



DOCUMENTO DE TRABAJO  
N.º 266 | 2011

## **Estimación de la función de importaciones regulares sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales para Costa Rica**

Rosa Cristina Serrano López

Fotografía de portada: “Presentes”, conjunto escultórico en bronce, año 1983, del artista costarricense Fernando Calvo Sánchez. Colección del Banco Central de Costa Rica.



# Estimación de la función de importaciones regulares sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales para Costa Rica

Rosa Cristina Serrano López\*

Las ideas expresadas en este documento son del autor y no necesariamente representan las del Banco Central de Costa Rica.

## Resumen

Este trabajo presenta dos estimaciones de importaciones para el caso costarricense, una primera estimación para las importaciones regulares sin hidrocarburos y otra estimación para las importaciones regulares sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales, ambas para el período 2000q1- 2011q3. Se consideran dos enfoques alternativos, uno que incorpora al Producto Interno Bruto (PIB) real como determinante de la capacidad adquisitiva de los residentes de la economía y el otro que separa las elasticidades con respecto al consumo privado y a la formación bruta de capital fijo. En ambas propuestas se incluyen además el tipo de cambio real de las importaciones como una medida de precios relativos de las importaciones.

Para la estimación se siguió el método de cointegración y relación de largo plazo de Pesaran, Shin y Smith (1999). En ambos modelos se logró probar la existencia de relación de largo plazo y cointegración eliminando así la posible existencia de correlaciones espurias entre las variables.

Los resultados de largo plazo muestran que las elasticidades encontradas en ambas especificaciones son similares. Según la estimación fundamentada en el PIB como variable determinante, las elasticidades con respecto al Producto Interno Bruto real de Costa Rica resultaron cercanas al 1%, mientras que con el enfoque alternativo, las elasticidades respecto a la formación bruta de capital fijo resultaron en torno al 0,9%. No se encontró evidencia de que el tipo de cambio real de las importaciones explique a ambas variables de estudio ni en el corto ni en el largo plazo, mientras que el consumo privado resultó significativo solo en el corto plazo.

Con respecto a las estimaciones dentro de muestra y utilizando el criterio del menor error cuadrático medio (MSE), se determinó que la ecuación que separa las elasticidades mostró un mejor ajuste que la fundamentada en el PIB. Al comparar los pronósticos fuera de muestra con las predicciones realizadas por el equipo técnico del Departamento de Estadísticas Macroeconómicas se observa que la primera ecuación muestra mayor coincidencia en las estimaciones que la ecuación alternativa.

**Palabras clave:** Importaciones; Cointegración; Pronósticos.

**Clasificación JEL:** F14; F17; F41; E17.

---

\* Departamento de Investigación Económica. División Económica, BCCR. [serranolr@bccr.fi.cr](mailto:serranolr@bccr.fi.cr)

# Estimating Demand Functions for Costa Rican Imports Excluding Oil and Especial Regimes Imports

Rosa Cristina Serrano López<sup>†</sup>

The ideas expressed in this paper are those of the author and not necessarily represent the view of the Central Bank of Costa Rica.

## Abstract

This paper introduces two estimations of regular imports to the Costa Rican case; one estimation without hydrocarbons and another excluding hydrocarbons and capital goods of firms under special regimes, both for the period 2000q1 – 2011q3. It considers two alternative approaches, one incorporates real GDP as a determinant of the purchasing power of residents of the economy and an alternative estimation that identifies private consumption and gross fixed capital formation elasticity.

Both proposals includes the real exchange rate of imports as a measure of relative prices of imports. It uses the Pesaran, Shin and Smith (1999) cointegration mechanism. Both models are able to prove the existence of long-term relationship and cointegration, eliminating the possible existence of spurious correlations between variables.

The long-term results shows that the elasticities found in both specifications are similar. According to estimates based on GDP as a determining variable, the real gross domestic product of Costa Rica elasticity were close to 1%, whereas the alternative approach, the gross fixed capital formation elasticity is around to 0.9%. No evidence was found that the real exchange rate of imports explain both variables of study in the short or long term, while private consumption was significant only in the short term.

Using the lowest mean square error (MSE) criterion, the results indicate that equation that identifies the elasticities provided a better fit than the alternative equation. When comparing out of sample forecasts with the forecasts made by the technical staff of the Economic Division, the data shows that the first equation exhibits greater convergence in the estimates that the alternative equation.

**Key words:** Imports; Cointegration; Forecasting.

**JEL codes:** F14; F17; F41; E17.

---

<sup>†</sup> Department of Economic Research. Email address. [serranolr@bccr.fi.cr](mailto:serranolr@bccr.fi.cr)

## Contenido

1. Introducción.....	2
2. Formato del modelo.....	2
3. Especificación del modelo empírico .....	3
4. Resultados.....	4
<b>4.1 Resultados para la función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos:</b> .....	5
<b>4.1.1 Ajuste y estabilidad de las ecuaciones para la función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos.</b> .....	6
<b>4.2 Resultados función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales:</b> .....	8
<b>4.2.1 Ajuste y estabilidad de las ecuaciones para la función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales.</b> .....	9
<b>4.3 Relación de largo plazo</b> .....	10
5. Pronósticos dentro y fuera de muestra .....	12
6. Conclusiones .....	16
7. Referencias bibliográficas:.....	17
8. Anexos .....	18

# Estimación de la función de importaciones regulares sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales para Costa Rica<sup>1</sup>

## 1. Introducción

Este trabajo tiene como objetivo estimar una función econométrica de importaciones regulares sin hidrocarburos y otra función de importaciones regulares sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales para Costa Rica<sup>2</sup>, las cuales se espera que sirvan como herramientas en el cálculo de proyecciones de la Balanza de Pagos incorporadas en la Programación Macroeconómica del Banco Central de Costa Rica (BCCR). Para ambas estimaciones se consideran dos modelos: la ecuación 1 que calcula en forma directa las elasticidades consumo privado y formación bruta de capital fijo y la ecuación 2 que utiliza el Producto Interno Bruto real (PIB real) como variable determinante.

Las funciones son estimadas con datos de frecuencia trimestral y abarca el período 2000q1-2011q3. Adicionalmente se realizan pronósticos fuera de muestra de las variables de estudio para el período 2011q4-2014q4.

En el trabajo se utiliza el enfoque de Pesaran, Shin y Smith para determinar la existencia de relación de largo plazo entre las variables. Los resultados para la función de importaciones regulares sin hidrocarburos indican que con respecto a la ecuación 1 la elasticidad formación bruta de capital fijo resultó en alrededor de 0,91%, mientras que para la ecuación 2 la elasticidad PIB real de Costa Rica resultante fue de 1.05%. La función que estima las importaciones regulares sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales muestra elasticidades de 0,94% y 1,25% con respecto a la formación bruta de capital y con respecto al PIB real respectivamente.

El documento se divide en seis secciones. En la sección II se detalla el formato utilizado para la estimación de las ecuaciones. En la sección III se presenta la especificación de los modelos alternativos con sus determinantes y su correlación esperada. La sección IV analiza los resultados de las estimaciones realizadas y la batería de pruebas econométricas a los cuales fueron sometidas las ecuaciones. La quinta parte muestra los pronósticos dentro y fuera de muestra y finalmente se exponen las conclusiones del trabajo.

## 2. Formato del modelo

En esta investigación se utilizó un modelo dinámico donde se incluyen rezagos tanto de la variable dependiente como de las explicativas. La ecuación fue reparametrizada de forma tal que el modelo se expresa en cambios y niveles, aplicando el operador de primeras diferencias ( $\Delta$ ) y despejando las variables en niveles<sup>3</sup>. Denominando a las importaciones como la variable  $Y_t$  y a las variables explicativas (PIB real de Costa Rica, formación bruta de capital, consumo privado y tipo de cambio real de las importaciones) como  $X_i$ , el modelo teórico quedaría expresado de la siguiente manera:

---

<sup>1</sup> Dirección electrónica: [serranolr@bccr.fi.cr](mailto:serranolr@bccr.fi.cr)

<sup>2</sup> En la balanza de pagos las importaciones regulares se refieren a la importación de mercancías generales y de bienes de capital de regímenes especiales (de zona franca y perfeccionamiento activo).

<sup>3</sup> Así una variable  $Y$  que varíe en el tiempo puede ser escrita como:  $Y_t = Y_{t-1} + \Delta Y_t$

$$\Delta Y_t = \alpha_1 - \lambda Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{i=p} \sum_{j=1}^{j=m} \gamma_{ij} \Delta X_{it-j} + \sum_{i=1}^{i=p} \delta_i X_{it-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde se supone que el error es ruido blanco.

La ecuación anterior también puede expresarse como un modelo de corrección de errores de la siguiente forma:

$$\Delta Y_t = \sum_{i=1}^{i=p} \sum_{j=1}^{j=m} \gamma_{ij} \Delta X_{it-j} - \lambda \left[ Y_{t-1} - \frac{\alpha_1}{\lambda} - \sum_{i=1}^{i=p} \left( \frac{\delta_i}{\lambda} \right) X_{it-1} \right] + \varepsilon_t \quad (2)$$

Donde  $\lambda$  es el término de corrección de errores<sup>4</sup>.

### 3. Especificación del modelo empírico

Es usual que las importaciones se estimen empleando el Producto Interno Bruto (PIB) como determinante, dado que éste aproxima la capacidad de compra de un país tanto de bienes locales como de aquellos producidos por no residentes. Por otra parte, dado que usualmente el gasto del gobierno está destinado a bienes no transables, resulta conveniente estimar una ecuación que contemple el consumo privado y la formación bruta de capital como variables explicativas en aras de establecer cuál de las dos estimaciones arroja resultados más precisos y, de esta forma, propiciar un mejor análisis de las elasticidades resultantes.

El modelo además incorpora medidas de precios relativos de las importaciones a través de una variable proxy del tipo de cambio real de las importaciones que se calcula como el cociente entre el deflactor de las importaciones totales entre el deflactor del PIB.

Seguidamente se especifican dos ecuaciones tanto para el modelo de importaciones regulares reales sin hidrocarburos (MREALES<sub>1</sub>) como para la especificación de importaciones reales regulares sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales (MREALES<sub>2</sub>). La primera ecuación separa el PIB por componentes relevantes para las importaciones, como son la formación bruta de capital fijo y el consumo privado y la segunda ecuación utiliza el PIB rezagado como variable explicativa.

Ecuación 1

$$MREALES_1 = f(\text{FBKF}, \text{CPRIVADO}, \text{TCRM}, \text{variable dicotómica de estacionalidad})$$

Ecuación 2

$$MREALES_2 = f(\text{PIBCR}(-1), \text{TCRM}, \text{variable dicotómica de estacionalidad})$$

---

<sup>4</sup>El parámetro  $\lambda$  debe cumplir algunas condiciones para que exista una relación de largo plazo. Dicho parámetro debe ser positivo y estar entre cero y dos para garantizar la convergencia y el equilibrio estable del modelo. Para un mayor detalle del modelo teórico y sus condiciones para establecer una relación de largo plazo véase documento DEC-DEM-265-2011 "Estimación de la función de exportaciones regulares para Costa Rica: 2000-2011q2"

Dónde la **FBKF** es la formación bruta de capital fijo real y el **CPRIVADO** es el consumo privado real. En ambas variables se esperan signos positivos.

El **PIBCR(-1)** se refiere al producto interno bruto trimestral real de Costa Rica a precios del 1991 rezagado un período, el cual se utiliza como una variable instrumental de demanda interna o de poder adquisitivo de los residentes de la economía nacional. Se espera un coeficiente con signo positivo en esta variable.

El **TCRM** es el tipo de cambio real de las importaciones totales, que se utiliza como proxy del tipo de cambio real de las importaciones de empresas regulares sin hidrocarburos y de las importaciones regulares reales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales, el cual se mide como el deflactor de las importaciones totales dividido por el deflactor del PIB, y se utiliza para capturar precio relativo. Se esperaría un signo negativo dado que incrementos en el TCRM haría más atractivo comprar productos nacionales que importarlos.

Adicionalmente se incorporan variables dicotómicas de estacionalidad para capturar el efecto del primer trimestre del año donde las importaciones son estacionalmente más bajas y en el cuarto trimestre donde usualmente las importaciones tienden a ser mayores. Igualmente se incluyó una variable dicotómica en los tres primeros trimestres del 2009, en los cuales los valores de las compras externas reflejaron las secuelas de la crisis sub-prime encubada en los Estados Unidos de América. Por su parte, la ecuación dos incorpora una variable dicotómica en los primeros tres trimestres del 2000, período en cual la ecuación tiende a sobrestimar el verdadero valor de las importaciones, lo cual podría atribuirse a efectos indirectos de shocks externos como el colapso en Estados Unidos de las compañías .com.

Las variables antes descritas pueden tener efectos de corto y de largo plazo sobre las importaciones regulares valuadas en términos reales. Los impactos de largo plazo se refieren a efectos permanentes en la trayectoria de las importaciones, mientras que los de corto plazo son transitorios.

El método de estimación se basa en el formato de rezagos distribuidos de Pesaran, Shin y Smith (PSS), el cual fue escogido por sobre otros métodos de estimación como Engle y Granger o Johansen porque se aplican en estimaciones con muestras pequeñas y, además, puede utilizarse independientemente de si las variables son estacionarias  $I(0)$ ; o si tienen algún orden de integración mayor<sup>5</sup>. Finalmente, el formato de PSS permite mayor flexibilidad en la determinación de la dinámica del corto plazo de la ecuación que en los dos métodos alternativos, lo cual propicia un mejor ajuste en las estimaciones.

#### 4. Resultados

Para cada una de las variables se realizaron varias especificaciones y fueron escogidas las dos que mostraban mejor ajuste, mejor estabilidad global e individual de los parámetros y aquellas que mostraron una menor raíz del error cuadrático medio (RMSE) de los pronósticos dentro de muestra. Para la especificación final del modelo se utilizó un método iterativo de eliminación de rezagos con el criterio de menor grado de significancia (con el umbral del 10% de significancia).

---

<sup>5</sup> Con este formato no se requiere realizar los pre-test requeridos por los otros métodos sobre el orden de integración evitando los problemas típicos encontrados en la literatura acerca del bajo poder de estos test.

#### 4.1 Resultados para la función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos:

El formato de corrección de errores que incorpora la dinámica del corto plazo se detalla a continuación:

**Cuadro 1**  
**Modelo de Corrección de Errores**  
Variable dependiente: Diferencial del logaritmo de las importaciones regulares reales sin hidrocarburos. Período: 2000 Q1- 2011 Q3<sup>6</sup>

	<b>Ecuación 1</b>	<b>Ecuación 2</b>
Constante	-1,6778 <b>(-4,387464)</b>	-1,8567 <b>(-3,643815)</b>
LOG(MREALES(-1))	-0,4739 <b>(-6,280130)</b>	-0,2794 <b>(-3,188217)</b>
LOG(FBKF)	0,4324 <b>(5,80926)</b>	
DLOG(FBKF)	0,2287 <b>(3,24628)</b>	
DLOG(FBKF(-4))	0,1987 <b>(4,99150)</b>	
DLOG(CPRIVADO(-2))	0,1321 <b>(1,97517)</b>	
LOG(PIBCR(-1))		0,2923 <b>(4,16464)</b>
DLOG(PIBCR(-1))		0,5028 <b>(1,64270)</b>
DLOG(TCRM(-3))		-0,1590 <b>(-2,59122)</b>
, @SEAS(1)	-0,0457 <b>(-4,696136)</b>	-0,0747 <b>(-3,663500)</b>
, @SEAS(4)		0,0575 <b>(6,29242)</b>
D00		-0,040 <b>(-2,591892)</b>
D09	-0,082 <b>(-6,298718)</b>	-0,073 <b>(-3,981860)</b>
R cuadrado	0,855889	0,771263
R cuadrado ajustado	0,830023	0,723107
Desviación Estándar	0,028837	0,036806
Log likelihood	104,360600	93,503700
F-Statistic	33,089360	16,016170
Prob (F- statistic)	0,000000	0,000000
Durbin- Watson statistic	2,510481	2,249696

<sup>6</sup> Entre paréntesis se muestran los estadísticos t para las hipótesis nulas de  $\beta_i=0$

#### 4.1.1 Ajuste y estabilidad de las ecuaciones para la función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos.

Con respecto a la función de importaciones regulares sin hidrocarburos, la ecuación que separa las elasticidades consumo privado y formación bruta de capital fijo muestra un buen ajuste con una desviación estándar 0,028, además las variables son todas del signo esperado y significativas tanto individual como conjuntamente. La segunda ecuación basada en el enfoque del PIB como proxy de la capacidad de demanda de los residentes del país muestra un menor ajuste con una mayor desviación estándar de los errores de 0.037 , sin embargo las variables resultaron altamente significativas y del signo esperado.

Las dos regresiones cumplen con los supuestos clásicos del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de homocedasticidad y normalidad de los residuos, sin embargo, al aplicar el test de Breusch- Godfrey a la primera ecuación se rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación de los errores al 10% de significancia. Por esa razón, se decidió estimar el modelo por medio del método HAC (Newey- West), que estima las varianzas tomando en cuenta el problema y obteniendo estadísticos  $t$  corregidos.

**Cuadro 2**  
**Resumen de los Test Estadísticos**

Propiedad	Test	Estadístico	Probabilidad		Decisión
			Ecuación 1	Ecuación 2	
Autocorrelación	Breusch- Godfrey	F-statistic	0,038	0,749	Presencia de autocorrelación en la ecuación 1 y ausencia de autocorrelación en la ecuación 2.
		Obs*R-squared	0,022	0,686	
Heteroscedasticidad	Breusch- Pagan-Godfrey	F-statistic	0,900	0,688	No presencia de heteroscedasticidad
		Obs*R-squared	0,978	0,881	
Normalidad	Jarque Bera	Jarque Bera	0,481	0,922	Presenta normalidad en los residuos

Gráfico 1  
Ajuste Ecuación 1

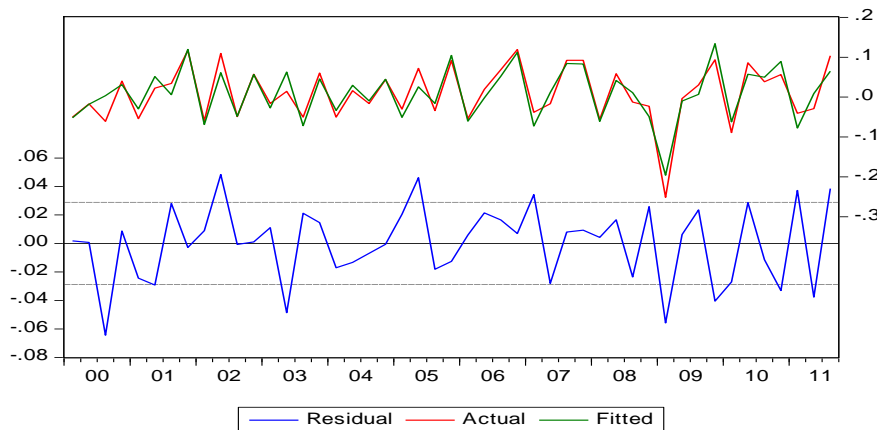
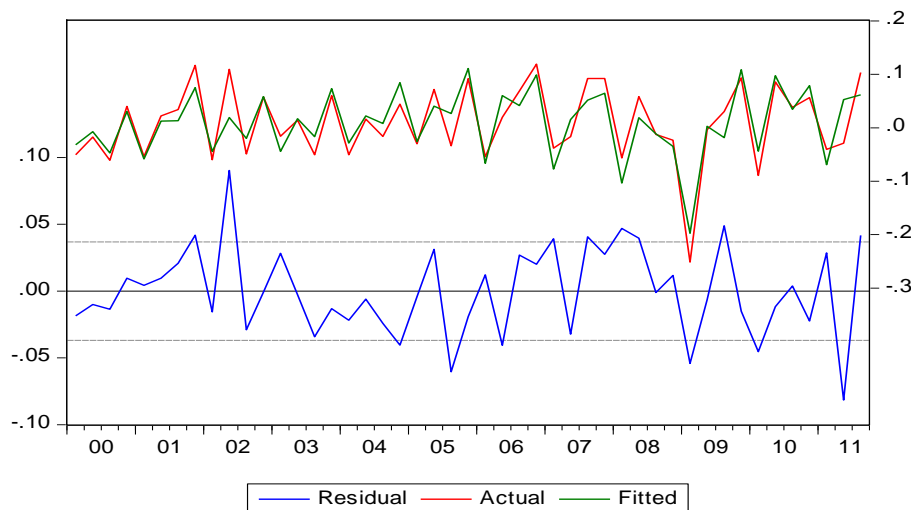


Gráfico 2  
Ajuste Ecuación 2



Los gráficos de cusum y cusum cuadrado muestran estabilidad global del modelo, mientras que el gráfico de coeficientes recursivos evidencia que a nivel individual los parámetros son estables y confiables para realizar pronósticos<sup>7</sup>.

Por su parte el término de corrección de errores ( $\lambda$ ) en la ecuación que separa las elasticidades consumo privado y formación bruta de capital fijo (de 0,47) indica que ante cualquier perturbación en el corto plazo ésta logra llegar a su nivel de largo plazo con mayor rapidez que la ecuación que incorpora la elasticidad ingreso fundamentada en el PIB como variable determinante.

<sup>7</sup> Ver resultados de las pruebas en el anexo 8.1.1 y 8.1.2.

4.2 Resultados función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales:

Cuadro 3  
Modelo de Corrección de Errores  
Variable dependiente: Diferencial del logaritmo de las importaciones regulares reales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales. Período: 2000 Q1- 2011 Q3<sup>8</sup>

	<b>Ecuación 1</b>	<b>Ecuación 2</b>
Constante	-1,9558 <b>(-4,952221)</b>	-2,0868 <b>(-3,830454)</b>
LOG(MREALES(-1))	-0,5079 <b>(-6,469187)</b>	-0,2225 <b>(-3,224018)</b>
LOG(FBKF)	0,4749 <b>(6,16541)</b>	
DLOG(FBKF)	0,1945 <b>(2,25870)</b>	
DLOG(FBKF(-4))	0,2195 <b>(4,57776)</b>	
DLOG(CPRIVADO(-2))	0,1211 <b>(1,72240)</b>	
LOG(PIBCR(-1))		0,2786 <b>(3,97235)</b>
DLOG(PIBCR)		0,5446 <b>(2,16621)</b>
DLOG(PIBCR(-1))		0,6527 <b>(-2,575970)</b>
. @SEAS(1)	-0,0472 <b>(-4,106112)</b>	-0,0948 <b>(-5,488307)</b>
. @SEAS(4)		0,0451 <b>(2,76519)</b>
D09	-0,080 <b>(-6,455887)</b>	-0,065 <b>(-2,844019)</b>
R cuadrado	0,838425	0,732526
R cuadrado ajustado	0,811496	0,690919
Desviación Estándar	0,031558	0,040070
Log likelihood	106,208900	99,640690
F-Statistic	31,135600	17,605578
Porb (F- statistic)	0,000000	0,000000
Durbin- Watson statistic	2,612116	2,350776

<sup>8</sup> Entre paréntesis se muestran los estadísticos t para las hipótesis nulas de  $\beta_i=0$

#### 4.2.1 Ajuste y estabilidad de las ecuaciones para la función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales.

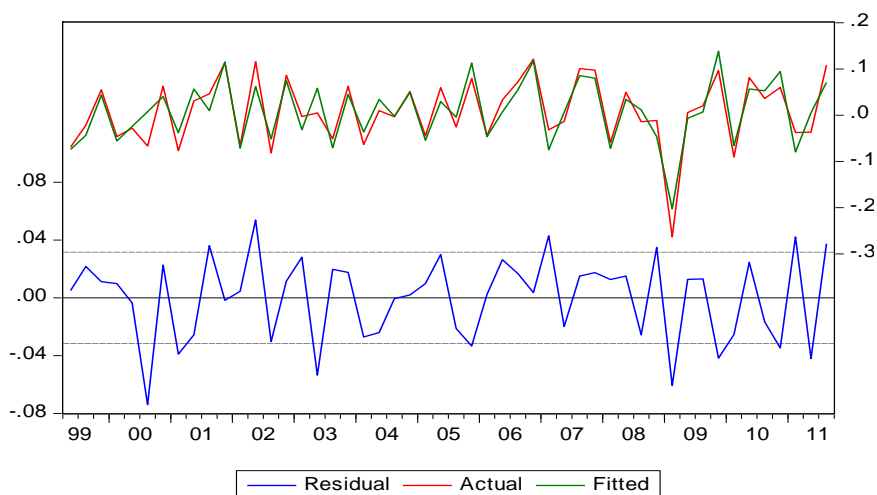
Ambas ecuaciones logran un ajuste aceptable presentando una desviación estándar de 0,03 y 0,04 y un R-cuadrado ajustado de 0,81 y 0,69 en la primera y segunda ecuación respectivamente. Al mismo tiempo, las ecuaciones superaron exitosamente los test de normalidad y autocorrelación. Al igual que en la función de importaciones regulares sin hidrocarburos, la ecuación que separa las elasticidades consumo privado y formación bruta de capital fijo mostró evidencia de autocorrelación por lo que se aplicó el método HAC para tomar en cuenta el problema y obtener los estadísticos *t* corregidos.

En lo que respecta a la estabilidad de las ecuaciones, las pruebas de cusum y cusum cuadrado no evidencian problemas de estabilidad o cambio estructural<sup>9</sup>.

**Cuadro 4**  
**Resumen de los Test Estadísticos**

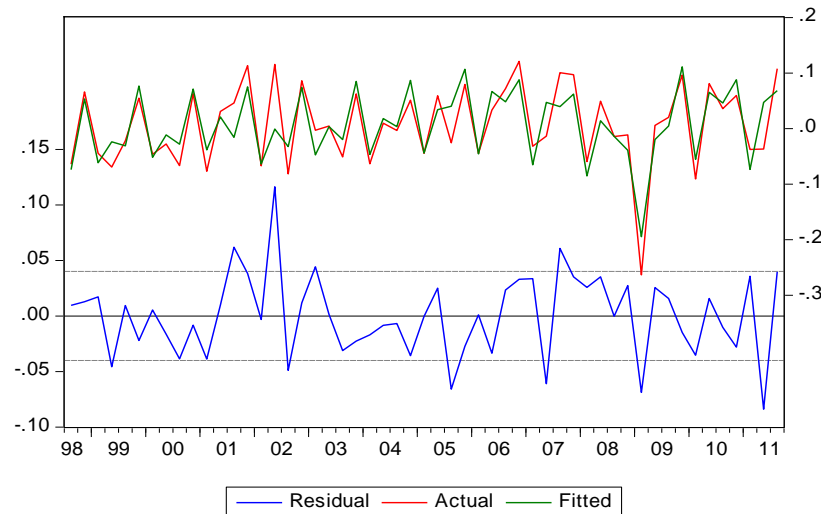
Propiedad	Test	Estadístico	Probabilidad		Decisión
			Ecuación 1	Ecuación 2	
Autocorrelación	Breusch- Godfrey	F-statistic	0,003	0,363	Presencia de autocorrelación en la ecuación 1 y ausencia de autocorrelación en la ecuación 2.
		Obs*R-squared	0,002	0,296	
Heteroscedasticidad	Breusch- Pagan-Godfrey	F-statistic	0,985	0,838	No presencia de heteroscedasticidad
		Obs*R-squared	0,998	0,858	
Normalidad	Jarque Bera	Jarque Bera	0,292	0,536	Presenta normalidad en los residuos

**Gráfico 3**  
**Ajuste Ecuación 1**



<sup>9</sup> Ver anexos 8.2.1 y 8.2.2 sobre estabilidad global del modelo.

Gráfico 4  
Ajuste Ecuación 1



### 4.3 Relación de largo plazo

Para determinar la existencia de relación de largo plazo entre las importaciones reales del primer y segundo modelo con respecto a sus variables explicativas se utiliza el test de relación de largo plazo de Pesaran, Shin y Smith (1999). Para esto se realiza el test de Wald con la hipótesis nula de que el coeficiente asociado a la formación bruta de capital fijo (de la primera ecuación) y al PIB real de Costa Rica (en la segunda ecuación), son iguales a cero y se comprara el estadístico F computado con los valores críticos obtenidos en las tablas de Pesaran, Shin y Smith, tanto el valor inferior para variables estacionarias como el superior para variables integradas de orden uno. Dado que para las dos funciones el estadístico F supera tanto el valor crítico inferior  $I(0)$  como el superior  $I(1)$ <sup>10</sup>, se concluye que existe relación de largo plazo entre las variables y además existe cointegración entre las mismas.

Las especificaciones para el largo plazo se detallan seguidamente:

Función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos:

Ecuación 1

$$\text{Log(MREALES)} = -3,54 + 0,91 * \text{LOG(FBKF)}$$

Ecuación 2

$$\text{Log(MREALES)} = -6,64 + 1,05 * \text{LOG(PIBCR)}$$

<sup>10</sup>Los valores de las tablas de Pesaran, Shin y Smith para intercepto no restringido y con tendencia no restringida con k (número de variables en niveles en el formato de corrección de errores) igual a 1 y al 99% de confianza son 8,74 para variables  $I(0)$  y 9,63 para variables  $I(1)$ .

Función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales:

Ecuación 1

$$\text{Log(MREALES)} = -3,85 + 0,94 * \text{Log(FBKF)}$$

Ecuación 2

$$\text{Log(MREALES)} = -9,38 + 1,25 * \text{Log(PIBCR)}$$

Los resultados para la función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos (primer modelo) muestran que la elasticidad con respecto a la formación bruta de capital fijo fue de 0,91, mientras para el segundo modelo (importaciones regulares reales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales) la elasticidad resultante fue de 0,94%, lo que significa que ante un aumento de un 1% en la formación bruta de capital fijo las importaciones aumentan casi en la misma proporción. Por su parte la elasticidad con respecto al PIB resultó fue de 1,05% en el primer modelo y 1,25% en el segundo modelo.

Se sometió a prueba la hipótesis nula de elasticidad unitaria de las importaciones con respecto a la formación bruta de capital fijo y con respecto al PIB. Los resultados muestran que en ambos modelos no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de elasticidad unitaria con respecto al PIB al 10% de significancia, sin embargo, para el caso de la variable formación bruta de capital fijo solamente en el segundo modelo no se rechaza la hipótesis nula de elasticidad unitaria al 10% de significancia, tal como se muestra en el cuadro 5.

**Cuadro 5**

**Prueba de Wald para determinar la hipótesis nula de elasticidad unitaria de las variables <sup>1/</sup>**

Modelo	H <sub>0</sub> : Elasticidad unitaria con respecto a la FBKF			H <sub>0</sub> : Elasticidad unitaria con respecto al PIB		
	Estadístico t	Probabilidad	Decisión <sup>2/</sup>	Estadístico t	Probabilidad	Decisión <sup>2/</sup>
1. Importaciones según aduanas sin hidrocarburos	2,44	0,01920	Rechazo H <sub>0</sub>	0,09	0,92530	No rechazo H <sub>0</sub>
2. Importaciones regulares sin hidrocarburos	1,56	0,12520	No rechazo H <sub>0</sub>	-1,35	0,92530	No rechazo H <sub>0</sub>

<sup>1/</sup> Dado que estamos trabajando con un modelo de corrección de errores, para probar la hipótesis de elasticidad unitaria se aplica la siguiente prueba de restricción de coeficientes en el formato de corrección de errores: C(3)/C(2)=-1

<sup>2/</sup> Se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) con un nivel de significancia del 10%.

Finalmente no se encontró evidencia de que el tipo de cambio real y el consumo privado expliquen las importaciones en el largo plazo.

## 5. Pronósticos dentro y fuera de muestra

En esta sección se presentan los pronósticos dentro y fuera de muestra de las dos funciones estimadas. Para las variables PIB real de Costa Rica, consumo privado, formación bruta de capital fijo y tipo de cambio real se tomaron las estimaciones realizadas por el BCCR. Para transformar los valores reales de las estimaciones a valores nominales se tomaron las proyecciones hechas por el Fondo Monetario Internacional (FMI) para la inflación de Estados Unidos y se le aplicó ese mismo criterio para proyectar la variación del índice al productor industrial (IPPI) que fue el deflactor que se utilizó para transformar las importaciones regulares nominales en reales.

Como se observa en el cuadro 6 los pronósticos para las dos especificaciones presenta un mejor ajuste dentro de muestra en la ecuación que separa las elasticidades formación bruta de capital y consumo privado (ecuación 1), esto por cuanto, la ecuación fundamentada en el PIB real (ecuación 2) muestra una mayor raíz del error cuadrático medio de los pronósticos dentro muestra.

**Cuadro 6**  
**Ajuste de los pronósticos dentro de muestra para las ecuaciones de acuerdo a los estadísticos error medio, error cuadrático medio y la raíz del error cuadrático medio**

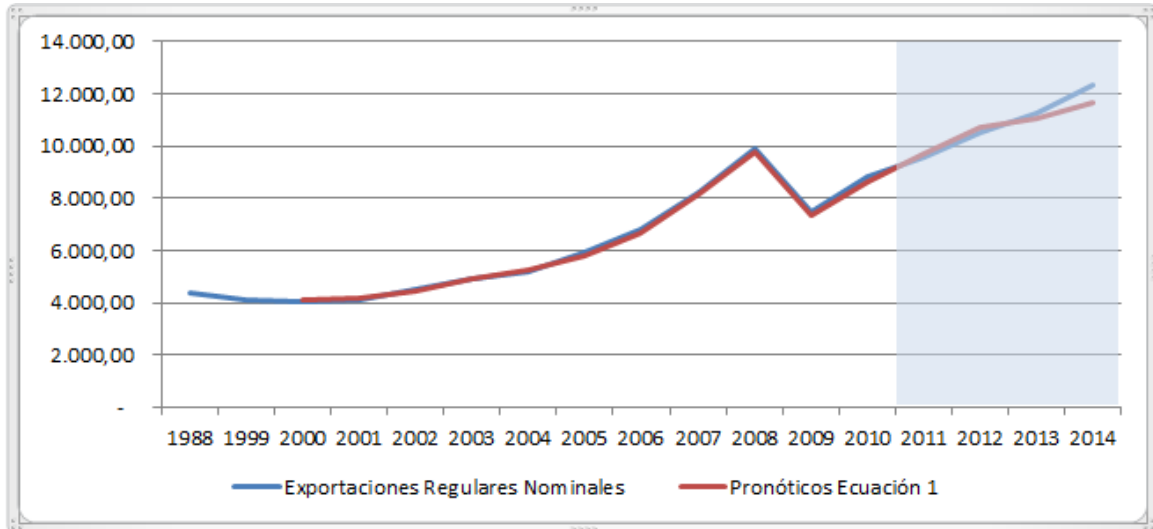
<b>Estadístico</b>	<b>Ecuación 1</b>	<b>Ecuación 2</b>
Error medio	5,1	17,9
Error cuadrático medio	673,9	1.981,6
Raíz del error cuadrático medio	26,0	44,5

**Cuadro 7**  
**Importaciones regulares nominales sin hidrocarburos y pronósticos 2011-2014**  
**-cifras en millones de dólares-**

Año	Importaciones		
	Regulares Nominales sin Hidrocarburos *	Pronóstico Ecuación 1	Pronóstico Ecuación 2
2000	4.046,10	4.111,51	4.135,05
2001	4.110,75	4.196,14	4.019,53
2002	4.545,04	4.427,44	4.295,69
2003	4.930,92	4.935,83	4.855,63
2004	5.175,26	5.243,96	5.428,13
2005	5.901,32	5.799,33	6.213,05
2006	6.792,95	6.664,76	6.993,34
2007	8.253,35	8.134,70	7.969,08
2008	9.916,36	9.760,14	9.078,60
2009	7.485,77	7.337,97	7.125,35
2010	8.832,98	8.616,82	8.725,85
2011	9.564,82	9.736,46	10.117,50
2012	10.515,52	10.735,78	10.958,82
2013	11.286,09	11.084,48	11.386,91
2014	12.352,03	11.676,57	12.132,62

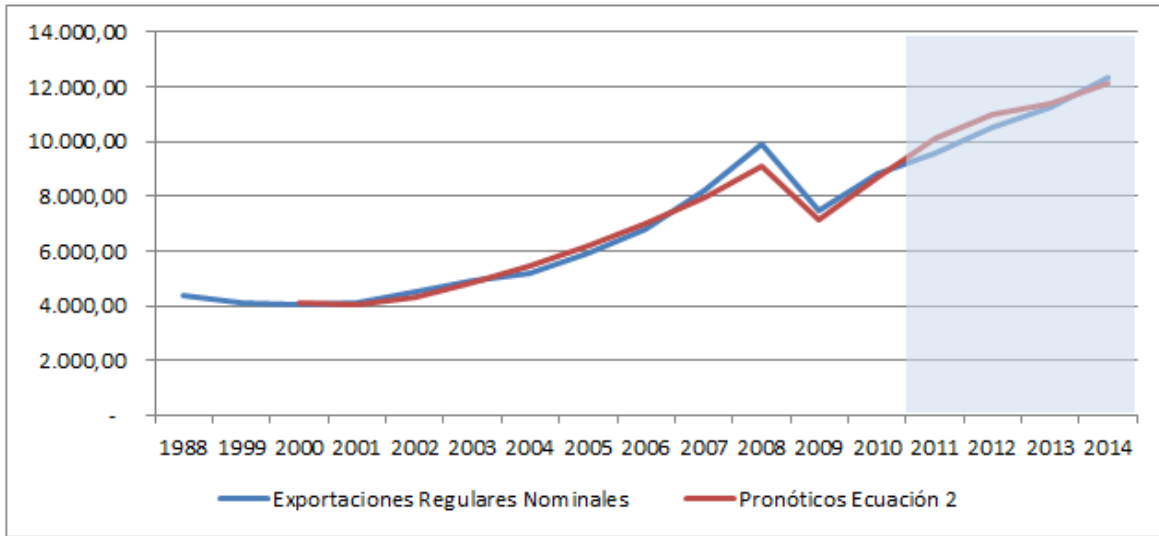
\* A partir del 2011 se presentan los pronósticos realizados por el Banco Central

**Gráfico 5**  
**Importaciones regulares nominales sin hidrocarburos y pronósticos: ecuación 1**  
**-cifras en millones de dólares-**



A partir del 2011 la línea azul y la roja muestran los pronósticos realizados por el BCCR y por el modelo respectivamente  
 Elaboración propia

**Gráfico 6**  
**Importaciones regulares nominales sin hidrocarburos y pronósticos: ecuación 2**  
**-cifras en millones de dólares-**



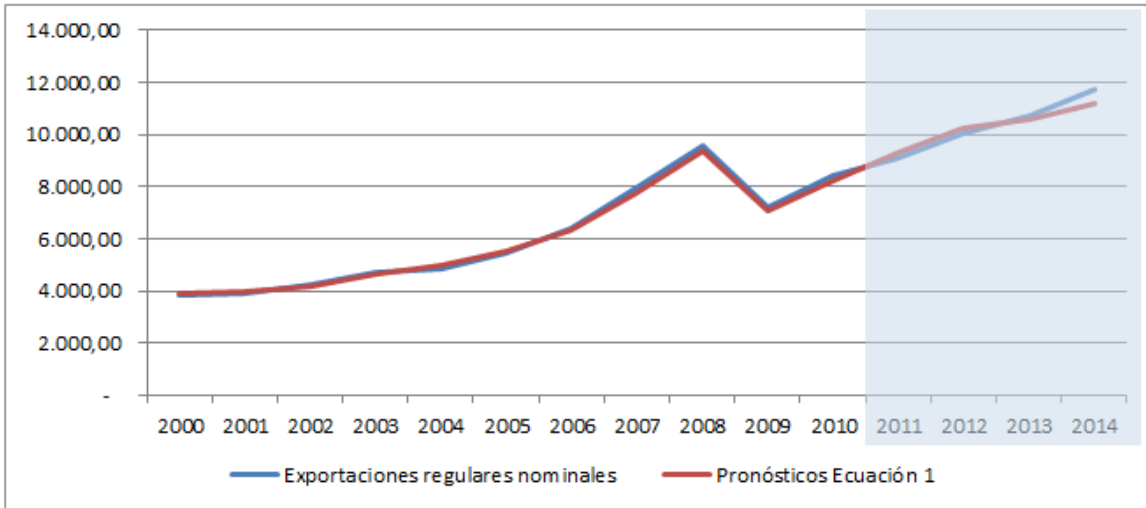
A partir del 2011 la línea azul y la roja muestran los pronósticos realizados por el BCCR y por el modelo respectivamente  
 Elaboración propia

**Cuadro 8**  
**Importaciones regulares nominales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales y pronósticos 2011-2014**  
**-cifras en millones de dólares-**

Año	Importaciones		
	Regulares Nominales *	Pronóstico Ecuación 1	Pronóstico Ecuación 2
2000	3.824,94	3.876,41	3.980,01
2001	3.887,17	3.958,79	3.943,22
2002	4.271,51	4.193,39	3.947,94
2003	4.692,24	4.674,66	4.478,01
2004	4.874,96	4.965,09	5.028,15
2005	5.486,48	5.495,28	5.787,55
2006	6.411,24	6.337,07	6.707,36
2007	7.954,72	7.761,59	7.753,18
2008	9.557,36	9.340,42	8.762,25
2009	7.202,59	7.057,97	6.798,15
2010	8.449,10	8.256,38	8.227,14
2011	9.133,21	9.303,35	9.650,43
2012	10.020,55	10.275,26	10.680,08
2013	10.729,13	10.614,13	11.301,07
2014	11.698,23	11.186,02	12.108,44

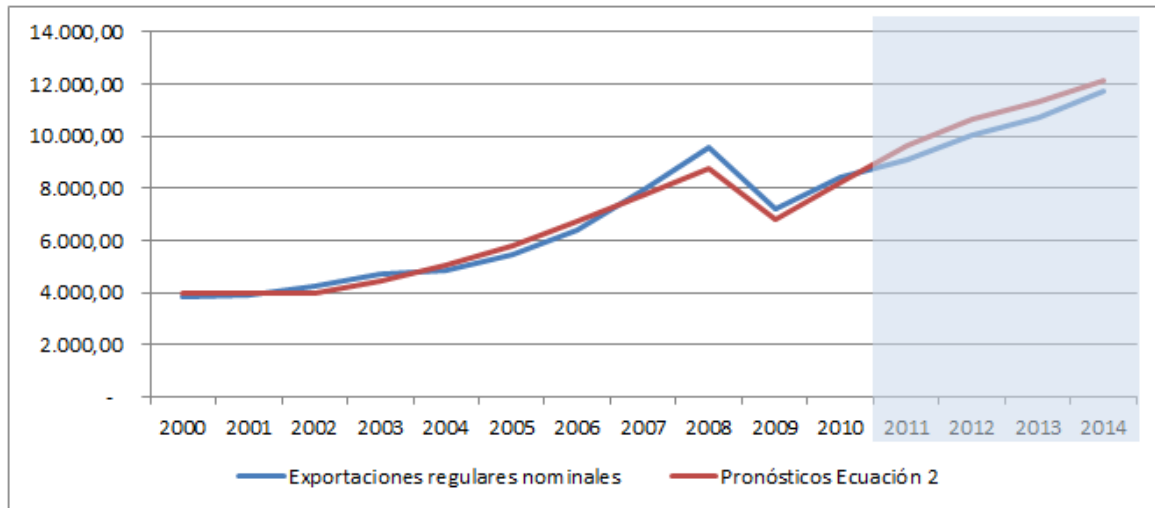
\* A partir del 2011 se presentan los pronósticos realizados por el Banco Central

**Gráfico 7**  
**Importaciones regulares nominales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales y pronósticos: ecuación 1**  
 -cifras en millones de dólares-



A partir del 2011 la línea azul y la roja muestran los pronósticos realizados por el BCCR y por el modelo respectivamente  
 Elaboración propia

**Gráfico 8**  
**Importaciones regulares nominales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales y pronósticos Ecuación 2**  
 -cifras en millones de dólares-



A partir del 2011 la línea azul y la roja muestran los pronósticos realizados por el BCCR y por el modelo respectivamente  
 Elaboración propia

## 6. Conclusiones

El presente trabajo logró obtener dos ecuaciones que determinan las importaciones regulares sin hidrocarburos y dos ecuaciones para las importaciones regulares sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales, una de las ecuaciones utiliza como determinante el PIB real y otra ecuación separa las elasticidades consumo privado y formación bruta de capital fijo para alcanzar mayor precisión en las estimaciones. En cada propuesta se realizaron varias especificaciones y se seleccionó aquella que mostró mejor ajuste, mayor estabilidad global e individual de los coeficientes y el menor error cuadrático medio de los pronósticos dentro de muestra.

Ambas ecuaciones cumplen con todas las propiedades econométricas deseadas y se logra obtener una relación de largo plazo entre las importaciones y la formación bruta de capital fijo (en el caso de la primera ecuación) y el PIB real (en la segunda ecuación). No se encontró evidencia estadística de una relación de largo plazo entre las importaciones regulares con el consumo privado y el tipo de cambio real para el caso de Costa Rica, sin embargo, para la primera ecuación el consumo privado resultó significativo en el corto plazo.

Los pronósticos dentro de muestra indican que tomando en cuenta la raíz del error cuadrático como un estadístico de precisión de los pronósticos, la ecuación que separa las elasticidades consumo privado y formación bruta de capital fijo muestra un mejor ajuste dentro que muestra que aquella fundamentada en el PIB real como variable determinante. Lo anterior sugiere, que para efectos de precisión de las estimaciones y de los pronósticos, resulta conveniente separar las elasticidades por componentes del PIB que estimarlo en forma agregada.

## 7. Referencias bibliográficas:

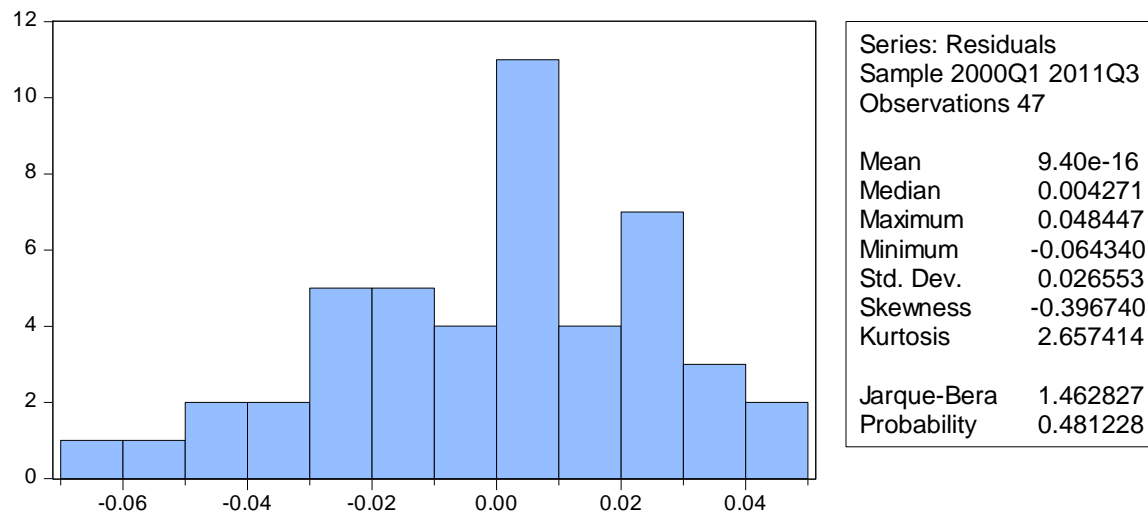
- Almarza Eduardo et al. (2006). *Documento Final para el Seminario Interamericano de Macroeconomía Aplicada*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Aravena C (2005). *“Demanda de Exportaciones e Importaciones de Bienes y Servicios para Argentina y Chile”*. División Estadística y Proyecciones Económicas de la CEPAL.
- Castro A; Serrano R. et al (2010). *Documento Final para el Seminario Interamericano de Macroeconomía Aplicada*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Coeymans J (2008). *“Determinantes de la Inversión en Paraguay”*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Coeymans J. *“Apuntes de clase del curso Teoría Econométrica I”*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Mora C, Torres C (2008). *“Estimación de Funciones de Demanda por Exportaciones e Importaciones de Bienes y Servicios para Costa Rica, período 1991-2006”*. Documento de investigación del Banco Central de Costa Rica.
- Pesaran H, Shin Y, Smith R (1999). *“Bounds Testing Approaches to the Analysis of Long Run Relationships”*.
- Rau T. *“Apuntes de clase del curso Teoría Econométrica I”*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Sachs J, Larraín F (2002). *“Macroeconomía en la Economía Global”*. Segunda Edición. Prentice Hall, Argentina.
- Serrano R. (2011). *“Estimación de la función de exportaciones regulares para Costa Rica: 2000-2011q2”*. Documento de Investigación del Banco Central de Costa Rica

## 8. Anexos

### 8.1 Pruebas econométricas aplicadas a la función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos

#### 8.1.1 Ecuación 1

##### Prueba de normalidad de los residuos



##### Prueba para probar ausencia de autocorrelación.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

---

F-statistic	3.564935	Prob. F(2,37)	0.0384
Obs*R-squared	7.593584	Prob. Chi-Square(2)	0.0224

---

##### Prueba para probar ausencia de heteroscedasticidad.

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

---

F-statistic	0.357774	Prob. F(7,39)	0.9210
Obs*R-squared	2.836027	Prob. Chi-Square(7)	0.8997
Scaled explained SS	1.618247	Prob. Chi-Square(7)	0.9779

---

## Prueba de Wald para probar relación de largo plazo y cointegración

Wald Test:

Equation: REG5

Test Statistic	Value	df	Probability
t-statistic	5.809255	39	0.0000
F-statistic	33.74745	(1, 39)	0.0000
Chi-square	33.74745	1	0.0000

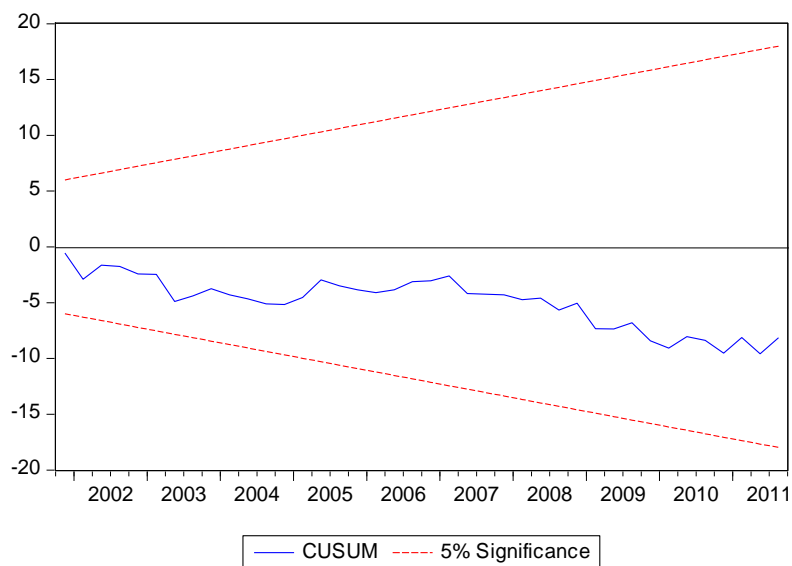
Null Hypothesis:  $C(3)=0$

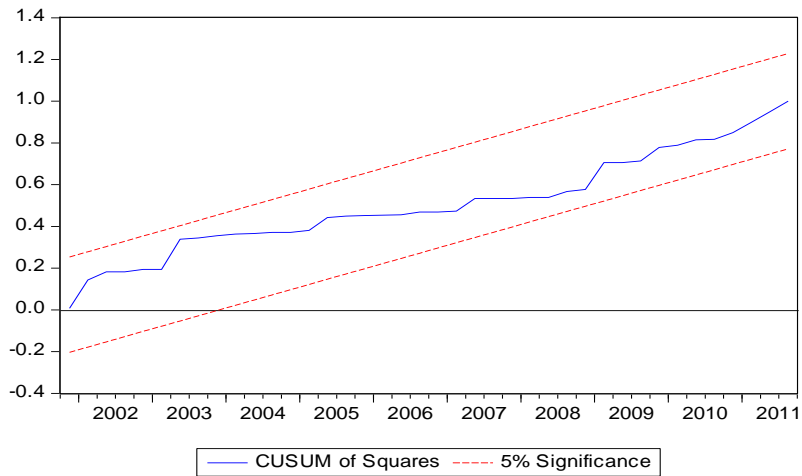
Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(3)	0.432430	0.074438

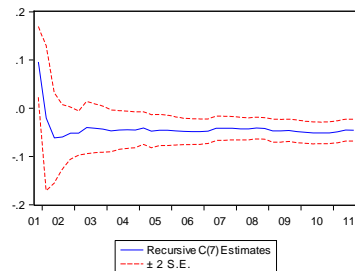
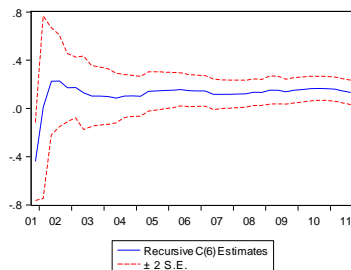
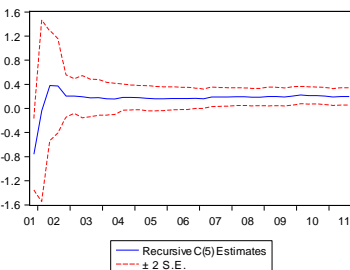
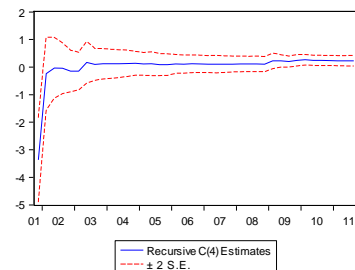
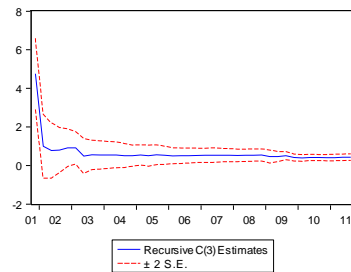
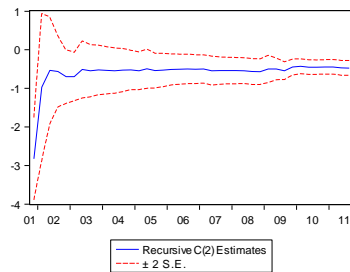
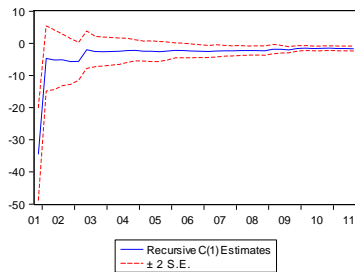
Restrictions are linear in coefficients.

## Prueba de estabilidad global de los coeficientes





### Prueba de estabilidad individual de los coeficientes.



Prueba de restricción de coeficientes para determinar la elasticidad unitaria de las importaciones con respecto a la formación bruta de capital fijo

Wald Test:  
Equation: REG5

Test Statistic	Value	df	Probability
t-statistic	2.443503	39	0.0192
F-statistic	5.970708	(1, 39)	0.0192
Chi-square	5.970708	1	0.0145

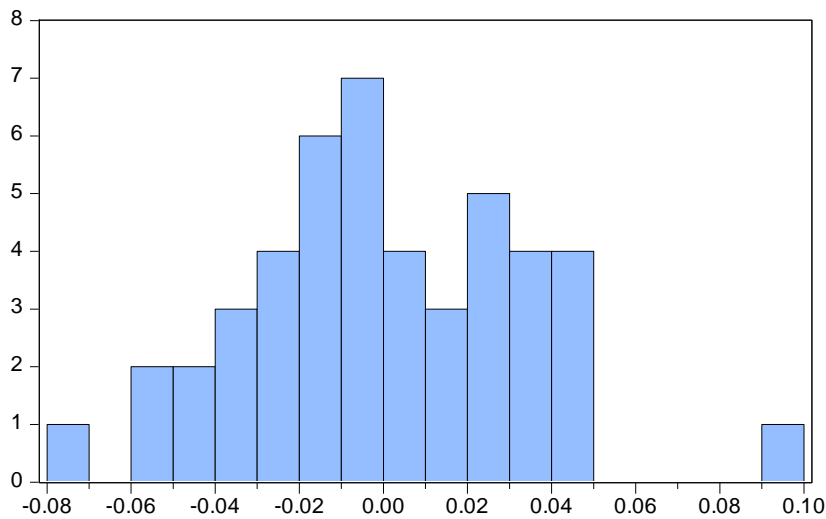
Null Hypothesis:  $C(3)/C(2)=-1$   
Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
$1 + C(3)/C(2)$	0.126200	0.051647

Delta method computed using analytic derivatives.

### 8.1.2 Ecuación 2

Prueba de normalidad de los residuos.



Series: Residuals	
Sample 2000Q1 2011Q2	
Observations 46	
Mean	4.22e-16
Median	-0.002855
Maximum	0.090005
Minimum	-0.076038
Std. Dev.	0.033167
Skewness	0.143450
Kurtosis	3.046023
Jarque-Bera	0.161823
Probability	0.922275

### Prueba para probar ausencia de autocorrelación.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.291192	Prob. F(2,35)	0.7492
Obs*R-squared	0.752891	Prob. Chi-Square(2)	0.6863

### Prueba para probar ausencia de heteroscedasticidad.

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.645968	Prob. F(8,37)	0.7341
Obs*R-squared	5.637391	Prob. Chi-Square(8)	0.6878
Scaled explained SS	3.731183	Prob. Chi-Square(8)	0.8805

### Prueba de Wald para probar relación de largo plazo y cointegración.

Wald Test:

Equation: REG9

Test Statistic	Value	df	Probability
t-statistic	4.152176	37	0.0002
F-statistic	17.24057	(1, 37)	0.0002
Chi-square	17.24057	1	0.0000

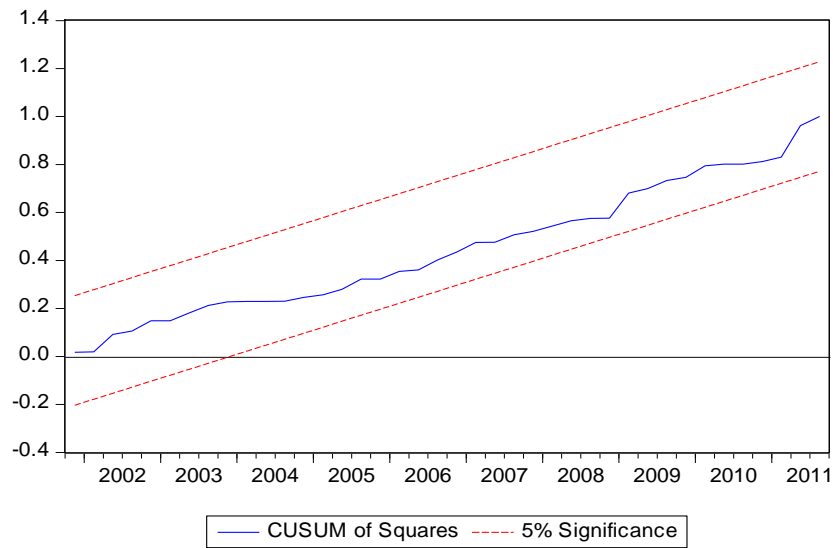
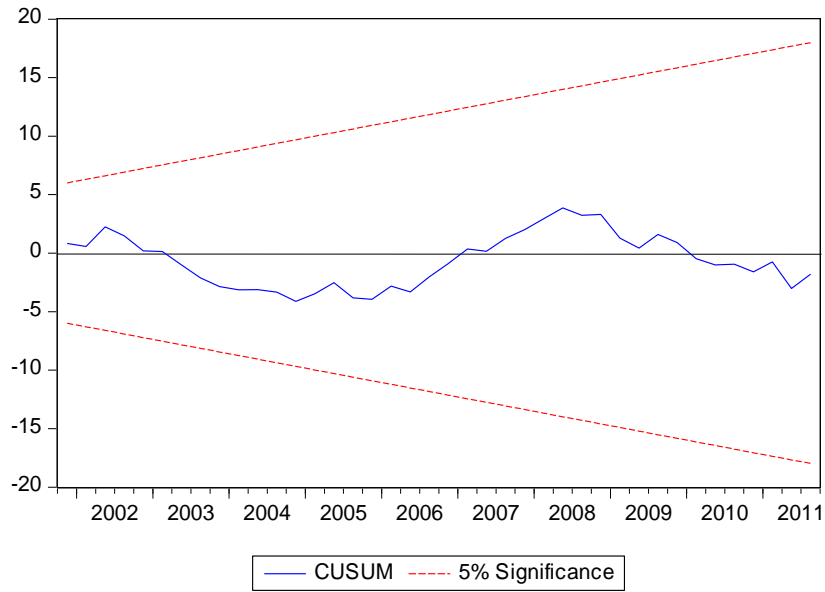
Null Hypothesis: C(3)=0

Null Hypothesis Summary:

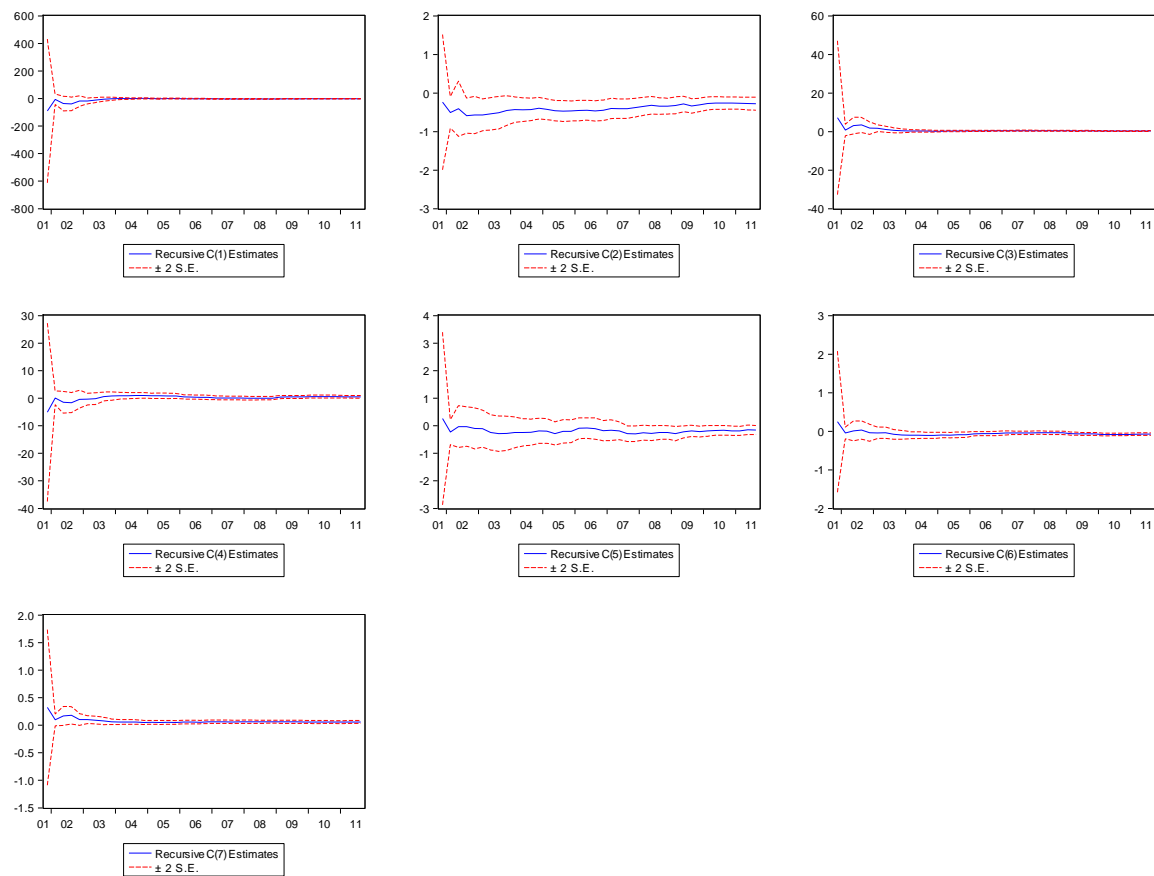
Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(3)	0.275394	0.066325

Restrictions are linear in coefficients.

### Prueba de estabilidad global de los coeficientes.



## Prueba de estabilidad individual de los coeficientes.



## Prueba de restricción de coeficientes para determinar la elasticidad unitaria de las importaciones con respecto a al PIB

Wald Test:  
Equation: REG7

Test Statistic	Value	df	Probability
t-statistic	-0.094408	40	0.9253
F-statistic	0.008913	(1, 40)	0.9253
Chi-square	0.008913	1	0.9248

Null Hypothesis:  $C(3)/C(2)=-1$   
Null Hypothesis Summary:

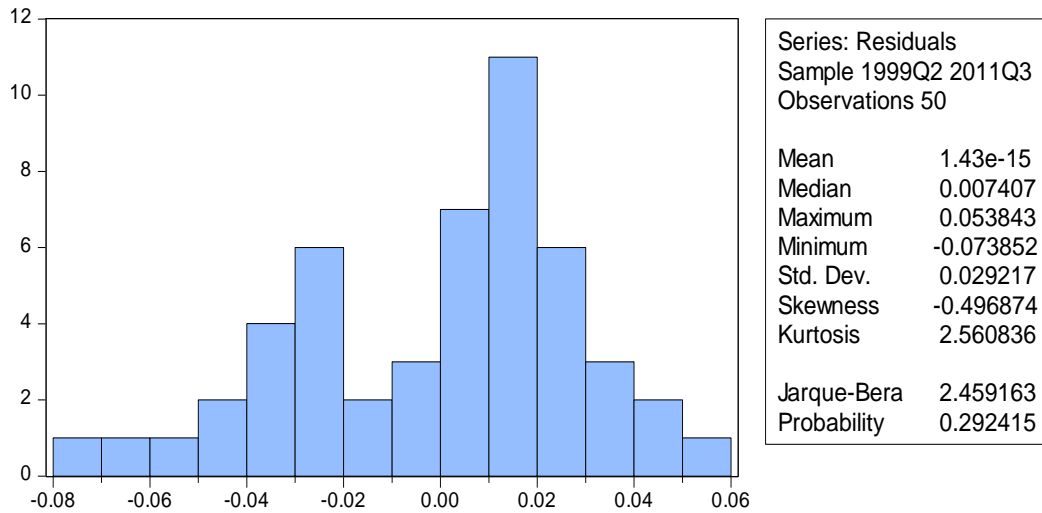
Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
$1 + C(3)/C(2)$	-0.015246	0.161488

Delta method computed using analytic derivatives.

## 8.2 Pruebas econométricas aplicadas a la función de importaciones regulares reales sin hidrocarburos y sin bienes de capital de regímenes especiales

### 8.2.1 Ecuación 1

#### Prueba de normalidad de los residuos.



#### Prueba para probar ausencia de autocorrelación.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

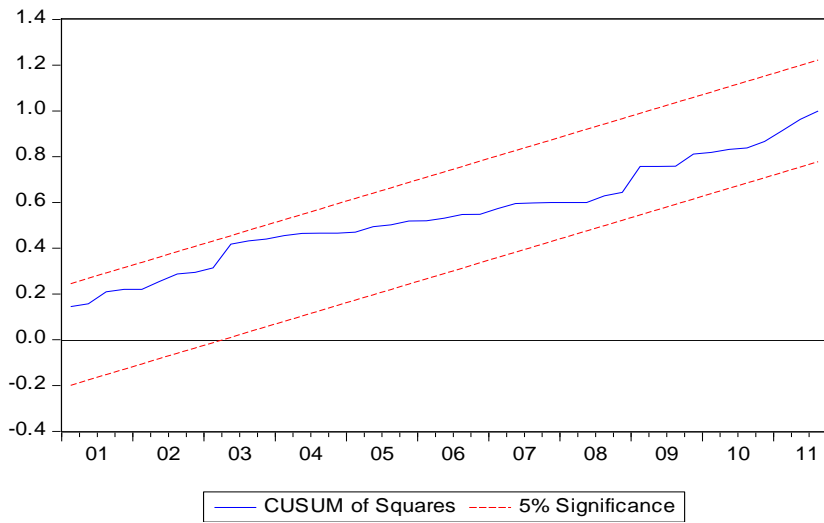
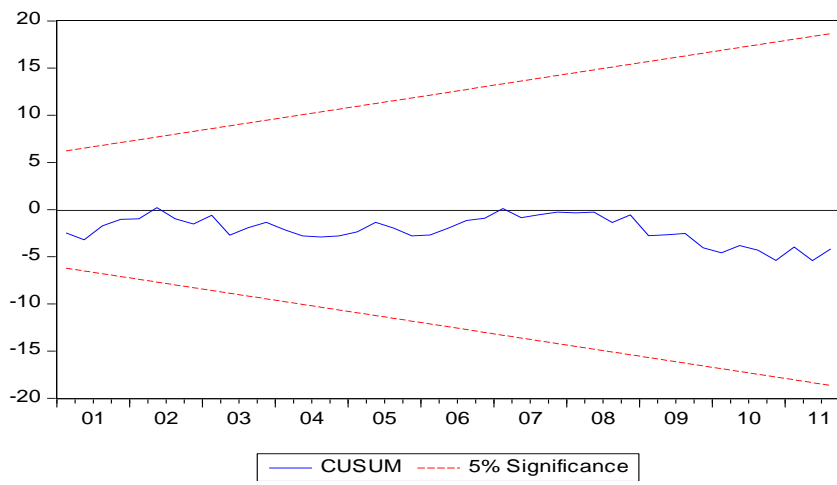
F-statistic	6.643288	Prob. F(2,40)	0.0032
Obs*R-squared	12.46710	Prob. Chi-Square(2)	0.0020

#### Prueba para probar ausencia de heteroscedasticidad.

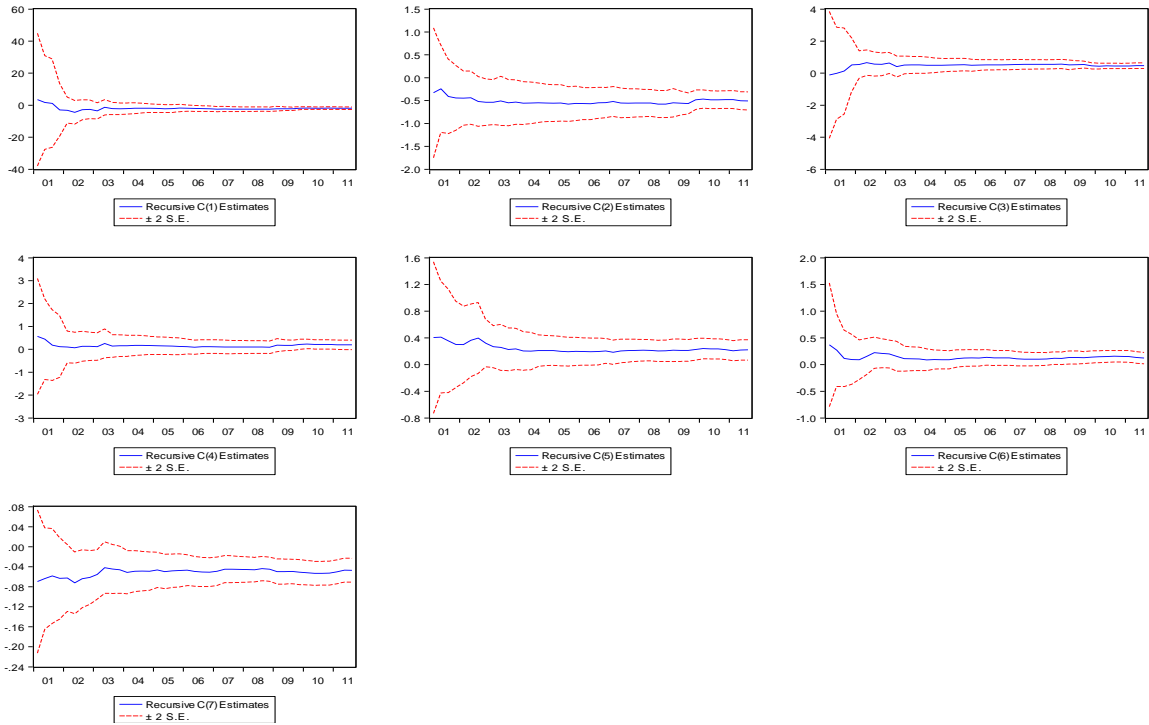
Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.173957	Prob. F(7,42)	0.9892
Obs*R-squared	1.408801	Prob. Chi-Square(7)	0.9853
Scaled explained SS	0.775774	Prob. Chi-Square(7)	0.9977

Prueba de estabilidad global de los coeficientes.



## Prueba de estabilidad individual de los coeficientes.



## Prueba de Wald para probar relación de largo plazo y cointegración

Wald Test:

Equation: REG5

Test Statistic	Value	df	Probability
t-statistic	6.165410	42	0.0000
F-statistic	38.01228	(1, 42)	0.0000
Chi-square	38.01228	1	0.0000

Null Hypothesis:  $C(3)=0$

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(3)	0.474913	0.077029

Restrictions are linear in coefficients.

Prueba de restricción de coeficientes para determinar la elasticidad unitaria de las importaciones con respecto a la formación bruta de capital fijo

Wald Test:  
Equation: REG5

Test Statistic	Value	df	Probability
t-statistic	1.564730	42	0.1252
F-statistic	2.448379	(1, 42)	0.1252
Chi-square	2.448379	1	0.1176

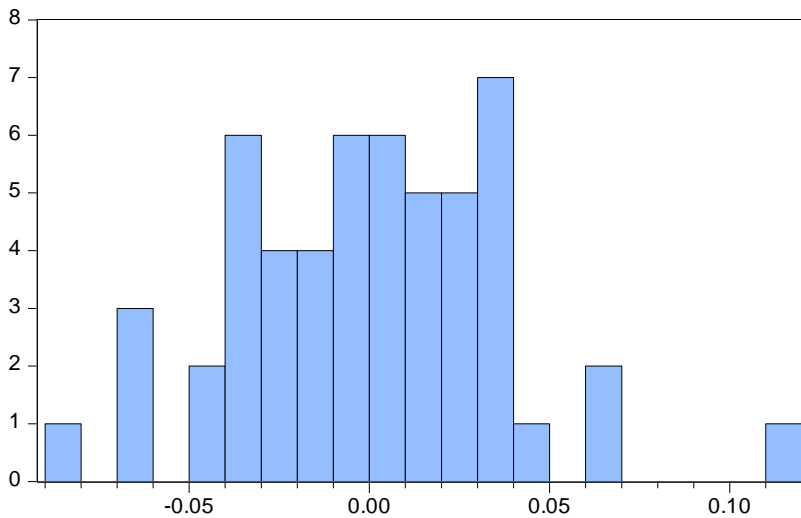
Null Hypothesis:  $C(3)/C(2)=-1$   
Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
$1 + C(3)/C(2)$	0.064981	0.041529

Delta method computed using analytic derivatives.

### 8.2.2 Ecuación 2

Prueba de normalidad de los residuos.



Series: Residuals	
Sample 1998Q3 2011Q3	
Observations 53	
Mean	1.71e-16
Median	0.001127
Maximum	0.116413
Minimum	-0.083794
Std. Dev.	0.037275
Skewness	0.212626
Kurtosis	3.619266
Jarque-Bera	1.246229
Probability	0.536272

### Prueba para probar ausencia de autocorrelación.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

---

---

F-statistic	1.036851	Prob. F(2,43)	0.3633
Obs*R-squared	2.438365	Prob. Chi-Square(2)	0.2955

---

---

### Prueba para probar ausencia de heteroscedasticidad.

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

---

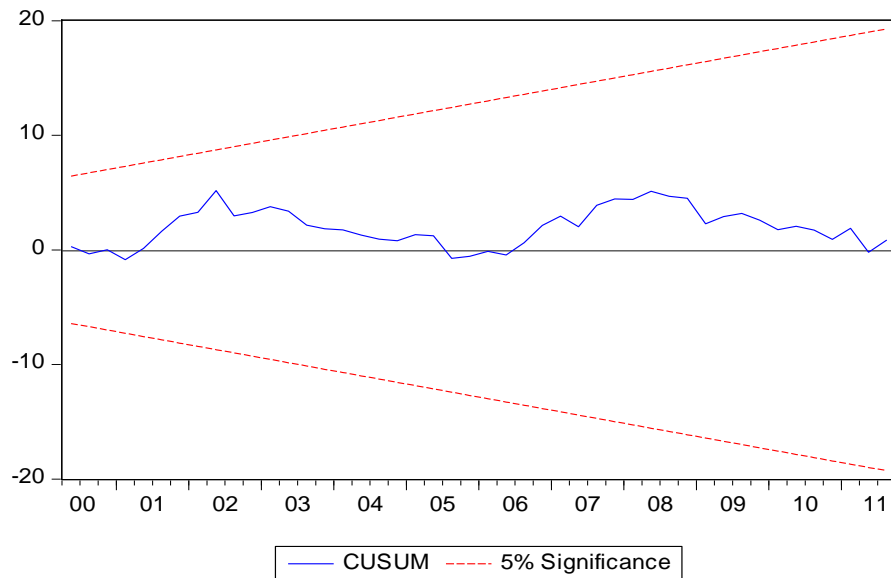
---

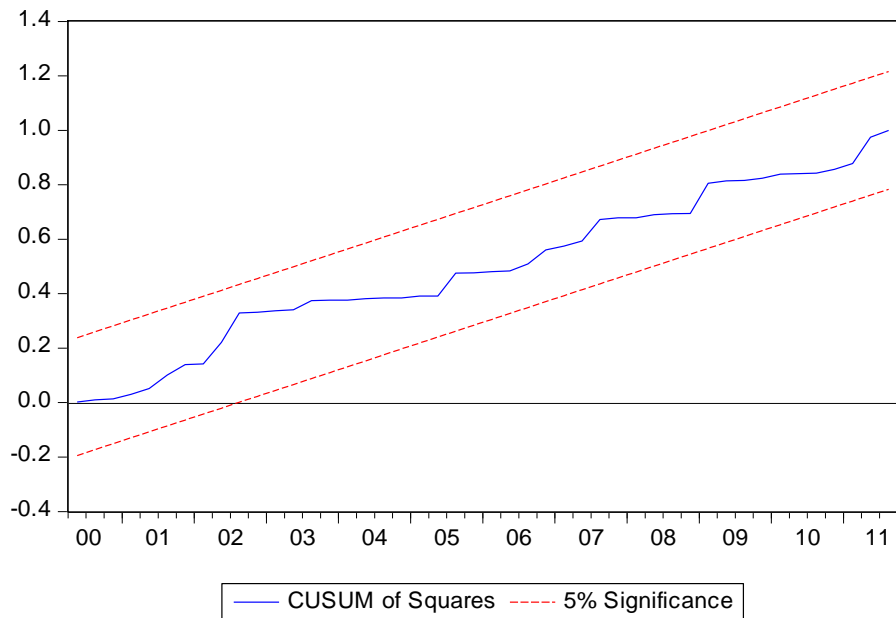
F-statistic	0.451593	Prob. F(7,45)	0.8638
Obs*R-squared	3.478757	Prob. Chi-Square(7)	0.8375
Scaled explained SS	3.284332	Prob. Chi-Square(7)	0.8575

---

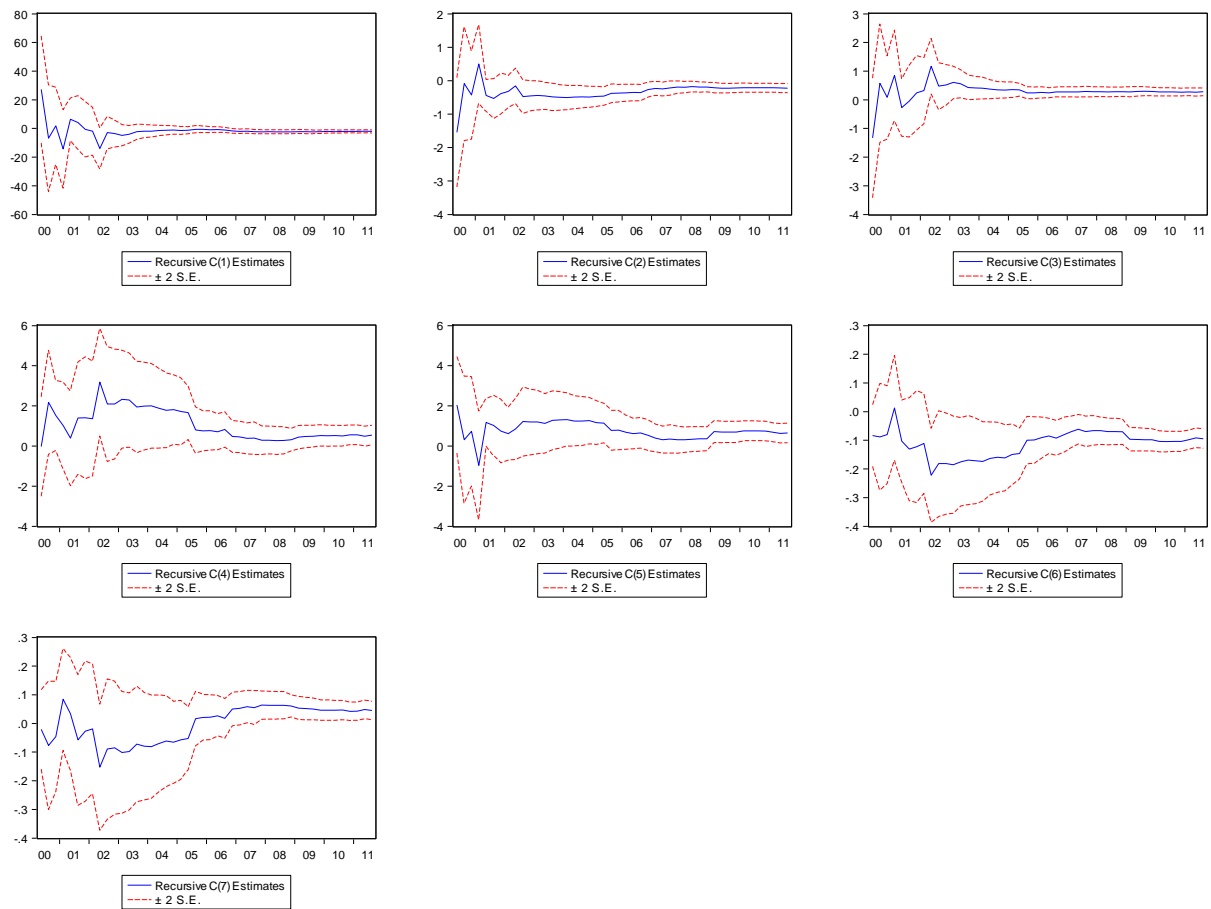
---

### Prueba de estabilidad global de los coeficientes.





**Prueba de estabilidad individual de los coeficientes.**



### Prueba de Wald para probar relación de largo plazo y cointegración.

Wald Test:

Equation: REG9

Test Statistic	Value	df	Probability
t-statistic	3.972347	45	0.0003
F-statistic	15.77954	(1, 45)	0.0003
Chi-square	15.77954	1	0.0001

Null Hypothesis:  $C(3)=0$

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(3)	0.278634	0.070143

Restrictions are linear in coefficients.

### Prueba de restricción de coeficientes para determinar la elasticidad unitaria de las importaciones con respecto a al PIB

Wald Test:

Equation: REG9

Test Statistic	Value	df	Probability
t-statistic	-1.351834	45	0.1832
F-statistic	1.827456	(1, 45)	0.1832
Chi-square	1.827456	1	0.1764

Null Hypothesis:  $C(3)/C(2)=-1$

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
$1 + C(3)/C(2)$	-0.252437	0.186736

Delta method computed using analytic derivatives.