

Modelo Econométrico del sector de la construcción en Ecuador

Jorge, García-Regalado¹; Cesar, Freire-Quintero²; Henry, Moscoso-Miranda³

Resumen

El trabajo analiza los impulsos-impactos de la inversión en el sector de la construcción en el Ecuador, mediante el uso de un modelo-mecanismo de transmisión de cambios y ajustes de la variable Inversión en este sector, dentro de los aspectos metodológicos utilizados se utilizan modelos Autor regresivos (VAR) y se construyen las funciones de impulso respuesta tanto a nivel agregado como por sector y subsector (obra pública y privada), para lo cual se analizan los componentes del lado de la demanda agregada y los sectores productivos que conforman el PIB de la Construcción. La longitud del análisis de tiempo comprende desde el año 2000 hasta fines del año 2013 y las variables que se utilizan tienen una frecuencia trimestral. Dado que este sector de la Economía Ecuatoriana presenta condiciones especiales en estos últimos años, las políticas destinadas en este sector y contempladas en el marco de la Matriz productiva-Energética son instrumentos muy activos para considerarlos dentro del escenario pronosticado para este sector en los próximos años y sus efectos en la Economía directamente con la generación y calidad de empleo y sus consecuencias.

Palabras Clave: Construcción, Macroeconomía, Producto Interno Bruto, Valor agregado del sector de la Construcción.

Econometric model of the ecuadorian construction sector

Abstract

The paper aims to analyze the impulses and impacts of investment in the construction sector in Ecuador, by using a model of the transmission of changes and adjustments of the investment variable in this sector. Auto-regressive models (VAR) are applied and the functions of impulse response are developed at both aggregate level and sector and sub-sector levels (public and private works). For this reason the components of aggregate demand and production sectors that make up the GDP of construction are analyzed. The period of time under analysis ranges from 2000 to late 2013 and the variables that are used have a quarterly basis. Since the conditions of this sector of the Ecuadorian economy have been marked in recent years, the policies for construction envisaged in the framework of the national production-energy model are very active instruments to be considered within the scenario predicted for this sector in the coming years and they will have direct effects on the economy by generating quality employment and quality which will bring consequences.

Keywords: Construction, Macroeconomics, GDP, Added Value of Construction Sector.

Recibido: 5 de noviembre de 2014

Aceptado: 31 de mayo de 2015

¹ Docente de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador. Doctorando en Doctorate of Business Administration en Centrum. Máster en Econometría. Especialista en Análisis financiero. Director de proyecto de investigación financiado por SINDE. Email: osiris120@hotmail.com

² Docente de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador. Doctorando en Doctorate of Business Administration en Centrum. Máster en Finanzas y proyectos corporativos. Master (c) en Economía y Dirección de Empresas. Participante en proyectos de investigación en SINDE y Director de proyecto de investigación referente a Gobierno Corporativo. Email: freire_cesar@hotmail.com

³Economista. Participante en proyectos de Investigación Financiado por SINDE. Email: hbernardmm@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo enfoca el impacto en los diferentes niveles de la inversión pública en obras de construcción en la Economía Ecuatoriana, considerando el conjunto de precios relativos y los agentes partícipes en este sector de alta importancia y multiplicadora en la Economía Local. La dolarización del año 2000 implicó un profundo cambio en la estructura de precios relativos y la intervención activa, directa por parte del Estado, mediante la Inversión pública en infraestructura física, tuvo consecuencias positivas que se extienden hasta el presente y connotaciones en el largo plazo.

El sector construcción ha demostrado una gran capacidad de adaptación a la nueva situación de la Economía Ecuatoriana, altos índices de activación laboral, movilidad del capital, reactivación productiva sectorial, reactivación industrial, importación de insumos, dinamización del empleo, en fin, múltiples variables cuyas medidas o niveles responden a las expectativas y ejecución de inversiones de este sector y sus múltiples consecuencias en los demás sectores. La sostenida inversión pública a partir del año 2007 tuvo una profunda consecuencia en la estructura de precios relativos de este sector y estas se extienden hasta el presente.

El crecimiento de la inversión privada en construcciones se sustenta no sólo en compras de inversores domésticos sino también por parte de inversores no residentes. El resto de los efectos de oferta (externalidades pecuniarias y no pecuniarias) por mejora en la provisión, calidad y eficiencia de la infraestructura, como la mejora en la calidad de vida o al ahorro de costos empresarios, resultan no completamente cuantificables en forma directa y deberían ser estimados con metodología econométrica.

II. DESARROLLO

1. Marco Teórico

El vertiginoso adelanto de la ciencia informática registrado durante la última década se ha convertido en un excelente complemento para que la técnica de insumo-producto haya podido alcanzar todas sus dimensiones. (Hill et al, 2006) [1]. Aprovechando también los desarrollos logrados en el registro cada vez más exacto de las cuentas nacionales, podemos decir, sin mucho margen de error, que nos encontramos cada vez más cerca del sueño de algún

economista de alimentar un computador con cifras que demuestren la manera como se comportan los diversos agentes económicos de una país ante el dilema diario e ineludible de satisfacer necesidades ilimitadas con recursos escasos. (Johnston y Dinardo, 2005) [2].

La realización de dicho sueño cumpliría un doble propósito: en primer lugar, se busca lograr simular diferentes alternativas de política económica con el propósito de escoger aquella que, a juicio de los encargados de la toma de decisiones, sea la más eficiente. En segundo lugar, se busca poder realizar proyecciones de la economía a largo plazo, también con el propósito de evaluar diferentes alternativas presentes y futuras ante los cuales nos podríamos eventualmente enfrentar. (Judge et al, 2008) [3].

Perspectiva de la valoración

De manera paralela al progreso de la ciencia informática, se ha venido observando, en el campo de la economía positiva, el adelanto de dos de las principales herramientas con que se cuenta para el ejercicio de labores relacionadas con la investigación empírica: la estadística y la econometría (Kmenta, 2007) [4]. En efecto, es posible apreciar con singular interés el desarrollo permanente de nuevas técnicas econométricas y estadísticas orientadas a hacer de la comprobación empírica, de la teoría económica misma, una tarea cada vez más precisa e importante que ha contado, obviamente, con la colaboración estrecha de las ciencias de la computación. (Maddala, 2006) [5].

El avance simultáneo logrado en la teoría económica, la econometría y la informática, se constituye, sin duda alguna, en un impulso permanente en la difícil tarea de análisis emprendida por la investigación del fenómeno económico, en el campo específico de la investigación basada en el análisis de insumo-producto [6]. Se comprueba lo anterior con el desarrollo de diferentes modelos Econométricos [7]. Mediante la aplicación y los últimos logros de la econometría y la informática, se han convertido en herramientas indispensables para la labor de planeación económica emprendida en un sinnúmero de países. (Trivez, 2004) [8].

Uno de estos modelos es el llamado INFORUM (Interindustry Forecasting Model at the University of Maryland) [9], modelo que, como su nombre

lo indica, es un instrumento de proyección interindustrial desarrollado en la Universidad de Maryland (E.E.U.U.) a mediados de la década del setenta, por un grupo de economistas dirigidos por el profesor Clopper Almon. En la actualidad, el modelo ha encontrado una amplia difusión, no solamente en Estados Unidos, sino en casi una veintena de países, donde es comúnmente utilizado para realizar labores de planeación tanto a nivel empresarial individual como a nivel macroeconómico general. (Hamilton, 2005) [10].

La “teoría de equilibrio general”, base para la formalización en los años cincuenta por Arrow y Debreu, para sustentar objetivos de la microeconomía aplicada y para la nueva macroeconomía, debido a que constituía un puente lógico y sólidamente fundamentado sobre el comportamiento de agentes racionales. Esta teoría, usualmente de raíz “Walrasiana”, establece las condiciones de equilibrio en economías multimercado, utilizando instrumentos de la microeconomía para analizar el comportamiento de la totalidad de la economía [11].

Según Newey y West (1994) estos modelos han sido utilizados básicamente en dos campos específicos [12]. En primer lugar, a nivel de países, han sido dirigidas a suministrar al sector privado proyecciones que, basadas en las condiciones futuras de la economía del país, permiten a una empresa o institución tener una idea aproximada de la forma como su actividad lucirá en los siguientes años. Un ejemplo de lo antes mencionado son los Bancos como el Chase Manhattan o empresas de las dimensiones de la compañía de teléfonos del estado de Nueva York.

En segundo lugar, las diferentes versiones del modelo están siendo continuamente utilizadas por una gran variedad de agencias gubernamentales en el análisis y formulación de política económica. Dichos modelos no solamente ha suministrado proyecciones detalladas de los diversos agregados que constituyen sus respectivas economías, sino que han permitido evaluar consistentemente alternativas y escenarios varios, bajo supuestos diferentes, de acuerdo a la manera como el analista visualice la forma en que una economía opera (Hendry & Richard, 1983) [13]. Dentro de este estudio es de suma importancia el entendimiento de lo que es un modelo constituye una representación abstracta de un cierto aspecto de la realidad. En su estructura intervienen, por una parte,

los elementos que caracterizan la realidad modelizada y, por otra parte, las relaciones existentes entre ellos. (Kwiatkowski et al, 1992) [14].

Dentro de un modelo matemático se fundamenta la lógica, cuyos elementos son esencialmente variables y funciones, y las relaciones entre ellos vienen expresadas a través de relaciones matemáticas (ecuaciones, inecuaciones, operadores lógicos...) que se corresponden con las correspondientes relaciones del mundo real que modelizan (relaciones tecnológicas, leyes físicas, restricciones del mercado...).

La importancia de los modelos matemáticos en Economía, radica en la construcción de modelos revela, a veces, relaciones que no son evidentes a primera vista, una vez construido el modelo, es posible extraer de él propiedades y características de las relaciones que de otra forma permanecerían ocultas. En aquellas situaciones económicas del mundo real en las que no es posible experimentar con la realidad, ofrecen un marco teórico para evaluar la toma de decisiones así como sus consecuencias Modelos matemáticos estáticos vs modelos matemáticos dinámicos. [15].

De acuerdo con Enders (1995) [16], en un modelo estático, la variable tiempo no desempeña un papel relevante. En un modelo dinámico, por el contrario, alguno/s de los elementos que intervienen en la modelización no permanecen invariables, sino que se consideran como funciones del tiempo, describiendo trayectorias temporales.

Los elementos constitutivos de un modelo de equilibrio general son las funciones de exceso de demanda (la diferencia entre demandas y ofertas para cada bien), considerando a la construcción como una actividad que resulta en un bien. Como un bien para lo cual que para ser tratadas en el análisis deben cumplir tres propiedades: 1) ser continuas (es decir, no tener saltos inexplicables), 2) depender de los precios relativos y no de los absolutos, y 3) cumplir la llamada Ley de Walras, según la cual los mercados están vinculados a través de las restricciones presupuestarias de los agentes. [17]

2. Metodología

El indicador más comúnmente utilizado para medir la generación de bienes y servicios tangibles es el Producto Interno Bruto (PIB). El PIB real se puede

calcular también desde la óptica de la oferta. De esta forma, el PIB se podría obtener a partir de la diferencia entre el valor a precios del año base de los bienes intermedios y de los bienes finales en cada una de las ramas productivas (es decir, de su valor añadido bruto, VAB). Así pues, suponiendo que existen n sectores productivos en una economía determinada, la producción agregada real en el año “ t ” vendría dada por la siguiente expresión:

$$VABpb_o^t = \sum_{i=1}^n VABpb_i \quad (1)$$

Donde $VABpb_i$ representa el VAB de la rama i en el año t evaluada a precios básicos del año base, esta magnitud difiere del PIB real, ya que el VABpb está calculado a coste de los factores (es decir, por el coste que supone en la contratación de los factores utilizados en su producción).

La tasa de crecimiento real del VABpb entre t y $t-1$ y t podría descomponerse en la suma ponderada de las tasas de crecimiento de las distintas ramas productivas, tomando como pesos el porcentaje que representa cada una de ellas en el total del año inmediatamente anterior:

$$\rho_t^{VABpb} = \alpha_{i-1}^1 \rho_t^1 + \alpha_{i-1}^2 \rho_t^2 + \alpha_{i-1}^3 \rho_t^3 + \dots + \alpha_{i-1}^n \rho_t^n \quad (2)$$

Donde P_{t-1} , PIB representan las tasas de crecimiento real del $VABpb$, ρ y de la rama i desde el período $t-1$ al período t , y donde i_{t-1} denota el peso de la rama productiva i sobre el $VABpb$ total en el período $t-1$, $\rho_{i,t-1} = VABpb_{i,t-1} / VABpb_{t-1}$. Tal como se aprecia en la ecuación anterior, cada uno de los términos $\rho_{i,t-1}$, $\rho_{i,t}$ constituye la contribución de la rama productiva i al crecimiento del $VABpb$ en el período t .

Variables componentes en el modelo

El coeficiente de valor agregado refleja la incidencia de la suma de los costos laborales, el ingreso de los no asalariados y el excedente empresarial en el total del valor de la producción. Este indicador refleja la capacidad que tiene la empresa o sector de agregar valor a los insumos en el proceso de producción mediante la utilización de la fuerza de trabajo y su stock de capital. Un cambio de precios relativos

entre insumos y el precio de los productos finales tiene directa repercusión sobre el coeficiente de valor agregado. (Díaz & Llorente, 1998) [18].

En este documento se intenta controlar la distorsión en las simulaciones que puede introducir la utilización directa del índice general de la construcción, para los años 2002-2012 mediante la actualización de sus componentes principales:

- Cambios en los coeficientes de valor agregado: el signo y cuantía final de los cambios post 2002, resulta incierto si no se miden explícitamente los siguientes fenómenos
- 1. Baja en el coeficiente de valor agregado: como consecuencia del impacto instantáneo de las restricciones y sobre el costo de los insumos importados.
- 2. Suba en el coeficiente de valor agregado: Sustitución de insumos importados por nacionales como consecuencia del encarecimiento relativo de los primeros.
- Cambios en la Composición Factorial del Valor Agregado: abaratamiento de los costos laborales a favor de un mayor excedente o un mayor peso del costo de los insumos.
- Cambios en las Tasas Efectivas de los Impuestos
- Cambios en la Formalización de la Economía.

El conjunto de estos fenómenos económicos pueden haber alterado la estructura de precios y costos relativos, por lo cual la utilización automática de la matriz insumo-producto del año 2007 puede distorsionar los resultados.

A los fines de evitar parcialmente estas distorsiones los ajustes realizados fueron los siguientes:

1. Actualización y ajuste de la Matriz Insumo Producto al año 2007-2012.
2. Desagregación exhaustiva de Funciones de Producción y Estructura de Costos en 46 tipologías de obra.
3. Desagregación de la Demanda de Insumos en 150 materiales e insumos de la construcción.
4. Estimación y Actualización de Costos Laborales en las tipologías de obra
5. Estimación y Actualización de Requerimientos Directos de Empleo en las tipologías de obra.
6. Estimación de Incidencias Impositivas en términos equivalentes por tipo de impuesto y por Tipo de Obra.
7. Desagregación de Impacto de la Inversión

Pública sobre la economía en términos de Efectos Indirectos: Proveedores de Materiales, Proveedores para el Consumo, Efecto Consumo Inducido, Demanda de Empleo, Generación Indirecta de Empleo.

8. Estimación sintética de la Facturación, Valor de Producción, Valor Agregado del Sector Construcción para el año 2013.
9. Simulación de Impacto de Inversión en Construcción suponiendo mix de tipologías similar a la estructura de la Demanda de Construcción a nivel macro sectorial del año 2013-2014.

Modelos de vectores Autorregresivos (var) [Sims 1980]

Los modelos de ecuaciones simultáneas o estructurales tienen gran importancia dentro de la metodología y análisis econométrico y son de gran utilidad para este tipo de estudio de impacto y son de alta relevancia dentro de la econometría estructural [19].

Cuando un conjunto de ecuaciones tiene la propiedad de que algunas de las variables aparecen como variables dependientes en una ecuación y como variables explicativas en otras, entonces ese conjunto de ecuaciones se dice es simultáneo por naturaleza. En estos casos, el tradicional análisis de regresión condicional puede no ser apropiado: debe considerarse un sistema de ecuaciones o modelos de ecuaciones simultáneas.

$$Y B + X \Gamma + u = 0 \quad (3)$$

Donde Y representa el conjunto de coeficientes correlacionados, B representa la matriz de coeficientes, T, la matriz de parámetros por sector y U, la matriz de errores.

La idea de trato simétrico entre variables fue introducido por Granger en su Prueba de causalidad de Granger, basada en la idea de que “el tiempo no corre hacia atrás”, por lo que si un acontecimiento a ocurre antes de uno b, es siempre posible que a cause y ↔ x, la prueba supone que toda la información necesaria para la predicción de X y Y, está contenida en las series de tiempo. Para ello se estiman las regresiones:

$$\begin{aligned} Y_t &= \sum \alpha_i X_{t-i} + \sum \beta_i Y_{t-i} + \varepsilon_{1t} \\ X_t &= \sum \lambda_i X_{t-i} + \sum \gamma_i Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \end{aligned}$$

Los modelos var suponen regresar cada una de las variables (no retardadas) del modelo contra todas las variables retardadas un cierto número de periodos, de allí su nombre: es vector, pues se consideran dos o más variables (Guisan, 1997) [20]. Es auto regresivo, debido a los valores rezagados de la variable dependiente en el lado derecho de la ecuación.

$$\begin{aligned} Z_t &= [y_t, x_t]' \\ Z_t &= f(Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots) + \varepsilon_t \\ Z_t &= \sum_{i=1}^k A_i Z_{t-i} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

Donde εt es un vector de errores contemporáneamente correlacionados, más no auto correlacionados, k es el orden del modelo o número de retardos y Ai es una matriz de parámetros que no contiene elementos nulos. Para el caso particular de una var de orden uno:

Donde y_t, x_t ~I(0) y los residuos son ruido blanco.

$$y_t = \beta_{11} + \beta_{12}x_t + \gamma_{11}y_{t-1} + \gamma_{12}x_{t-1} + \varepsilon_{yt} \quad (4)$$

$$x_t = \beta_{21} + \beta_{22}y_t + \gamma_{21}y_{t-1} + \gamma_{22}x_{t-1} + \varepsilon_{xt} \quad (5)$$

Las ecuaciones 4 y 5 constituyen un var de primer orden, var (1), dado que se considera solamente un retardo en las variables. Entre las cuales puede existir retroalimentación, los errores se conocen como impulsos, innovaciones o choques.

Matricialmente:

$$\begin{bmatrix} 1 & -\beta_{12} \\ -\beta_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_t \\ X_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{11} \\ \beta_{21} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ X_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{xt} \end{bmatrix}$$

$$b z_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 z_{t-1} + e_t$$

Pre multiplicado por B-1, resulta en la forma primitiva de un modelo var (var estructural)

$$z_t = B^{-1} \Gamma_0 + B^{-1} \Gamma_1 z_{t-1} + B^{-1} e_t = A_0 + A_1 z_{t-1} + e_t$$

Función Impulso Respuesta

Dentro de la estructuración de este modelo econométrico, dentro del espectro de un análisis de series temporales, las funciones Impulso respuesta, darán una mejor noción de las variables que inciden en el quiebre estructural de la causalidad de una sobre otras, es decir se nos permite medir la

incidencia de un dólar invertido en este sector, cuál sería la reacción de otro sector colateral o afín a este. La representación de un modelo estructural viene dado por las siguientes ecuaciones, donde la matriz de betas debe ser estimada por mínimos cuadrados ordinarios, relacionando las variables detalladas en la tabla precedente.

$$\begin{bmatrix} y_{it} \\ y_{it} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{i0} \\ \alpha_{i0} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{13} & \beta_{14} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{it-1} \\ y_{2t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{13} & \gamma_{14} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{it-2} \\ y_{it-2} \end{bmatrix} \\ + \begin{bmatrix} \alpha_{i0} \\ \alpha_{i0} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{13} & \delta_{14} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{it-3} \\ y_{2t-3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{it} \\ u_{it} \end{bmatrix}$$

Donde los errores no deben mantenerse correlacionados y no violando los supuestos de multicolinealidad se mantiene.

$$E(e_{1t}) = E(e_{2t}) = 0 \quad E(e^2_{2t}) = \sigma_{22} \\ E(e^2_{1t}) = \sigma_{11} \quad E(e_{1t}, e_{2t}) = \sigma_{12}$$

Donde se representa la correlación contemporánea en el término de error, es decir estas se van diluyendo de acuerdo a las longitudes de las series. A pesar que los modelos VAR convencionales no pueden ser usados en la inferencia sobre la estructura de una economía, no obstante, podrán ser utilizados en la estimación de parámetros de interés útiles a la formulación de políticas, pues permiten obtener la descomposición de la varianza y las funciones impulso respuesta.

$$\begin{bmatrix} x_t \\ y_t \end{bmatrix} = \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \phi_{11}^i & \phi_{12}^i \\ \phi_{21}^i & \phi_{22}^i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_{1t-1} \\ e_{2t-i} \end{bmatrix}$$

Para eso se utiliza el Método de descomposición de Andre-Louis Cholesky basado en Nash (1990) [21] en que X_t es un vector (nx1) de las variables utilizadas en el modelo; B_0 es la matriz de relaciones contemporáneas; B_j ($j = 1, 2, \dots, p$) las matrices (nxn) de los coeficientes que relacionan los valores desfasados de las variables con los valores corrientes de estas y e_t un vector (nx1) de errores. El vector e_t es un proceso estocástico con media cero $E[e_t] = 0$, de varianza y covarianza finitas, lo que equivale a $E[e_t e_t'] = \Sigma$, y no autocorrelacionados $E[e_t e_{t+k}] = 0$, para $k \neq 0$, esto es, e_t es un ruido blanco.

$$y_{1t+k} - y_{it+k} = \sum_{j=1}^N \sum_{l=0}^{k-1} C_{ij} \varepsilon_{jt-l}$$

Donde los elementos de C , encontrados en la función del estímulo respuesta y e , son las innovaciones ortogonales de cada variable, l estimador de la descomposición de la varianza viene dado por

$$W_{ij,k} = \frac{\sum_{l=0}^{k-1} C^2_{ij,l}}{\sum_{j=1}^N \sum_{l=0}^{k-1} C^2_{ij,l}}$$

La descomposición total de la varianza de Y , se encuentra por la suma de cada coeficiente de W .

$$W = \sum_{l=0}^{k-1} w_{ij,k}$$

A su vez el componente de estacionalidad y ciclo para la potencial suavización viene dada por

$$Z_t = \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i e_{t-i}$$

Donde los elementos de C , encontrados en la función del estímulo respuesta y e , son las innovaciones.

Estructuración de un Modelo Económico

La sostenida inversión pública a partir del año 2007 tiene una profunda consecuencia en la estructura de precios relativos de este sector y estas se extienden hasta el presente. El proceso de reactivación productiva sectorial durante la etapa de inversión no solo en la vivienda, sino también la obra pública y vialidad.

En primer lugar cabe destacar que luego de la crisis económica producida por el quiebre del modelo económico imperante durante la década de 2000, el sector construcción se encuentra actualmente en un proceso de crecimiento sustentado en un boom de crecimiento de la demanda agregada tanto por el dinamismo de la inversión privada como por la pública. El crecimiento de la inversión privada en

construcciones se sustenta no sólo en compras de inversores domésticos sino también por parte de inversores no residentes. En segundo lugar, los cambios de precios relativos ocurridos a partir de la devaluación, han producido un importante cambio estructural en las estructuras de costos y funciones de producción de todos los sectores productivos de la economía, especialmente el sector construcción, repercutiendo en un cambio en los efectos directos e indirectos de la construcción sobre el resto de la economía.

La reactivación de la demanda agregada vía efectos ingresos de los agentes económicos domésticos; el incremento de los precios finales de las obras hasta niveles sustancialmente elevados por encima de sus costos, impactando en un crecimiento de la rentabilidad de construir. Por otra parte, la sustancial reducción en los costos laborales unitarios producida por una poderosa intervención del sector público en este sector de altos efectos multiplicativos para nuestra economía en los demás sectores productivos.

El incremento en el costo relativo de los materiales de construcción y equipos importados han producido un incremento relativo en la demanda del sector hacia proveedores domésticos, aumentando sustancialmente el multiplicador indirecto de mano de obra. Estos dos últimos fenómenos seguramente han repercutido en un “incremento sustancial” de los requerimientos totales, directos e indirectos, de mano de obra y materiales nacionales, resultando en un “aumento notable del impacto del sector construcción en el resto de la economía”. Asimismo, se menciona el elevado retorno fiscal de las obras públicas, aunque no se la ha constatado cuantitativamente en forma rigurosa tomando en cuenta los cambios de estructura económica vividos en los últimos años.

Los efectos de demanda y su impacto sobre la actividad económica, el empleo y los ingresos fiscales son típicamente cuantificables a través de ejercicios de simulación tomando en cuenta la Matriz de Insumo Producto para los efectos directos e indirectos de eslabonamiento hacia atrás (proveedores) y la Encuesta de Gasto de los Hogares para los eslabonamientos hacia delante (consumo inducido). El impacto de la inversión en construcción por el lado de la oferta, de más largo plazo, exige por un lado el planteamiento de modelos dinámicos que permitan incorporar endógenamente los cambios en

los precios relativos vía ganancias de productividad asociados a los procesos de crecimiento y el ahorro de costos asociados a estos mismos efectos.

En este documento se procedió a estimar un modelo flexible de simulación de impacto de las obras en el corto y mediano plazo que permite captar los efectos de demanda, además del retorno fiscal, mediante la adaptación, actualización y máxima desagregación de los instrumentos analíticos disponibles en Ecuador para realizar simulaciones: la Matriz de Insumo Producto Ecuatoriano y la Encuesta de Gasto de los Hogares, proveniente del censo del INEC año 2010.

Estimación del VAR PIB construcción

Posterior a la obtención de los coeficientes y calcular sus respectivas inversas con el fin de no causar multicolinealidad a las variables, se procede de la siguiente forma (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Estimación VAR del modelo

PIB_CONSTRU	
PIB_CONSTRU(-1)	0,47436071620525
	0,14501373481521
	[3,27114]
PIB_CONSTRU(-2)	-0,208448208491291
	0,141572963847655
	[-1,47237]
C	135,045,605,423,628
	0,41280796085495
	[3,27139]
R-squared	0,21105389258999
Adj. r-squared	0,17160658721949
Sum s q. res ids	196,324,213,760,543
S.E. equation	221,542,441,622,674
F- Static	53,502,740,075,071
Log Likelihood	-936,635,530,686,441
Akaike AIC	449,597,921,249,508
Schwarz SC	461,885,363,917,137
Mean dependent	180,168,170,514,624
S.D. dep	24,341,011,377,866

Como se puede observar en la Tabla 1, todos los auto valores en módulo son inferiores a la unidad y, por tanto, estos valores están contenidos dentro del círculo Unitario, por el que el modelo es estacionario.

Los resultados del test de causalidad de Granger indican que el orden de cómo las variables deben estar ordenadas en el VAR para la obtención de la descomposición de las varianzas de los errores y de las respuestas a los impulsos o innovaciones, la Tabla 1 además presenta los valores de estimación de la descomposición de la varianza de los errores de cada variable en términos de contribución de cada una de ellas, haciendo uso de la descomposición de Cholesky.

Luego de la descomposición de la varianza de este modelo autor regresivo, al graficar sus residuos y amplitudes, el comportamiento serial del PIB de la construcción presenta estacionalidades, es decir es un fuerte síntoma de las irregularidad del sector en términos económicos; pero sin duda alguna con tendencias de crecimiento muy fuertemente crecientes, esta gráfica serial nos indica cuan reactiva es la actividad económica ante un cambio en el PIB de la construcción.

3. Resultados

Resultados Intersectoriales del Modelo

La Tabla 2 muestra la base de datos obtenido del Banco Central del Ecuador. Dicha base de datos es sobre información de los puestos de trabajos creados a partir de la construcción.

Tabla 2. Efectos sobre el empleo

Efecto total	Puesto de trabajos(miles)	Inversión inicial
Impacto total	2976865	2
Efecto Total	2249959	1.51
Efecto Directo	149571	1
Total	1486294	1
Proveedores de insumos	759388	0.51
Consumo Hogares	436552	0.29
Proveedores para el consumo	290354	0.19

Durante el año 2013, la actividad de la construcción generó en forma directa 1,49 millones puestos de trabajo incluyendo asalariados de empresas constructoras, subcontratistas y cuentapropistas. El impacto indirecto hacia atrás de la actividad en términos de empleo adicional representó un 1,51 puesto por cada puesto generado directamente. La Tabla expresa el impacto sobre el total del empleo

de la inversión en construcción. La inversión en construcción en el año 2008 habría generado más de 1,49 millones de puestos de trabajo en forma directa. El impacto total sobre el total de puestos vía multiplicadores habría generado dos puestos adicionales por cada puesto de trabajo directo, explicando el 17.5% del total de empleo de la economía Ecuatoriana. Tanto el eslabonamiento hacia atrás como hacia delante habrían aportado con más de 4% al aumento del empleo de todo el país.

Proyecciones Econométricas del Sector de la Construcción

Las conclusiones extraídas de la modelización VAR convencional son las siguientes:

1. Un choque sobre el esfuerzo de la promoción tiene de inmediato un efecto positivo sobre la difusión, cuyo efecto máximo (0,4%) sobre esta variable finaliza al final de cinco semanas, momento a partir del cual decrece con relativa lentitud (transcurridos 3 meses todavía representa el 50% del valor máximo) y se extingue al final de 8 meses. Un choque sobre el esfuerzo de promoción no tiene efecto perceptible sobre la cuota de mercado.
2. Un choque sobre la difusión no tiene efecto inmediato sobre el esfuerzo de la Promoción, en tanto, su efecto positivo se hace sentir rápidamente pues pasadas cinco semanas alcanza el valor máximo de 14%, momento a partir del cual comienza a decrecer con lentitud (transcurridos 12 meses todavía su efecto representa el 10% del valor máximo).

La Figura 1 muestra las diferencias entre las series observadas, versus las estimadas, donde en promedio del crecimiento del sector de un 8% ante los cambios e impactos de la política de expansión del sector se observa un crecimiento recursivo y se aprecian estimaciones con comportamiento serial y su ajuste tendencial, donde se prevé un decline en el próximo ciclo bianual, situación preocupante para efectos de planificación económica.

Reajuste del Modelo para la proyección

Para el mejor análisis y siendo más preciso en estricto rigor, se reajusta el modelo de una AR (1) a un ARMA (1,1), donde dado el comportamiento serial de sus componentes, se crea una especie de convergencia

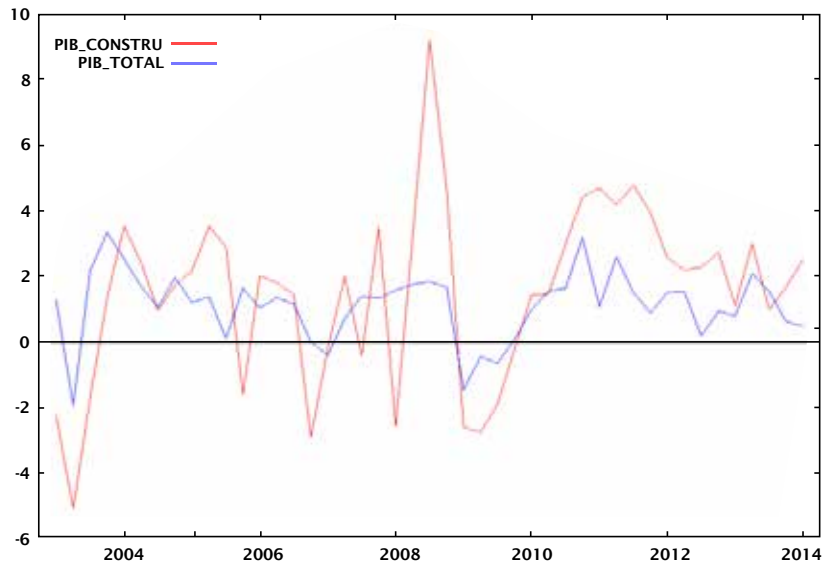


Figura 1. Tendencia y su ajuste
Fuente: Banco Central del Ecuador - Elaborado por: Los autores

de las variables en tendencia, dado que se iteró hacia atrás las otras variables, se expandió el tamaño de la serie al 2003, donde utilizando el filtro de kalman al 95% de confianza, existe una mayor significancia estadística de las correlaciones ya existentes.

Evaluaciones de la función: 32

Evaluaciones del gradiente: 14

Modelo 1: estimaciones ARMA

Utilizando las 45 observaciones 2003:1-2014:1

Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)

Su composición en tendencia se obtiene bajo los criterios establecidos anteriormente como se muestra en la Tabla 3 y la Tabla 4.

Obteniendo estos resultados que se muestran en la Figura 2 y Figura 3 de estabilidad en ciclo-tendencia se procede a una predicción dinámica donde se puede obtener un comportamiento serial, en donde se puede observar una leve caída del crecimiento del

Tabla 3. Variable dependiente PIB Construcción

VARIABLE	COEFICIENTE	DESV.TÍP.	ESTAD T	VALOR P
const	1,56556	0,492874	3,176	0,00149 ***
Phi_1	-0,0486082	0,157383	-0,309	0,75743
theta_1	0,515262	0,126190	4,083	0,00004 ***

Fuente: Censo 2010 [7]

sector, dada la contracción o diferentes reacciones del sector crediticio, donde por diferentes mecanismos de norma ha restringido el crédito para este sector y su potencial afectación en impacto en el largo plazo.

4. Discusión de Resultados

El modelo de simulación planteado permite estimar el retorno fiscal de la inversión en construcción tomando en cuenta las alícuotas de los distintos impuestos que inciden directamente sobre la actividad constructiva y las producciones asociadas, en cada uno de los

Tabla 4. Medias

Media de la var. dependiente = 1	55999
Desviación típica de la var. dependiente. = 2	65151
Media de las innovaciones = -0	0104053
Varianza de las innovaciones = 5	2377
Log-verosimilitud = -101	27201
Criterio de información de Akaike (AIC) = 210	544
Criterio de información Bayesiano de Schwarz (BIC) = 217	771
Criterio de Hannan-Quinn (HQC) = 213	238

Fuente: elaboración propia

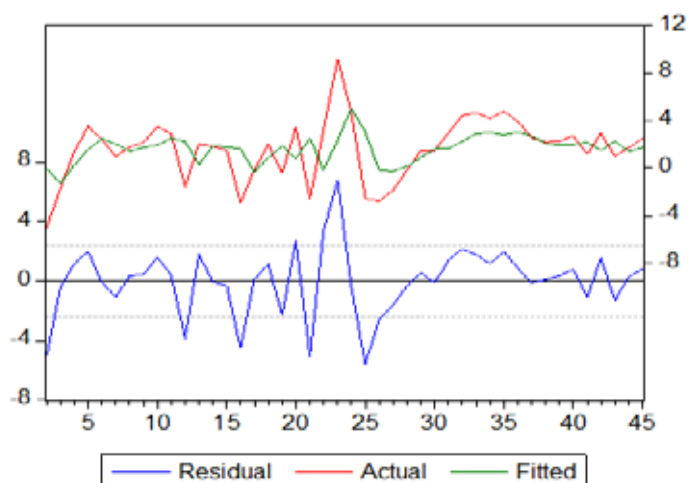


Figura 2. Estabilidad Series
Fuente: Banco Central del Ecuador - Elaborado por: Los autores

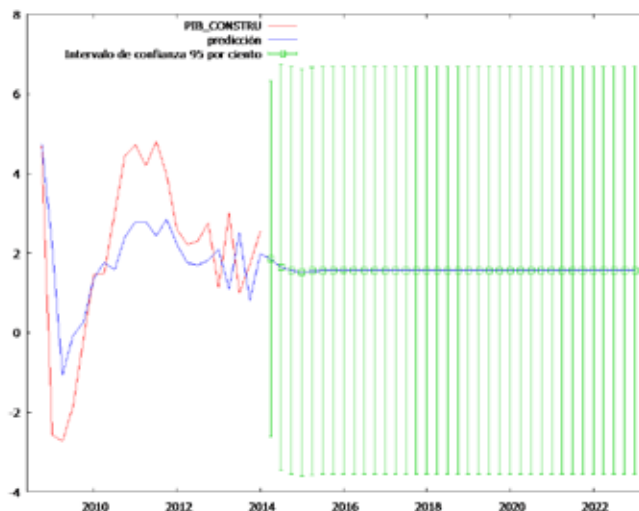


Figura 3. Predicción y estabilidad
Fuente: Banco Central del Ecuador - Elaborado por: Los autores

eslabonamientos. El cálculo del retorno fiscal en la evaluación de proyectos de obras públicas tiene suma relevancia:

- Permite valorar los beneficios y costos reales de la obra pública: ahorro público
- La consideración del retorno fiscal en los proyectos de inversión pública evita distorsión en la evaluación de su beneficio social. Si no se considera el efecto de retorno fiscal puede repercutir en un posible sesgo negativo en el VAN (valor actual neto).

En términos de estructura del retorno fiscal por

tipo de impuesto, el 59.9% (\$22.9) se corresponde con el retorno fiscal directo de la obra y un 40.1% (\$17.2) proviene de la recaudación impositiva sobre las actividades económicas inducidas indirectamente compuesta por el efecto eslabonamiento hacia atrás 30%, y el eslabonamiento hacia delante (10% por consumo hogares y 0.7% por los proveedores de esos bienes).

III. CONCLUSIONES

Este documento presenta la metodología y resultados de un modelo de simulación flexible

del impacto de la inversión en construcción en la Economía Ecuatoriana. Mediante la actualización de los componentes principales de la construcción, se obtuvieron los efectos impacto en términos de eslabonamientos productivos, hacia adelante y hacia atrás, de la inversión en construcción en el Ecuador durante el año 2013.

El modelo presenta la virtud de permitir flexibilidad tanto en las obras o proyectos asignados (más de 40 tipologías de obra) como una mayor desagregación de insumos (casi 150 grupos insumos), perfeccionando la robustez, fiabilidad y flexibilidad de simulaciones anteriores.

En términos de actividad económica, la simulación planteada permite obtener un efecto total (directo eslabonamiento hacia atrás de la inversión en construcción de \$1.78 por cada dólar invertido y de \$2.20 cuando se incluye el eslabonamiento hacia delante). El efecto directo sobre el valor corriente del PIB del año 2013 habría sido del 6%, en tanto que el efecto total (incluyendo consumo inducido) explicaría casi el 15%. El efecto sobre el empleo también resulta notable: el multiplicador de empleo es de 1.51 por puesto directo generado, en tanto que de 2 cuando se incluye el efecto de consumo inducido. El efecto directo sobre el total del empleo del año 2013 habría sido del 9%, en tanto que el efecto total (incluyendo consumo inducido) explicaría del 17,5%.

El retorno fiscal estimado ronda el \$38.8 por cada \$100 dólares invertidos en la construcción pública, siendo 60% por efecto directo, y en gran parte originado en la recaudación del impuesto al valor agregado, seguido de impuestos a las ganancias y contribuciones patronales.

IV. REFERENCIAS

- [1] Hill, R. C.; Griffiths, W. E. y Judge, G. G. (2001). *Undergraduate Econometrics*. New York: John Wiley & Sons.
- [2] Johnston, J. y Dinardo, J. (2001). *Métodos de econometría*. Barcelona: VicensVices.
- [3] Judge, G. G.; HILL, R. C.; GRIFFITHS, W. E.; Lütkepohl, H. y Lee, T. (1988). *Introduction to the Theory and Practice of Econometrics*. New York: John Wiley & Sons.
- [4] Kmenta, J. (1977). *Elementos de econometría*. Barcelona: Vicens Vives.
- [5] Maddala, G. S. (1996). *Introducción a la econometría*. México: Prentice Hall.
- [6] Alonso, A.; Fernández, J. y Gallastegui, I. (2004). *Econometría*. Madrid: Pearson–Prentice Hall.
- [7] Burgstaller, J. (2005). “Stock markets and the macroeconomy: an empirical assessment using VAR models”. Thesis (Doctoral), University of Linz, 161 p., 2002. <http://www.economics.uni-linz.ac.at/burgstaller/research/diss.pdf> (5/2005).
- [8] Trívez, F. J. (2004). *Introducción a la econometría*. Madrid: Pirámide.
- [9] Geroski, P. y Mata, J. (2001). The Evolution of Markets. *International Journal of Industrial Organization*, 19 (7), 999-1002.
- [10] Hamilton, N. (2005). *Time Series of analysis*, Chicago-MIT.
- [11] Perron, P. (1997). “Further Evidence on Breaking Trend Functions in Macroeconomic Variables”. *Journal of Econometrics*, 80, 355-385.
- [12] Newey, W. K. y West, K. D. (1994). “Automatic lag selection in covariance matrix estimation”. *Review of Economic Studies*, 61, 631-653.
- [13] Hendry, D. F. y Richard, J. F. (1983). “The Econometric Analysis of Economic Time Series”, *International Statistical Review*, 51, 111-163
- [14] Kwiatkowski, D.; Phillips, P. C. B.; Schimidt, P. y Shin, Y. (1992). “Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?” *Journal of Econometrics*, 54, 159-178.
- [15] Elliot, G.; Rothenberg, T. y Stock, J. H. (1996). “Efficient tests for an autoregressive unit root”. *Econometrics*, 64, 813-836.
- [16] Enders, W. (1995). *Applied econometric time series* New York: John Wiley & Sons, p. 433.
- [17] Beaulieu, J. J. y Miron, J. A. (1993). “Seasonal unit roots in aggregate U.S. data”. *Journal of Econometrics*, North-Holland, 55, 305-328.
- [18] Díaz, M. y LLorente, M. M. (1998). *Econometría*. Madrid: Pirámide.
- [19] Lükepohl, H. (1994). Interpretation of Cointegration Relations: Comments on Estimating Systems of Trending Variables, *Econometric Reviews*, 13, 391-4.
- [20] Guisan, M. C. (1997). *Econometría*. Madrid: McGraw-Hill.
- [21] Nash, J. C. (1990). The Cholesky Decomposition, Ch. 7 in *Compact Numerical Methods for Computers: Linear Algebra and Function Minimisation*, 2nd ed. Bristol, England: Adam Hilger, p. 84-93.