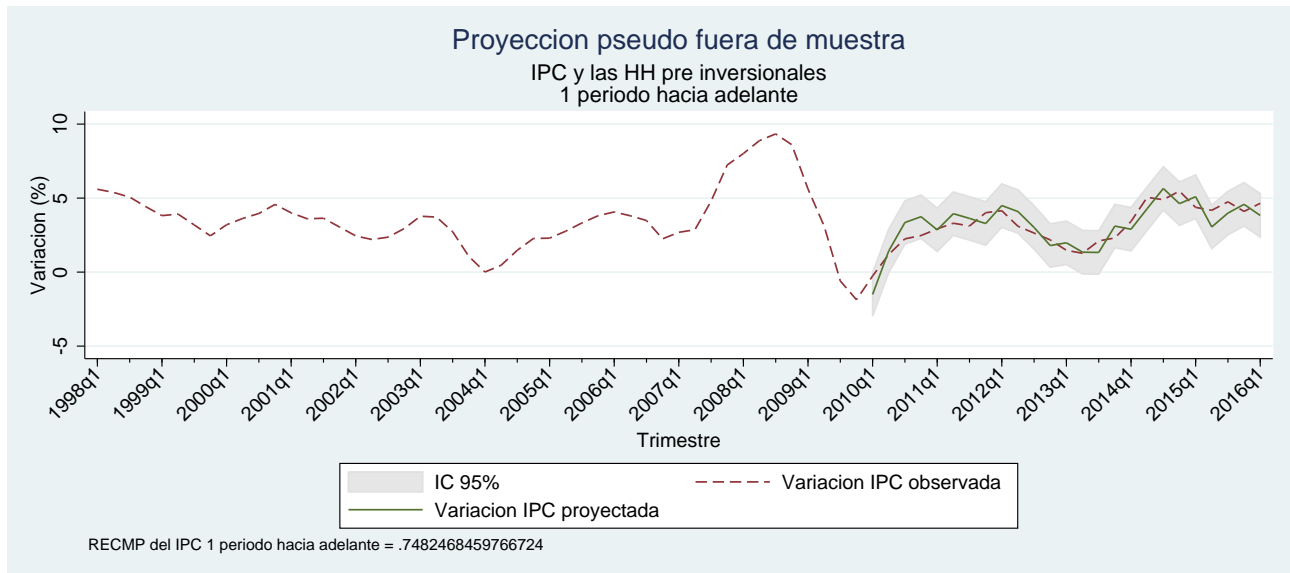


Figura 75: Modelo de predicción del IPC y las HH clasificadas por área de ingeniería.

Considerando la clasificación de horas hombres por subsector económico, el modelo dentro de muestra con el mayor  $R$  cuadrado ajustado alcanza una capacidad explicativa del 95,1%. Éste considera 12 rezagos del IPC y 11 rezago de la suma de las horas hombres en edificación urbana e industrial. Fuera de muestra, el modelo con el menor RMSFE considera 5 rezagos del IPC y 2 rezagos de la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía. Este modelo alcanza un  $R$  cuadrado ajustado de 90,3% y una proporción del sesgo de 1,27%. La figura 76 muestra la proyección.



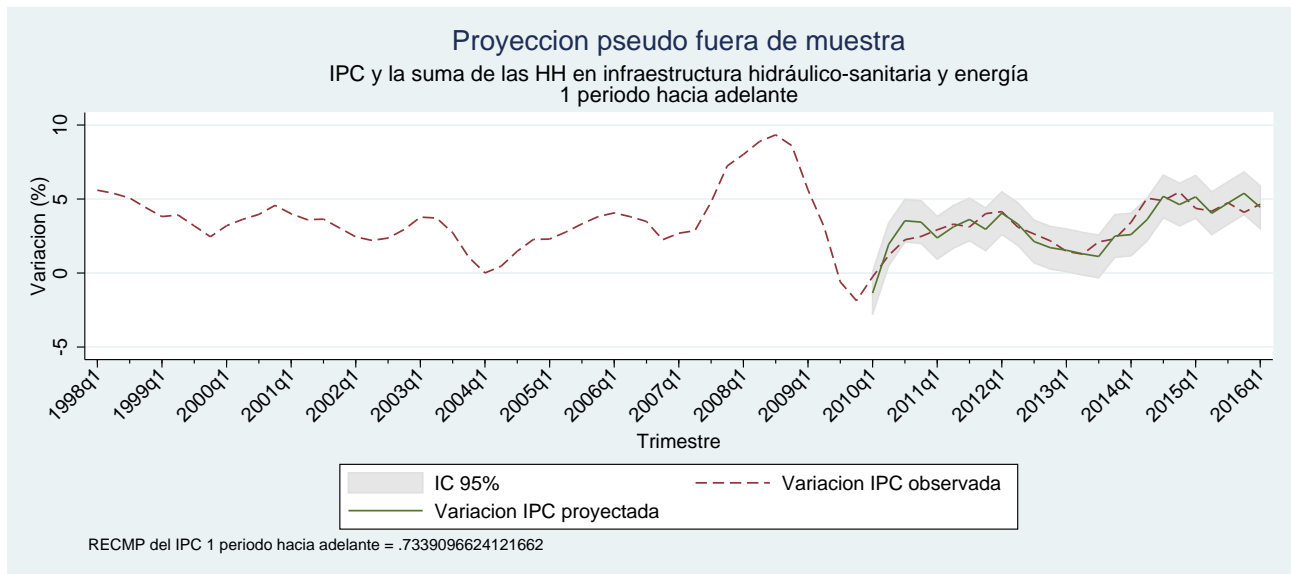


Figura 76: Modelo de predicción del IPC y las HH clasificadas por subsector económico.

En términos generales, el modelo que incorpora 6 rezagos del IPC y 4 rezagos de las horas hombres pre inversionales disminuye el RMSFE respecto al modelo *benchmark*. Lo mismo ocurre con el modelo que incorpora 5 rezagos del IPC y 2 rezagos de la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria, el que además, mejora la simpleza del modelo en cuanto requiere menos información que el modelo *benchmark* para alcanzar una proyección con menor error. El cuadro 19 resume la información. El detalle de todos los modelos estimados se encuentra en el anexo 2.

Cuadro 19: Proyección del IPC

Modelo	periodos	rezagos AR(p)	rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
Autoregresivo	1	6	0	88.9 %	0.7901	0.05 %
Total de las horas hombres	1	5	1	88.8 %	0.8014	0.00 %
Pre Inversional	1	6	4	87.9 %	0.7482	0.18 %
Ingeniería de detalle	1	6	2	88.5 %	0.7725	1.13 %
Inspecciones	1	5	1	89.3 %	0.7709	0.01 %
Ing de detalles e Inspecciones	1	6	2	88.5 %	0.7868	0.00 %
Minería	1	5	1	88.8 %	0.8013	0.00 %
Minería e Inf. General	1	5	1	88.9 %	0.8097	0.00 %
Hidráulico-sanitaria y Energía	1	5	2	90.3 %	0.7339	1.27 %
Edificación urbana e industrial	1	5	1	89.3 %	0.8211	1.73 %

## 8. Conclusión

La presente investigación busca evaluar la capacidad predictiva que tienen las horas hombres invertidas en proyectos de ingeniería sobre el ciclo económico. Se presenta evidencia para el Producto Interno Bruto (PIB), la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), el Índice Mensual de Actividad Económica (IMACEC), la Tasa de Desempleo, el Número de Ocupados, las Unidades de Fomento (UF) y el Índice de Precios al Consumidor (IPC). El trabajo se enfoca en la variación de las variables respecto al trimestre homólogo del año anterior y no en el nivel de las variables. Esto, ya que se intenta predecir quiebres en el ciclo y no el nivel de la variable a futuro. En general, las variables tienen una estructura autoregresiva de corto plazo, por lo general dos rezagos, por lo que su capacidad explicativa está supeditada a esta estructura. Sin embargo, se aprecia que existe una relación de cointegración, relación de largo plazo, entre las variables dependientes e independientes, con excepción de las horas hombres empleadas en gestión de la construcción e inspecciones y la tasa de desempleo, y las horas hombres totales en las series que miden la inflación; la UF y el IPC.

Las variaciones en el total de las horas hombres empleadas en proyectos de ingeniería son estadísticamente significativas para todas las variables dependientes, excepto para la UF y el IPC, y tienen un mayor impacto en la variación de la tasa de desempleo y la formación bruta de capital fijo. Considerando la clasificación de las horas hombres según área de ingeniería, la variación de las horas hombre en proyectos pre inversionales influyen positiva y significativamente en la variación del PIB, la FBCF, el IMACEC, la UF y el IPC. La variación de las horas hombre en trabajos de ingeniería de detalle influyen significativamente en la variación de la FBCF, el número de ocupados, y en menor medida en la tasa de desempleo. Con esta última la relación es inversa. La variación de las horas hombre en gestión de la construcción e inspecciones se relaciona inversamente, al 99 % de confianza estadística, con la tasa de desempleo, al 95 % de confianza, se relaciona directamente con las variaciones del PIB y el número de ocupados, y al 90 % de confianza con las variaciones en el IMACEC. Su mayor impacto es en la tasa de desempleo. Este resultado es altamente intuitivo en cuanto las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones están ligadas a la construcción y de la obra de infraestructura, por lo que afecta masivamente al empleo. Por otro lado, las horas en ingeniería de detalle, el cálculo estructural de las obras, afecta con mayor impacto en la FBCF, es decir, a la planificación de la inversión en infraestructura. También es coherente en que afecten a las variables del mercado laboral. Las horas hombres pre inversionales están ligadas a evaluación de proyectos y estudios de pre factibilidad. En la práctica, el tiempo entre que se evalúa la factibilidad de un proyecto y comience a construirse, puede ser más de 10 años. En muchos casos, hay proyectos que nunca aprueban la etapa de pre factibilidad y nunca se concretan como inversión en infraestructura.

Las variaciones de las horas hombres en proyectos de infraestructura minera afectan significativamente las variaciones de todas las variables dependientes, excepto a la serie de variaciones de la UF. El mercado minero demanda alrededor del 50 % de las horas hombres de ingeniería en Chile. Llama es-

pecialmente la atención el impacto que tienen en la variación de la tasa de desempleo y la formación bruta de capital fijo. La variación de las horas hombres destinadas a proyectos de infraestructura hidráulico-sanitaria afectan significativamente a la FBCF, el número de ocupados y las variables de inflación. En éstas últimas, el impacto es significativo al 99 % de confianza estadística, aunque éste sólo alcanza el 3 %. La variación de las horas hombre en proyectos de edificación urbana también están fuertemente correlacionadas con las variaciones en las variables de empleabilidad. Las horas hombres en infraestructura energética afectan significativamente a las variables de producción e inflación. Llama la atención que la relación con las primeras sea negativa.

La capacidad predictiva de las horas hombres en ingeniería sobre la producción se midió a través de dos variables; el Producto Interno Bruto (PIB) y el Índice Mensual de Actividad Económica (IMACEC). Los modelos que intentan predecir las variaciones en el PIB y el IMACEC incorporando el total de las horas hombres no tienen un mejor desempeño que los modelos *benchmark*. No superan la capacidad predictiva y exhiben errores de predicción mayores. Al utilizar la clasificación de las horas hombres según área de ingeniería los resultados son similares. El modelo que incorpora las horas hombres en gestión de la construcción e inspecciones disminuye el error de predicción y tienen una capacidad explicativa muy similar a los modelos *benchmark*. El modelo sobre el PIB utiliza 6 rezagos de la variable dependiente y 6 rezagos de la variable independiente, mientras que el modelo de predicción sobre el IMACEC disminuye de 12 a 5 los rezagos de la variable dependiente e incorpora 5 rezagos de la variable independiente. Esto es una ventaja en cuanto a la simpleza del modelo. Al considerar las horas hombres clasificadas por subsector económico, aquel modelo que utiliza la suma de las horas hombres en infraestructura industrial y edificación urbana destaca con el menor error de predicción tanto sobre el PIB como para el IMACEC. En los dos modelos, el error de predicción es menor que en el modelo *benchmark*, sin embargo la proporción del sesgo aumenta en ambos casos. En general, al clasificar las horas hombres por subsector económico, el error de predicción es menor que el resultante de la clasificación por área de ingeniería. Con estos resultados, es posible afirmar que las horas hombres aportan información relevante al momento de realizar predicciones sobre el PIB y el IMACEC.

La capacidad predictiva de las horas hombres en ingeniería sobre la inversión fue medida a través de la formación bruta de capital fijo (FBCF). El modelo que incorpora el total de las horas hombres en ingeniería utiliza 9 rezagos de la variable dependiente y 2 rezagos de la variable independiente, y disminuye el error de predicción y la proporción del sesgo. Al considerar las horas hombres clasificadas por área de ingeniería, el modelo que incorpora 11 rezagos de la variable dependiente y 2 rezagos de las horas hombres pre inversionales destaca con el menor RMSFE, el cual es inferior al del modelo *benchmark*. La capacidad predictiva mejora cuando se considera la clasificación de las horas hombres por subsector económico. Puntualmente, al incorporar 5 rezagos de las horas hombres en minería, los rezagos de la variable dependiente disminuyen a 9, alcanzando un RMSFE menor al modelo *benchmark*, con un  $R$  cuadrado ajustado del 85,8 % y una proporción del sesgo de 0,2 %. Al analizar la

clasificación de las horas hombres por subsector económico, todos los modelos con el menor RMSFE presentan un menor error que el modelo *benchmark* y en la mayoría de los casos la proporción del sesgo también es menor. Frente a estos resultados es posible afirmar que las horas hombres sí aportan información relevante al momento de realizar proyecciones sobre la formación bruta de capital fijo.

Respecto a las variables laborales, el modelo que incorporan el total de las horas hombres no logran mejorar la capacidad predictiva del modelo *benchmark* del número de ocupados, pero sí disminuye el error de predicción en el modelo de la tasa de desempleo. Al considerar la clasificación de las horas hombres según área de ingeniería, el modelo de proyección de la tasa de desempleo con el menor RMSFE es aquel que utiliza la suma de las horas hombres en ingeniería de detalle y en gestión de la construcción e inspecciones. Para el caso del número de ocupados, el modelo que incluye las horas hombres en ingeniería de detalle alcanzan el menor error de predicción dentro de esta categoría. Para el caso de la tasa de desempleo, el modelo utiliza 11 rezagos de la variable dependiente con 5 rezagos de la variable independiente y disminuye el error de predicción respecto al modelo *benchmark*. En el caso del modelo de predicción sobre el número de ocupados, el modelo utiliza 10 rezagos de la variable dependiente y 6 rezagos de la variable independiente, pero el error de predicción aumenta respecto al modelo *benchmark*. Al considerar la clasificación de las horas hombres según subsector económico, la proyección sobre la tasa de desempleo resulta del modelo que incorpora 11 rezagos de la variable dependiente y 4 rezagos de la suma de las horas hombres en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía. Para el caso del modelo de proyección del número de ocupados, aquel que alcanza el menor RMSFE es el que incorpora 10 rezagos de la variable dependiente y 1 rezago de la suma de las horas hombres en infraestructura general y minería, sin embargo, el error de predicción es mayor que el obtenido en el modelo *benchmark*. Resulta intuitivo observar que las horas hombres a la ingeniería de detalle y la gestión de la construcción e inspecciones afectan en mayor medida las variables laborales, ya que estas actividades están directamente relacionadas a la construcción del proyecto de inversión.

Respecto a las variables de inflación, el modelo que incorpora el total de las horas hombres no logra superar las proyecciones de los modelos *benchmark*. Las horas hombres pre inversionales destacan en los modelos de proyección de la UF y el PIB. En ambos casos, el error de proyección disminuye levemente. Al considerar la clasificación de las horas hombres según subsector económico, en ambos casos destacan los modelos que incorporan 5 rezagos de las variables dependientes y 2 rezagos de la suma de las horas hombres en proyectos hidráulico-sanitarios y energéticos. A pesar de que el error de predicción disminuye respecto al modelo *benchmark*, la disminución no es significativa y el  $R$  de los modelos que incorporan las horas hombres no mejora respecto a los modelos *benchmark*. Romer (2012) señala que la inflación es de las variables que menos se ve afectada por los ciclos económicos. Sin embargo, las variaciones de las horas hombres parecieran afectar significativamente las variaciones en la inflación. Las horas hombres pre inversionales y en gestión de la construcción e inspecciones muestran errores de predicción de la UF menores que el modelo *benchmark* y con un  $R$  cuadrado

levemente menor. Para el caso del IPC, todos los modelos con el menor RMSFE en la clasificación de las HH por área de ingeniería muestran error de predicción menores que el modelo *benchmark*. En el caso de la UF, son las horas hombres clasificadas en subsector económico las que muestran menores errores de predicción.

En términos generales, se concluye que las horas hombre tienen una potencial capacidad explicativa sobre los quiebres del ciclo económico. Los modelo *benchmark* son buenos prediciendo el valor futuro del nivel de una variable, pero no son buenos prediciendo quiebres en el ciclo de la misma. Es por esto que resulta relevante incorporar otras variables que ayuden a capturar los ciclos. Las horas hombres en ingeniería son capaces de mejorar las proyecciones en las variaciones de la producción nacional, la inversión y en la empleabilidad, y en menor medida la inflación.

## 9. Bibliografía

Adkins, L., & Hill, C., (2011). Using Stata for principles of econometrics, fourth editions. John Wiley & Sons.

Ang, A., Piazzesi, M., & Wei, M., (2006), What does the yeild curve tell us about GDP growth?. Journal of Econometrics 131, pp.359-403

Atkenson, A., & Ohanian, L. (2001). Are Phillips curves useful for forecasting inflations? Federal Reserve Banck of Minneapolis Quarterly Review, 25(1), 2-11.

Auerbach, A. J. (1981). The index of leading indicators: "Mesurement without theory", twenty-five years later. National Burreau of Economic Reaseach Working paper n761.

Blanchard, O., & Diamond, P. (1990). The Cyclical Behavior of the Gross Flows of U.S. Workers. Brookings Papers on Economic Activity, no.2, 85-156.

Box, G., & Jenkins, G. (1970). Time Series Analysis, Forecasting and Control. San Francisco: Holder Day (revised edition 1976, Englewood Cliffs: Prentice Hall).

Bravo, H. F., & Franken, H. (2002). Un indicador lider del IMACEC. Revista de Análisis Económico, 17(1), 103-123.

Calza, A. (2008). Globalisation, domestic inflation and global output gaps: evidence from the Euro area. ECB Working paper n890.

Camba-Mendez, G., Kapetaios, G., Smith, R. & Weale, M., (2001), An automatic leading indicator of economic activity: forecasting GDP growth for European countries. Econometric Journal, volume 4, pp.S56-S90

Canova, F. (2007). G-7 Inflation Forecast: Random walk, Phillips curve or what else? Macroeconomics Dynamics, 11(01), 1-30.

Caputo, R., Liendo, F., & Medina, J. (2007). New Keynesian model for Chile in the inflation-targeting period. En F. Mishkin, & K. Schmidt-Hebbel, Monetary Ppolicy under inflation targeting. Santiago: Banco Central de Chile.

Cheung, C. (2009). Are Commodity princes usful leading indicators of inflation? Bank of Canada Discussion Paper 2009-5.

Christiano, L., Eichenbaum, M., & Evans, C. (2005). nominal rigidities and the dynamics effects of shock to monetary policy. *Journal of Politicas Economy*, 113(1), 1-45.

Clark, T., & McCracken, M. (2006). The predictive content of the outputgap for inflation: Resolving in sample and out-of-sample evidence. *Journal of Money, Credit and Banking*, 38(5), 1127-1148.

Davis, S., Faberman, J., & Haltiwanger, J. (2006). The Flow Approach to Labor Markets: New Data Sources and Micro-Macro Links. *Journal of Economic Perspectives* 20(Summer): 3-26.

Davis, S., & Haltiwanger, J. (1990). Gross Job Creation and Destruction: Microeconomic Evidence and Macroeconomic Implications. *NBER Macroeconomics Annual*, 5: 123-168.

Davis, S., & Haltiwanger, J. (1992). Gross Job Creation, Gross Job Destruction, and Employment Reallocation. *Quarterly Journal of Economics*, 107(August): 819-863.

Doan, T., Litterman, R., & Sims, C. (1984). Forecasting and conditional projection using realistic prior distributions. *Econometric Reviews*, 3(1), 1-100.

Elsby, M., Michaels, R., & Solon, G. (2009). The Ins and Outs of Cyclical Unemployment. *American Economic Journal: Macroeconomics* 1 (January): 84-110.

Fisher, I. (1926). A statistical relationship between unemployment and price changes. *International Labor review*, 13, 785-92.

Firinguetti y Rubio (2003). Indicadores líderes del IMACEC. Documento de trabajo n28. Banco Central de Chile.

Flores, J., (2014), Un modelo de factores dinámicos con expectativas aplicados a un indicador líder para la inversión privada. Tesis para optar el grado de Magíster en Economía, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Foote, C. (1998). Trend Employment Growth and the Bunching of Job Creation and Destruction. *Quarterly Journal of Economics* 113(August): 809-834.

Fridriksson, K. & Zoega, G. (2012). Advertising as a predictor of investment. *Economics Letters*, 116(2012), 60-66.

Galí, J., & Gertler, M. (1999). Inflation dynamics: A structural econometric análisis. *Journal of Monetary Economics*, 44(2), 195-222.



García, C. J., González, P., & Moncado, A. (2013). Proyecciones macroeconómicas en Chile: Una aproximación estructural y bayesiana. *Economía Chilena*, 16(1), 24-63.

García, C., & Restrepo, J. (2003). Price inflation and exchange rate pass-through in Chile. *Money Affairs*, 16(1), 69-88.

García, C., & Restrepo, J. (2007). The case for a countercyclical rule-based fiscal regime. *Documento de Investigación*(183).

Gomez, M., (2007). Construcción de un indicador líder para la actividad de la construcción. Cámara Argentina de la Construcción.

Granger, C. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 424-428.

Hamilton, J. D., & Kim, D. H. (2000). A reexamination of the predictability of economic activity using the yield spread. NBER Working Paper n7954

Keen, H., Jr. (1983), Leading Economics Indicators Can be Misleading, Study Shows, *Journal of Business Forecasting*, 2(4), 13-14

Litterman, R. (1980). A bayesian procedur for forecasting with vector autoregression. Working Paper.

Lütkepohl , H. (1993). Introduction to multiple time series analysis (Segunda ed.). Berlin, Alemania: Springer.

Medina, J. P., & Soto, C. (2007). The chilean business cycles through the lens of stochastic general equilibrium model. *Documento de Trabajo*(457).

Medina, J., & Soto, C. (2006). Model for analysis and simulations: A new DSGE for the Chilean economy. Mimeo.

Pedersen, M. (2008). Un indicador líder compuesto para la actividad económica en Chile. Banco Central de Chile (versión preliminar).

Phillips, A. (1958). The relation between unemployment and the rate of change of money wages rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*, 25, 283-99.

Phillips, Peter C. B., & Perron, P., (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biomet-*

trika, 75(2), 335-346.

Pincheira, P. (2014). Predicción del empleo sectorial y total en base a indicadores de confianza empresarial. *Economía Chilena*, 17(1), 66-87.

Pincheira, P., & García, A. (2009). Forecasting inflation in Chile with an accurate benchmark. *Documento de trabajo*(514).

Pincheira, P., & Rubio, H. (2010). El escaso poder predictivo de simples curvas de Phillips en Chile: Una evaluación en tiempo real. (B. C. Chile, Ed.) *Documento de Trabajo*(559).

Romer, D. (2012), *Advance Macroeconomics*, McGraw-Hill.

Rossi, B., & Sekhposyan, T. (2009). Has Models Forecasting Performance change over time, and when? *International Journal of Forecasting*, 23, 146-75.

Samuelson, P., & Solow, R. (May de 1960). Analytical aspects of anti-inflation policy. *American Economic Review*, 50, 177-94.

Silver, S. (1991). Forecasting peaks and troughs in the business cycle: On the choice and use of appropriate leading indicators series. En K. Lahiri & G. Moore, *Leading indicators: New Approaches and Forecasting Records*, Cambridge University Press

Sims, C. (1980). *Macroeconomics and Reality*. *Econometrica*, 48(1), 1-48.

Sims, C. (1993). A nine-variable probabilistic macroeconomic forecasting model. En J. Stock, & M. Watson, *Business cycles, indicators and forecasting*. Chicago, USA: University of Chicago Press.

Smet, F., & Wouters, R. (2003). An Estimated dynamics stochastic general equilibrium model of the Euro area. *journal of European Economic Association*, 1(5), 1123-75.

Smet, F., & Wouters, R. (2007). Shocks and frictions in U.S. business cycles: A bayesian DSGE approach. *American Economic Review*, 97(3), 586-606.

Stock, J., & Watson, M. (1999). Forecasting inflation. *Journal of Monetary Economics*, 44(2), 293-335.

Stock, J., & Watson, M. (2008). Phillips curve inflation Forecast. NBER Working Paper n14322.

Stock, J., & Watson, M., (2011), *Introduction to econometrics*, Addison-Wesley

Topel, R., & Ward, M. (1992). Job Mobility and the Careers of Young Men. Quarterly Journal of Economics 107 (May): 439-479.

## 10. Anexo 1

Cuadro 20: Modelo *benchmark* del PIB

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	155.2122	8	–	76.1 %		
	<b>AIC</b>	136.8227	12	–	72.4 %		
	$R^2$	76.5 %	4	–			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	6	–	75.7 %	1.4983	0.13 %	
	2	5	–	76.1 %	1.8888	0.09 %	
	3	5	–	76.1 %	1.8721	1.66 %	
	4	5	–	76.1 %	2.3419	3.86 %	
	5	5	–	76.1 %	2.1177	8.81 %	
	6	5	–	76.1 %	1.7986	31.92 %	

Cuadro 21: Modelo *benchmark* de la FBCF

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
Dentro de muestra	BIC	240.45	12	–	82.9 %		
	AIC	219.864	12	–	82.9 %		
	$R^2$	0.8674	5	–			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
Fuera de Muestra	1	12	–	82.9 %	5.7112	4.37 %	
	2	11	–	83.6 %	7.3222	2.53 %	
	3	6	–	85.8 %	6.3212	4.68 %	
	4	12	–	82.9 %	9.573	6.71 %	
	5	5	–	86.7 %	10.7013	8.22 %	
	6	6	–	85.8 %	9.4147	15.01 %	

Cuadro 22: Modelo *benchmark* del IMACEC

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
Dentro de muestra	BIC	151.4388	9	–	78.5 %		
	AIC	132.8905	12	–	76.2 %		
	$R^2$	78.7 %	6	–			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
Fuera de Muestra	1	12	–	76.2 %	1.4814	0.01 %	
	2	4	–	75.2 %	1.9349	0.34 %	
	3	4	–	75.2 %	1.8451	2.08 %	
	4	5	–	76.7 %	2.4116	3.22 %	
	5	5	–	76.7 %	2.2299	8.50 %	
	6	5	–	76.7 %	1.9108	27.64 %	

Cuadro 23: Modelo *benchmark* de la tasa de desempleo

		Coficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
Dentro de muestra	BIC	264.1272	12	–	76.7 %		
	AIC	243.5414	12	–	76.7 %		
	$R^2$	89.3 %	6	–			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
Fuera de Muestra	1	11	–	74.7 %	6.6932	6.58 %	
	2	7	–	82.6 %	9.6785	4.14 %	
	3	7	–	82.6 %	10.0088	1.66 %	
	4	7	–	82.6 %	11.4597	0.19 %	
	5	12	–	76.7 %	10.224	0.45 %	
	6	12	–	76.7 %	11.0009	1.14 %	

Cuadro 24: Modelo *benchmark* del número de ocupados

		Coficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
Dentro de muestra	BIC	113.4716	11	–	78.0 %		
	AIC	94.1406	11	–	78.0 %		
	$R^2$	78.0 %	11	–			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
Fuera de Muestra	1	3	–	65.6 %	1.1786	13.69 %	
	2	12	–	76.4 %	1.8739	0.67 %	
	3	7	–	72.1 %	2.0958	0.00 %	
	4	7	–	72.1 %	1.9164	3.05 %	
	5	7	–	72.1 %	2.073	9.80 %	
	6	7	–	72.1 %	2.1708	17.48 %	

Cuadro 25: Modelo *benchmark* de la UF

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
Dentro de muestra	BIC	124.0798	12	–	88.0 %		
	AIC	103.4941	12	–	88.0 %		
	$R^2$	88.0 %	12	–			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
Fuera de Muestra	1	5	–	85.3 %	1.0987	0.01 %	
	2	9	–	85.5 %	1.2362	0.41 %	
	3	9	–	85.5 %	1.5162	2.26 %	
	4	12	–	88.0 %	1.7995	5.91 %	
	5	12	–	88.0 %	1.8315	6.44 %	
	6	12	–	88.0 %	1.7628	11.47 %	

Cuadro 26: Modelo *benchmark* del IPC

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
Dentro de muestra	BIC	12	103.9096	–	92.8 %		
	AIC	12	83.3239	–	92.8 %		
	$R^2$	12	92.8 %	–			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
Fuera de Muestra	1	6	–	88.9 %	0.7901	0.05 %	
	2	9	–	89.4 %	1.0386	1.27 %	
	3	9	–	89.4 %	1.3325	4.48 %	
	4	12	–	92.8 %	1.6834	9.16 %	
	5	12	–	92.8 %	1.806	9.30 %	
	6	12	–	92.8 %	1.8272	13.62 %	

## 11. Anexo 2

### Modelos de proyección del PIB

Cuadro 27: Modelo de proyección del PIB utilizando el total de las HH

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	158.761	8	1	75.4 %		
	<b>AIC</b>	135.357	12	2	74.1 %		
	$R^2$	76.9 %	6	2			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	1	7	1	73.2 %	1.5369	0.42 %	
	2	11	1	72.3 %	1.9102	1.08 %	
	3	3	1	73.6 %	1.8792	0.76 %	
	4	1	1	63.5 %	2.3612	1.84 %	
	5	3	1	73.6 %	2.1639	6.26 %	
	6	1	1	63.5 %	1.8695	23.26 %	

Cuadro 28: Modelos de proyección del PIB utilizando las HH pre inversionales

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	131.846	1	11	87.3 %		
	<b>AIC</b>	106.577	12	11	87.6 %		
	$R^2$	87.7 %	5	11			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	6	1	75.0 %	1.4973	0.08 %	
	2	5	1	75.6 %	1.8895	0.03 %	
	3	5	1	75.6 %	1.8512	1.38 %	
	4	1	1	64.0 %	2.2726	1.05 %	
	5	5	1	75.6 %	2.1359	1.88 %	
	6	1	1	64.0 %	1.7922	19.88 %	

Cuadro 29: Modelos de proyección del PIB utilizando las HH en ingeniería de detalle

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	152.805	12	1	77.0 %		
	<b>AIC</b>	130.635	12	1	77.0 %		
	$R^2$	77.9 %	6	2			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	7	8	74.7 %	1.575	0.92 %	
	2	3	1	73.5 %	1.9468	0.13 %	
	3	3	2	72.9 %	1.92	1.57 %	
	4	9	7	72.7 %	2.8085	5.08 %	
	5	3	1	73.5 %	2.2321	7.64 %	
	6	1	1	63.6 %	1.9165	25.21 %	



Cuadro 30: Modelos de proyección del PIB utilizando las HH en gestión de la construcción e inspecciones

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	155.834	8	1	77.1 %		
	<b>AIC</b>	135.045	2	12	74.3 %		
	$R^2$	77.6 %	6	8			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	6	6	74.2 %	1.4499	0.24 %
		2	5	1	75.6 %	1.9181	0.41 %
		3	5	1	75.6 %	1.8793	1.51 %
		4	9	7	72.5 %	2.7478	2.41 %
		5	5	1	75.6 %	2.1159	8.50 %
		6	1	1	63.2 %	1.7671	24.21 %

Cuadro 31: Modelos de proyección del PIB utilizando la suma de las HH en ingeniería de detalle y gestión de la construcción e inspecciones

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	158.851	8	1	75.3 %		
	<b>AIC</b>	136.812	12	2	73.0 %		
	$R^2$	76.1 %	2	4			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	7	1	73.1 %	1.5214	0.59 %
		2	11	1	72.2 %	1.8785	1.54 %
		3	3	1	73.6 %	1.8691	0.67 %
		4	9	7	70.6 %	2.8013	4.04 %
		5	3	1	73.6 %	2.1764	5.90 %
		6	1	1	63.3 %	1.8283	24.80 %

Cuadro 32: Modelos de proyección del PIB utilizando las HH en minería

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	146.444	2	11	75.1 %		
	<b>AIC</b>	118.559	7	12	77.2 %		
	$R^2$	79.7 %	7	9			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	6	1	75.9 %	1.4826	0.02 %	
	2	5	1	76.8 %	1.8454	0.05 %	
	3	5	1	76.8 %	1.7824	0.54 %	
	4	9	7	76.8 %	2.7488	0.61 %	
	5	5	12	74.4 %	1.957	7.17 %	
	6	5	1	76.8 %	1.6271	31.87 %	

Cuadro 33: Modelos de proyección del PIB utilizando la sumas de las HH en minería e infraestructura general

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	150.566	2	11	71.8 %		
	<b>AIC</b>	118.551	12	12	71.5 %		
	$R^2$	76.2 %	8	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	6	1	75.1 %	1.4957	0.06 %	
	2	5	1	75.7 %	1.8716	0.03 %	
	3	5	1	75.7 %	1.8401	1.29 %	
	4	5	1	75.7 %	2.3193	3.41 %	
	5	5	1	75.7 %	2.0718	8.41 %	
	6	5	1	75.7 %	1.7428	32.32 %	

Cuadro 34: Modelos de proyección del PIB utilizando la suma de las HH en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	143.218	5	11	80.5 %		
	<b>AIC</b>	117.269	5	12	78.8 %		
	$R^2$	84.1 %	5	2			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	<b>RMSFE</b>	<b>BP</b>	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	2	4	77.0 %	1.5583	0.85 %
		2	3	1	76.7 %	1.9032	1.99 %
		3	3	1	76.7 %	1.9323	5.92 %
		4	9	7	78.3 %	2.8799	12.00 %
		5	1	5	74.2 %	2.3935	15.32 %
		6	1	5	74.2 %	2.1193	13.36 %

Cuadro 35: Modelos de proyección del PIB utilizando la suma de las HH en edificación urbana e infraestructura industrial

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	122.224	5	12	89.1 %		
	<b>AIC</b>	95.7801	11	12	87.0 %		
	$R^2$	89.1 %	5	12			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	<b>RMSFE</b>	<b>BP</b>	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	6	1	75.3 %	1.4714	0.69 %
		2	11	1	72.0 %	1.8454	184.54 %
		3	5	1	75.5 %	1.8801	1.29 %
		4	5	1	75.5 %	2.3513	3.40 %
		5	5	1	75.5 %	2.109	8.13 %
		6	5	1	75.5 %	1.7647	31.28 %

## Modelos de proyección de la FBCF

Cuadro 36: Modelos de proyección de la FBCF utilizando el total de las HH

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
Dentro de muestra	BIC	232.048	12	3	88.4 %		
	AIC	205.683	12	12	87.6 %		
	$R^2$	88.4 %	12	3			
Periodos		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
Fuera de Muestra	1	9	2	82.9 %	5.6703	2.38 %	
	2	10	1	83.5 %	7.2465	2.83 %	
	3	6	2	85.0 %	6.0858	4.24 %	
	4	6	12	81.7 %	9.4872	18.08 %	
	5	6	12	81.7 %	10.1881	20.97 %	
	6	6	12	81.7 %	7.7873	45.87 %	

Cuadro 37: Modelos de proyección de la FBCF utilizando las HH pre inversionales

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	230.684	12	3	88.9 %		
	<b>AIC</b>	202.637	12	9	89.4 %		
	$R^2$	91.9 %	5	5			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	11	2	85.5 %	5.4726	11.39 %	
	2	11	2	85.5 %	6.1416	10.85 %	
	3	7	1	84.6 %	5.5285	13.01 %	
	4	9	7	88.7 %	9.4384	3.47 %	
	5	12	8	88.4 %	9.2242	8.53 %	
	6	1	6	75.5 %	8.5428	7.98 %	

Cuadro 38: Modelos de proyección de la FBCF utilizando las HH en ingeniería de detalle

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	240.765	12	2	84.5 %		
	<b>AIC</b>	212.261	11	12	85.6 %		
	$R^2$	86.5 %	5	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	9	1	83.4 %	6.0442	3.60 %	
	2	10	4	84.4 %	7.3203	6.66 %	
	3	2	1	81.7 %	6.5207	0.18 %	
	4	9	7	81.0 %	9.9594	7.31 %	
	5	9	4	83.0 %	10.5477	11.22 %	
	6	6	12	79.6 %	8.8858	29.08 %	

Cuadro 39: Modelos de proyección de la FBCF utilizando las HH en gestión de la construcción e inspecciones

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	239.375	12	2	85.1 %		
	<b>AIC</b>	214.202	12	4	85.8 %		
	$R^2$	87.7 %	6	3			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	12	1	82.1 %	5.6605	3.97 %	
	2	10	2	85.2 %	7.3536	0.54 %	
	3	6	2	87.7 %	6.3723	2.79 %	
	4	9	7	85.3 %	11.7976	2.83 %	
	5	5	2	87.1 %	10.4152	8.01 %	
	6	6	2	87.7 %	9.1952	0.00 %	

Cuadro 40: Modelos de proyección de la FBCF utilizando la suma de las HH en ingeniería de detalle y gestión de la construcción e inspecciones

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	238.66	12	3	86.1 %		
	<b>AIC</b>	213.323	12	3	86.1 %		
	$R^2$	86.4 %	5	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	9	1	83.4 %	5.8427	2.79 %	
	2	10	1	83.5 %	7.5149	4.05 %	
	3	6	12	79.8 %	6.1805	2.48 %	
	4	9	7	81.6 %	10.4226	5.89 %	
	5	6	12	80.0 %	9.6402	1.99 %	
	6	6	12	80.0 %	7.2202	21.94 %	

Cuadro 41: Modelos de proyección de la FBCF utilizando las HH en minería

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	183.16	11	12	95.8 %		
	<b>AIC</b>	147.982	11	12	95.8 %		
	$R^2$	95.8 %	11	12			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	9	5	85.8 %	5.2913	0.16 %	
	2	12	8	82.2 %	6.3292	2.06 %	
	3	6	3	84.0 %	5.6786	3.60 %	
	4	9	7	85.5 %	9.091	7.29 %	
	5	12	7	83.2 %	9.1963	12.41 %	
	6	4	12	80.9 %	8.2908	29.42 %	

Cuadro 42: Modelos de proyección de la FBCF utilizando la suma de las HH en minería e infraestructura general

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	197.366	12	12	93.3 %		
	<b>AIC</b>	160.722	12	12	93.3 %		
	$R^2$	93.3 %	12	12			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	11	1	83.7 %	5.376	2.43 %	
	2	11	1	83.7 %	7.0377	1.99 %	
	3	6	2	85.8 %	5.8024	4.08 %	
	4	12	1	83.1 %	9.0355	6.23 %	
	5	1	12	62.6 %	10.0191	8.26 %	
	6	5	12	84.7 %	8.0858	42.96 %	

Cuadro 43: Modelos de proyección de la FBCF utilizando la suma de las HH en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	212.816	12	12	89.1 %		
	<b>AIC</b>	176.173	12	12	89.1 %		
	$R^2$	89.1 %	12	11			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	9	2	86.3 %	5.6334	6.33 %
		2	9	2	86.3 %	7.915	4.61 %
		3	6	5	83.4 %	7.0811	7.72 %
		4	9	7	83.9 %	10.7071	14.55 %
		5	12	12	84.4 %	11.3077	15.09 %
		6	4	1	83.9 %	10.4091	18.11 %

Cuadro 44: Modelos de proyección de la FBCF y la suma de las HH en edificación urbana e infraestructura industrial

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	215.217	8	12	90.9 %		
	<b>AIC</b>	184.436	8	12	90.9 %		
	$R^2$	90.9 %	8	10			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	9	5	82.0 %	5.4978	4.07 %
		2	10	2	83.1 %	7.3919	4.44 %
		3	5	1	86.4 %	6.5067	5.16 %
		4	9	7	86.6 %	12.1394	1.45 %
		5	5	3	82.0 %	10.5704	10.55 %
		6	5	4	81.1 %	9.3065	22.18 %



## Modelos de proyección del IMACEC

Cuadro 45: Modelos de proyección del IMACEC utilizando el total de las HH

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	154.1376	10	2	79.2 %		
	<b>AIC</b>	132.4702	12	5	77.2 %		
	$R^2$	81.7 %	6	7			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	12	1	75.6 %	1.516	0.63 %	
	1	4	1	74.6 %	1.9392	0.44 %	
	2	4	1	74.6 %	1.8594	2.32 %	
	3	1	1	64.4 %	2.3774	1.69 %	
	4	3	1	72.7 %	2.2239	5.52 %	
	5	1	1	64.4 %	1.9378	21.38 %	

Cuadro 46: Modelos de proyección del IMACEC utilizando las HH pre inversionales

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	124.6036	1	12	89.9 %		
	<b>AIC</b>	100.6099	6	12	90.6 %		
	$R^2$	90.6 %	6	12			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	10	8	86.6 %	1.4716	0.10 %	
	2	1	1	64.2 %	1.8719	0.62 %	
	3	5	1	76.0 %	1.8728	1.68 %	
	4	1	1	64.2 %	2.308	1.07 %	
	5	4	1	75.0 %	2.2224	10.45 %	
	6	1	1	64.2 %	1.8358	20.04 %	

Cuadro 47: Modelos de proyección del IMACEC utilizando las HH en ingeniería de detalle

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	149.8186	10	1	80.4 %		
	<b>AIC</b>	126.1657	11	3	81.8 %		
	$R^2$	82.5 %	6	4			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	10	12	75.0 %	1.5395	0.88 %	
	2	3	1	72.7 %	2.0028	0.11 %	
	3	2	2	71.6 %	0.7161	0.38 %	
	4	9	7	79.0 %	3.0121	4.27 %	
	5	2	1	71.6 %	2.2919	5.17 %	
	6	1	1	64.6 %	0.6463	23.47 %	

Cuadro 48: Modelos de proyección del IMACEC utilizando las HH en gestión de la construcción e inspecciones

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	150.7338	2	10	81.0 %		
	<b>AIC</b>	120.1584	9	12	81.0 %		
	$R^2$	85.5 %	9	10			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	5	5	76.4 %	1.4534	0.03 %	
	2	1	1	64.1 %	1.8747	0.42 %	
	3	4	1	75.4 %	1.8787	1.55 %	
	4	9	7	79.0 %	2.8422	2.33 %	
	5	5	4	75.2 %	2.1774	9.60 %	
	6	5	4	75.2 %	1.7831	33.20 %	

Cuadro 49: Modelos de proyección del IMACEC utilizando la suma de las HH en ingeniería de detalle y gestión de la construcción e inspecciones

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	153.8193	10	1	78.2 %		
	<b>AIC</b>	131.6869	11	12	76.0 %		
	$R^2$	80.5 %	6	8			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	12	1	76.0 %	1.517	2.12 %	
	2	1	1	64.3 %	1.9084	0.14 %	
	3	2	7	66.7 %	1.8741	4.07 %	
	4	9	7	77.9 %	3.0361	3.44 %	
	5	3	1	72.6 %	2.2484	5.53 %	
	6	1	1	64.3 %	1.917	23.01 %	

Cuadro 50: Modelos de proyección del IMACEC utilizando las HH en minería

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	142.3314	12	12	81.5 %		
	<b>AIC</b>	105.688	12	12	81.5 %		
	$R^2$	83.7 %	12	10			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	5	1	77.4 %	1.4776	0.38 %	
	2	1	1	67.3 %	1.8785	0.00 %	
	3	4	7	74.1 %	1.7194	0.38 %	
	4	9	7	80.2 %	2.7052	1.42 %	
	5	5	1	77.4 %	2.0804	6.72 %	
	6	5	1	77.4 %	1.7237	27.02 %	

Cuadro 51: Modelos de proyección del IMACEC utilizando la suma de las HH en minería e infraestructura general

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	143.8442	2	12	76.4 %		
	<b>AIC</b>	121.1681	12	12	70.0 %		
	$R^2$	79.8 %	9	6			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	5	1	76.1 %	1.4896	0.00 %	
	2	1	1	67.1 %	1.9051	0.24 %	
	3	4	1	76.1 %	2.2271	30.66 %	
	4	9	7	78.3 %	3.0723	2.66 %	
	5	4	1	72.3 %	2.1745	7.84 %	
	6	1	7	66.3 %	1.8507	28.66 %	

Cuadro 52: Modelos de proyección del IMACEC utilizando la suma de las HH en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía.

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	129.5439	12	12	87.6 %		
	<b>AIC</b>	92.9005	12	12	87.6 %		
	$R^2$	87.8 %	12	11			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	4	1	73.7 %	1.5733	1.31 %	
	2	1	4	74.1 %	1.8829	0.93 %	
	3	4	1	73.7 %	1.9239	4.76 %	
	4	9	7	82.0 %	3.0433	9.02 %	
	5	2	4	76.1 %	2.4113	13.03 %	
	6	4	1	73.7 %	2.1941	34.47 %	

Cuadro 53: Modelos de proyección del IMACEC utilizando la suma de las HH en edificación urbana e infraestructura general.

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	109.1856	12	12	93.4 %		
	<b>AIC</b>	72.5422	12	12	93.4 %		
	$R^2$	93.4 %	12	12			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	12	1	75.5 %	1.4335	0.89 %	
	2	1	5	71.1 %	1.857	0.06 %	
	3	4	1	71.9 %	1.8431	2.68 %	
	4	1	1	67.3 %	2.3636	4.62 %	
	5	5	1	76.1 %	2.2226	8.09 %	
	6	5	1	76.1 %	1.8878	27.24 %	

## Modelos de proyección la tasa de desempleo

Cuadro 54: Modelos de proyección de la tasa de desempleo utilizando el total de las HH

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	267.4279	12	1	75.8 %		
	<b>AIC</b>	245.2586	12	1	75.8 %		
	$R^2$	89.2 %	3	5			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	11	5	72.2 %	5.849	9.53 %	
	1	12	11	61.9 %	9.2156	0.28 %	
	2	12	11	61.9 %	9.6638	0.06 %	
	3	12	11	61.9 %	10.5158	0.12 %	
	4	12	3	74.3 %	10.1407	0.11 %	
	5	2	7	77.0 %	9.9903	0.02 %	

Cuadro 55: Modelos de proyección de la tasa de desempleo utilizando las HH pre inversionales

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	250.9181	3	12	86.2 %		
	<b>AIC</b>	218.4082	10	12	88.2 %		
	$R^2$	89.0 %	6	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	11	1	73.7 %	6.6307	6.71 %	
	2	7	1	82.1 %	9.681	4.09 %	
	3	7	3	81.2 %	9.8959	1.69 %	
	4	8	11	81.2 %	10.0604	4.36 %	
	5	7	3	81.2 %	10.1268	0.51 %	
	6	2	7	77.2 %	10.1585	0.01 %	

Cuadro 56: Modelos de proyección de la tasa de desempleo utilizando las HH en ingeniería de detalle

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	267.6937	12	1	75.6 %		
	<b>AIC</b>	240.1548	6	12	79.4 %		
	$R^2$	89.3 %	6	5			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	10	4	73.0 %	6.1009	6.90 %	
	2	2	8	71.1 %	8.3532	16.12 %	
	3	7	6	81.8 %	9.2872	4.27 %	
	4	5	8	70.7 %	10.4503	0.18 %	
	5	7	5	82.4 %	10.1375	0.27 %	
	6	1	7	61.8 %	10.6204	0.00 %	

Cuadro 57: Modelos de proyección de la tasa de desocupados utilizando las HH en gestión de la construcción e inspecciones

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	266.749	12	1	76.3 %		
	<b>AIC</b>	241.1589	5	12	78.9 %		
	$R^2$	89.0 %	6	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	5	11	77.2 %	6.2386	0.22 %	
	2	6	11	77.4 %	9.2107	0.18 %	
	3	6	7	81.0 %	9.9537	0.02 %	
	4	9	7	74.2 %	12.0082	3.19 %	
	5	12	2	75.7 %	10.2961	3.02 %	
	6	1	8	54.7 %	9.8341	1.78 %	

Cuadro 58: Modelos de proyección de la tasa de desempleo utilizando la suma de las HH en ingeniería de detalle y gestión de la construcción e inspecciones

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	267.5414	12	1	75.73 %		
	<b>AIC</b>	245.3722	12	1	75.73 %		
	$R^2$	89.0 %	6	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	11	5	71.2 %	5.9345	13.58 %	
	2	12	10	69.3 %	7.5494	7.13 %	
	3	12	10	69.3 %	8.1037	2.32 %	
	4	12	10	69.3 %	9.2453	0.02 %	
	5	12	11	66.7 %	8.46	1.88 %	
	6	12	11	66.7 %	9.8518	0.08 %	



Cuadro 59: modelos de proyección de la tasa de desempleo utilizando las HH en minería

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	237.5179	7	12	83.6 %		
	<b>AIC</b>	208.2032	7	12	83.6 %		
	$R^2$	89.5 %	6	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	11	4	73.6 %	6.5227	16.44 %	
	2	7	4	77.0 %	9.7535	8.30 %	
	3	7	1	83.1 %	10.0509	4.86 %	
	4	5	8	72.2 %	10.9999	1.40 %	
	5	7	3	82.6 %	9.8043	0.65 %	
	6	2	3	79.6 %	10.114	1.21 %	

Cuadro 60: Modelos de proyección de la tasa de desempleo utilizando la suma de las HH en minería e infraestructura general

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	246.9646	7	12	78.0 %		
	<b>AIC</b>	217.6499	7	12	78.0 %		
	$R^2$	89.3 %	6	2			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	12	5	74.5 %	6.4689	21.87 %	
	2	12	8	72.3 %	9.0487	8.32 %	
	3	7	1	82.5 %	10.1154	3.70 %	
	4	9	7	75.0 %	12.4928	2.21 %	
	5	5	11	69.6 %	10.0223	0.01 %	
	6	5	11	69.6 %	10.07	0.11 %	

Cuadro 61: Modelos de proyección de la tasa de desempleo utilizando la suma de las HH en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	208.6472	11	12	93.5 %		
	<b>AIC</b>	173.4695	11	12	93.5 %		
	$R^2$	93.5 %	11	12			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	11	4	74.0 %	6.1924	0.72 %	
	2	2	3	78.5 %	9.3048	5.67 %	
	3	7	3	83.3 %	10.0113	0.00 %	
	4	2	3	78.5 %	11.3386	0.15 %	
	5	7	3	83.3 %	10.4519	5.07 %	
	6	7	12	90.9 %	10.4377	2.12 %	

Cuadro 62: Modelos de proyección de la tasa de desempleo utilizando la suma de las HH en edificación urbana e infraestructura industrial

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	217.8703	12	12	91.2 %		
	<b>AIC</b>	181.2269	12	12	91.2 %		
	$R^2$	91.2 %	12	12			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	6	6	81.0 %	6.4559	9.99 %	
	2	2	2	85.9 %	9.0402	7.32 %	
	3	7	1	82.3 %	10.0115	1.20 %	
	4	1	3	65.2 %	10.9181	4.44 %	
	5	12	1	76.0 %	10.2421	0.51 %	
	6	1	3	65.2 %	10.7892	0.01 %	

## Modelos de proyección del número de ocupados

Cuadro 63: Modelos de proyección del número de ocupados utilizando el total de las HH

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	116.9669	11	1	77.1 %		
	<b>AIC</b>	96.025	11	1	77.1 %		
	$R^2$	77.1 %	11	1			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	8	11	58.7 %	1.2389	12.16 %
		2	5	12	55.5 %	1.7803	0.37 %
		3	5	12	55.5 %	1.9132	0.25 %
		4	5	12	55.5 %	1.81	5.93 %
		5	3	7	59.1 %	1.9879	3.32 %
		6	5	7	67.0 %	2.0963	19.44 %

Cuadro 64: Modelos de proyección del número de ocupados utilizando las HH pre inversionales

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	113.1713	11	12	85.9 %		
	<b>AIC</b>	75.1668	11	12	85.9 %		
	$R^2$	85.9 %	11	12			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	5	4	77.1 %	1.2342	3.16 %	
	2	12	4	76.8 %	1.7689	0.84 %	
	3	6	12	76.3 %	1.8213	0.66 %	
	4	6	12	76.3 %	1.6325	2.76 %	
	5	6	12	76.3 %	1.7819	8.73 %	
	6	7	5	73.7 %	1.9137	20.74 %	

Cuadro 65: Modelos de proyección del número de ocupados utilizando las HH en ingeniería de detalle

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	116.6967	11	1	77.3 %		
	<b>AIC</b>	95.7547	11	1	77.3 %		
	$R^2$	77.3 %	11	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	10	6	67.8 %	1.2061	3.58 %	
	2	12	1	75.6 %	1.8666	0.33 %	
	3	5	12	58.0 %	1.9744	1.67 %	
	4	5	12	58.0 %	1.6817	0.57 %	
	5	5	12	58.0 %	1.7481	6.60 %	
	6	5	12	58.0 %	1.8642	15.14 %	

Cuadro 66: Modelos de proyección del número de ocupados y las HH en gestión de la construcción e inspecciones

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	116.1919	9	12	83.9 %		
	<b>AIC</b>	81.3545	9	12	83.9 %		
	$R^2$	83.9 %	9	12			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	10	1	72.1 %	1.3053	2.89 %	
	2	12	1	75.3 %	1.8745	0.68 %	
	3	7	1	71.2 %	2.0955	0.01 %	
	4	7	5	75.0 %	1.8989	0.13 %	
	5	7	5	75.0 %	1.97	3.85 %	
	6	7	5	75.0 %	1.9733	10.89 %	

Cuadro 67: Modelos de proyección del número de ocupados utilizando la suma de las HH en ingeniería de detalle y gestión de la construcción e inspecciones

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	116.8855	11	1	77.2 %		
	<b>AIC</b>	95.9436	11	1	77.2 %		
	$R^2$	77.2 %	11	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	10	1	72.1 %	1.3175	3.32 %	
	2	12	1	75.6 %	1.8522	0.27 %	
	3	5	11	60.1 %	1.97	3.03 %	
	4	4	11	55.0 %	1.6985	5.12 %	
	5	4	12	51.5 %	1.647	1.32 %	
	6	4	12	51.5 %	1.7537	0.15 %	

Cuadro 68: Modelos de proyección del número de ocupados utilizando las HH en minería

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	111.112	6	12	75.7 %		
	<b>AIC</b>	83.263	6	12	75.7 %		
	$R^2$	78.5 %	11	2			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	10	7	73.0 %	1.3295	1.47 %	
	2	12	1	76.0 %	1.9208	1.41 %	
	3	5	3	71.2 %	2.1028	0.10 %	
	4	5	3	71.2 %	1.8347	2.33 %	
	5	5	3	71.2 %	1.8936	9.92 %	
	6	5	3	71.2 %	1.9554	19.30 %	

Cuadro 69: Modelos de proyección del número de ocupados utilizando la suma de las HH en minería e infraestructura general

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	116.9835	11	1	77.1 %		
	<b>AIC</b>	90.3364	12	12	61.3 %		
	$R^2$	77.1 %	11	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	10	1	72.0 %	1.3145	2.74 %	
	2	12	9	62.1 %	1.8289	0.43 %	
	3	7	1	71.2 %	2.0831	0.00 %	
	4	5	3	71.6 %	1.8195	3.37 %	
	5	5	3	49.0 %	2.1616	15.13 %	
	6	5	3	71.6 %	1.9519	21.99 %	

Cuadro 70: Modelos de proyección del número de ocupados utilizando la suma de las HH en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	84.8748	12	12	89.6 %		
	<b>AIC</b>	48.2314	12	12	89.6 %		
	$R^2$	89.6 %	12	12			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	6	1	74.3 %	1.4121	0.52 %	
	2	8	9	76.4 %	1.815	0.07 %	
	3	5	9	75.7 %	1.8156	7.94 %	
	4	5	10	74.0 %	1.6679	22.82 %	
	5	5	12	81.0 %	1.7882	17.21 %	
	6	5	12	81.0 %	1.8101	27.50 %	

Cuadro 71: Modelos de proyección del número de ocupados utilizando la sumas de las HH en edificación urbana e infraestructura industrial

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	93.793	9	10	86.6 %		
	<b>AIC</b>	63.2057	12	11	85.6 %		
	$R^2$	87.4 %	8	9			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	10	1	73.9 %	1.4312	1.33 %	
	2	12	3	75.5 %	1.8954	0.46 %	
	3	5	9	78.7 %	2.0419	1.85 %	
	4	5	10	77.9 %	1.7174	0.05 %	
	5	5	10	77.9 %	1.7648	1.58 %	
	6	5	10	77.9 %	1.8656	5.29 %	

## Modelos de proyección de la UF

Cuadro 72: Modelos de proyección de la UF utilizando el total de las HH

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	124.3502	12	1	89%		
	<b>AIC</b>	99.258	12	3	90%		
	$R^2$	90%	12	3			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	10	1	87.9%	1.2337	1.26%
		2	2	4	83.5%	1.3096	2.16%
		3	11	2	87.0%	1.4961	6.65%
		4	11	3	87.8%	1.7849	4.37%
		5	12	3	89.7%	1.805	7.65%
		6	12	5	89.4%	1.7292	12.87%



Cuadro 73: Modelos de proyección de la UF utilizando las HH pre inversionales

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	122.0682	12	1	89.3 %		
	<b>AIC</b>	97.5195	9	12	89.9 %		
	$R^2$	90.1 %	9	11			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	6	4	84.0 %	1.0277	0.03 %	
	2	1	9	73.9 %	1.1707	9.50 %	
	3	1	10	75.7 %	1.3976	2.75 %	
	4	1	10	75.7 %	1.6205	3.19 %	
	5	12	2	88.8 %	1.6803	2.17 %	
	6	12	4	87.8 %	1.7154	10.75 %	

Cuadro 74: Modelos de proyección de la UF utilizando las HH en ingeniería de detalle

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	127.4502	12	1	87.6 %		
	<b>AIC</b>	101.5937	10	12	88.5 %		
	$R^2$	89.1 %	10	8			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	10	2	87.2 %	1.2238	1.34 %	
	2	9	2	85.2 %	1.1974	0.19 %	
	3	11	3	86.3 %	1.4207	0.63 %	
	4	9	7	83.8 %	1.8735	0.70 %	
	5	12	3	87.3 %	1.7543	3.28 %	
	6	12	3	87.3 %	1.6516	7.19 %	

Cuadro 75: Modelos de proyección de la UF utilizando las HH en gestión de la construcción e inspecciones

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	122.3044	10	11	92.9 %		
	<b>AIC</b>	86.8642	10	11	92.9 %		
	$R^2$	92.9 %	10	11			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	5	4	84.5 %	1.0527	0.01 %
		2	5	4	84.5 %	1.2782	1.85 %
		3	11	2	87.3 %	1.4891	5.88 %
		4	9	7	86.0 %	1.84	3.24 %
		5	12	3	88.4 %	1.7838	7.06 %
		6	12	5	88.7 %	1.715	11.02 %

Cuadro 76: Modelos de proyección de la UF utilizando la suma de las HH en ingeniería de detalle y gestión de la construcción e inspecciones

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	126.6401	12	1	87.8 %		
	<b>AIC</b>	104.2207	12	3	88.1 %		
	$R^2$	88.1 %	12	3			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	7	2	84.1 %	1.1065	0.04 %
		2	2	3	83.5 %	1.3022	1.97 %
		3	10	3	86.7 %	1.496	5.56 %
		4	9	7	82.2 %	1.9295	3.99 %
		5	12	3	88.1 %	1.7672	4.70 %
		6	12	3	88.1 %	1.6773	10.07 %

Cuadro 77: Modelos de proyección de la UF utilizando las HH en minería

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$			
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	117.7156	2	10	88.8 %			
	<b>AIC</b>	93.3954	11	12	88.8 %			
	$R^2$	89.4 %	9	10				
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	<b>RMSFE</b>	<b>BP</b>		
<b>Fuera de Muestra</b>	<b>Periodos</b>	1	5	1	84.9 %	1.0991	0.02 %	
		2	10	3	86.4 %	1.3122	2.21 %	
		3	11	2	86.3 %	1.4964	4.43 %	
		4	12	2	87.7 %	1.7719	5.91 %	
		5	12	2	87.7 %	1.7645	6.54 %	
		6	12	3	87.2 %	1.7095	10.33 %	

Cuadro 78: Modelos de proyección de la U utilizando las suma de las HH en minería e infraestructura general

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$			
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	115.6826	3	11	89.9 %			
	<b>AIC</b>	93.235	3	11	89.9 %			
	$R^2$	89.9 %	3	11				
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	<b>RMSFE</b>	<b>BP</b>		
<b>Fuera de Muestra</b>	<b>Periodos</b>	1	5	1	85.1 %	1.0995	0.03 %	
		2	5	1	85.1 %	1.324	1.82 %	
		3	10	1	87.6 %	1.5385	6.16 %	
		4	12	3	87.4 %	1.7798	5.87 %	
		5	12	3	87.4 %	1.8445	5.56 %	
		6	12	3	87.4 %	1.8912	8.39 %	

Cuadro 79: Modelos de proyección la UF utilizando la suma de las HH en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	111.5903	4	12	91.3 %		
	<b>AIC</b>	86.6728	4	12	91.3 %		
	$R^2$	91.3 %	12	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	5	2	87.8 %	0.9958	1.77 %	
	2	5	2	87.8 %	1.1578	0.14 %	
	3	2	8	86.1 %	1.4973	9.23 %	
	4	10	2	90.9 %	1.7266	5.75 %	
	5	11	2	90.8 %	1.7895	9.86 %	
	6	11	2	90.8 %	1.8233	14.43 %	

Cuadro 80: Modelos de proyección de la UF utilizando la suma de las HH en edificación urbana e infraestructura industrial

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	117.3944	2	9	88.9 %		
	<b>AIC</b>	85.501	11	12	89.8 %		
	$R^2$	90.4 %	9	9			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	5	1	85.4 %	1.1093	0.67 %	
	2	2	5	86.0 %	1.2468	0.09 %	
	3	5	8	87.2 %	1.3553	1.40 %	
	4	9	1	87.3 %	1.5939	0.55 %	
	5	9	1	87.3 %	1.6367	0.31 %	
	6	12	1	87.8 %	1.5787	3.28 %	

## Modelos de proyección del IPC

Cuadro 81: Modelos de proyección del IPC utilizando el total de las HH

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	102.2019	12	3	94.1 %		
	<b>AIC</b>	71.5428	12	10	94.7 %		
	$R^2$	94.7 %	12	10			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	5	1	88.8 %	0.8014	0.00 %
		2	5	3	88.6 %	1.1605	1.29 %
		3	11	3	91.5 %	1.2797	5.69 %
		4	11	3	91.5 %	1.5802	6.85 %
		5	12	5	93.7 %	1.6853	2.43 %
		6	11	5	91.4 %	1.7243	10.71 %

Cuadro 82: Modelos de proyección del IPC utilizando las HH pre inversionales

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	103.4265	12	1	93.8 %		
	<b>AIC</b>	76.7293	12	11	93.3 %		
	$R^2$	93.9 %	10	11			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	6	4	87.9 %	0.7482	0.18 %	
	2	1	9	77.2 %	1.0415	10.25 %	
	3	1	10	78.0 %	1.2364	4.36 %	
	4	1	10	78.0 %	1.4438	5.32 %	
	5	10	10	92.3 %	1.573	9.48 %	
	6	10	11	93.9 %	1.7022	1.50 %	

Cuadro 83: Modelos de proyección del IPC utilizando las HH en ingeniería de detalle

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	107.2775	12	1	92.5 %		
	<b>AIC</b>	84.3331	12	11	92.3 %		
	$R^2$	92.6 %	12	1			
		Periodos	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP
<b>Fuera de Muestra</b>	1	6	2	88.5 %	0.7725	1.13 %	
	2	9	3	88.6 %	0.9848	2.03 %	
	3	9	3	88.6 %	1.2395	0.33 %	
	4	9	7	88.9 %	1.8778	2.01 %	
	5	10	2	91.4 %	1.7116	4.38 %	
	6	12	3	92.3 %	0.9226	10.95 %	

Cuadro 84: Modelos de proyección del IPC utilizando las HH en gestión de la construcción e inspecciones

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	103.7602	12	1	93.2 %		
	<b>AIC</b>	76.7292	10	11	94.3 %		
	$R^2$	94.3 %	10	11			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	5	1	89.3 %	0.7709	0.01 %
		2	10	1	92.2 %	1.0605	4.32 %
		3	10	2	91.9 %	1.3007	9.59 %
		4	9	7	89.4 %	1.6612	6.24 %
		5	12	8	92.1 %	1.6168	9.46 %
		6	12	8	92.1 %	1.6043	14.76 %

Cuadro 85: Modelos de proyección del IPC utilizando la suma de la de las HH en ingeniería de detalle y gestión de la construcción e inspecciones

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	106.0468	12	1	92.8 %		
	<b>AIC</b>	83.406	12	3	93.0 %		
	$R^2$	93.0 %	12	3			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	6	2	88.5 %	0.7868	0.00 %
		2	5	3	88.3 %	1.0792	0.00 %
		3	11	3	90.8 %	1.2799	3.83 %
		4	9	7	87.4 %	1.8447	6.19 %
		5	12	3	93.0 %	1.7029	9.43 %
		6	12	3	93.0 %	1.7275	14.40 %

Cuadro 86: Modelos de proyección del IPC utilizando las HH en minería

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$			
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	101.7246	2	12	92.6 %			
	<b>AIC</b>	71.0149	12	12	92.7 %			
	$R^2$	93.2 %	9	12				
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	<b>RMSFE</b>	<b>BP</b>		
<b>Fuera de Muestra</b>	<b>Periodos</b>	1	5	1	88.8 %	0.8013	0.00 %	
		2	5	1	88.8 %	1.0909	2.37 %	
		3	11	2	90.8 %	1.3056	6.19 %	
		4	21	3	92.3 %	1.617	9.43 %	
		5	12	3	92.3 %	1.7133	9.72 %	
		6	12	3	92.3 %	1.7597	13.56 %	

Cuadro 87: Modelos de proyección del IPC utilizando la suma de las HH en minería e infraestructura general

		Coeficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$			
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	102.5329	2	12	92.4 %			
	<b>AIC</b>	67.8473	12	11	94.3 %			
	$R^2$	94.3 %	12	11				
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	<b>RMSFE</b>	<b>BP</b>		
<b>Fuera de Muestra</b>	<b>Periodos</b>	1	5	1	88.9 %	0.8097	0.00 %	
		2	5	1	88.9 %	1.1066	2.51 %	
		3	10	1	91.6 %	1.3559	8.78 %	
		4	12	3	92.7 %	1.6559	9.53 %	
		5	12	3	92.7 %	1.8055	8.66 %	
		6	12	3	92.7 %	1.9318	10.78 %	



Cuadro 88: Modelos de proyección del IPC utilizando la suma de las HH en infraestructura hidráulico-sanitaria y energía

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	100.4225	12	1	93.8 %		
	<b>AIC</b>	100.4225	12	1	93.8 %		
	$R^2$	93.8 %	12	1			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	5	2	90.3 %	0.7339	1.27 %
		2	5	2	90.3 %	0.9656	2.58 %
		3	10	5	93.5 %	1.2661	8.56 %
		4	12	4	92.9 %	1.494	14.47 %
		5	12	4	92.9 %	1.5911	3.70 %
		6	12	4	92.9 %	1.663	5.56 %

Cuadro 89: Modelos de proyección del IPC utilizando la suma de las HH en edificación urbana e infraestructura industrial

		Coefficiente	Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$		
<b>Dentro de muestra</b>	<b>BIC</b>	97.2129	11	12	94.8 %		
	<b>AIC</b>	62.0352	11	12	94.8 %		
	$R^2$	95.1 %	12	11			
		Rezagos AR(p)	Rezagos HH	$R^2$	RMSFE	BP	
<b>Fuera de Muestra</b>	Periodos	1	5	1	89.3 %	0.8211	1.73 %
		2	2	5	91.1 %	1.0037	0.37 %
		3	5	8	91.1 %	1.0991	0.71 %
		4	9	1	90.6 %	1.3844	0.19 %
		5	9	1	90.6 %	1.5388	0.35 %
		6	10	1	91.7 %	1.6166	5.30 %