

Capacitación especializada

Proyecto CONACYT PINV18-1827

“Evaluación del impacto de políticas públicas en variables socioeconómicas y energéticas fundamentales del Paraguay: un enfoque basado en Sistemas Dinámicos”

M. Sc. Sergio Legal Cañisá

sergiolegal@gmail.com

Propósito y estructura de la exposición

Propósito

- Dar a conocer los resultados del análisis de causalidad entre la el Producto Interno Bruto y la Demanda de energía eléctrica en Paraguay.

Estructura

1. Criterios básicos
2. Modelo a considerar
3. Análisis y evaluación de datos:
 - Aplicación de MCO
 - Evaluación gráfica
 - Modelo VAR y VECM
 - Evaluación de estacionariedad de las series
 - Determinación del rezago óptimo
 - Aplicación del Modelo VAR
 - Estimación de la causalidad de Granger – Largo plazo
 - Aplicación del Modelo VECM
 - Estimación de la causalidad de Granger – Corto Plazo
4. Resumen de resultados
5. Reflexiones y comentarios

1. Criterios básicos

Este apartado incluye una breve descripción del software econométrico y la selección preliminar de variables dependiente e independientes.

1.1 Utilización de software econométrico

- **STata** se considera un paquete ampliamente extendido por sus potencialidades que van desde la simple manipulación de datos, hasta la aplicación de técnicas de estimación más complicadas (Banks, 1996).
- Además, cuenta con herramientas predefinidas más adecuadas de cálculo automatizado, velocidad en el proceso de datos, programación eficiente e inteligente (Reyes, 2018).
- Esta herramienta permite la estimación de parámetros con observaciones de series de tiempo, de corte transversal y datos panel (Ferral, 1994).



The screenshot shows the Stata/MP 13.0 interface. The main window displays the Stata logo and version information. The command editor at the bottom contains two lines of text. On the right, there are two panels: 'Variables' and 'Properties'. The 'Variables' panel is empty, and the 'Properties' panel shows details for the current variable.

Historial de instrucciones

Ventana de Resultados

Editor de comandos

Lista de variables

Características de las variables

Stata/MP 13.0 (R)
Statistics/Data Analysis
MP - Parallel Edition

Copyright 1985-2013 StataCorp LP
StataCorp
4905 Lakeway Drive
College Station, Texas 77845 USA
800-STATA-PC <http://www.stata.com>
979-696-4600 stata@stata.com
979-696-4601 (fax)

1. (/v# option or -set maxvar-) 5000 maximum variables
2. New update available; type `-update all-`

Variable	Label
There are no items to show.	

Properties	
Variables	
Name	
Label	
Type	
Format	
Value Label	
Notes	
Data	
Filename	
Label	
Notes	
Variables	0
Observations	0
Size	0
Memory	64M
Sorted by	

1.2 Identificación de variables

Para el análisis econométrico se consideró como marco de referencia la teoría económica relacionada al Ingreso Total que se da por la siguiente ecuación

$$IT = P * Q,$$

donde P corresponde al precio y Q hace referencia a la cantidad de bienes o servicios, además se consideró la robustez estadística de las variables seleccionadas. A partir del análisis anterior se ha seleccionado las siguientes variables para utilizar en la formulación de los modelos a evaluar:

- **Producto Interno Bruto constante per cápita:** es equivalente al promedio del ingreso total de la economía . En total se cuenta con 29 observaciones correspondiente al año 1991 hasta el 2019, donde el PIB se mide en guaraníes constantes.
- **Tarifa promedio de electricidad:** actúa como proxy del precio de la electricidad. Se dispone de un total de 28 observaciones, correspondiente al siguiente periodo 1991 al 2018, donde la tarifa de la electricidad promedio se mide en guaraníes por KWh.
- **Demanda de energía eléctrica per cápita:** es un equivalente al consumo de electricidad estimado por persona. En total se cuenta con 29 observaciones, desde el año 1991 al 2019), donde la demanda de electricidad se mide en MWh.

Vale mencionar que a fin de facilitar las interpretaciones y suavizar las series para el análisis econométrico se tomaron las series en sus valores logarítmicos.

Además, se consideró valores per cápita para el PIB y de la demanda de energía eléctrica para tener un indicador más preciso de la prosperidad económica y de la demanda promedio de energía eléctrica.

Y finalmente es importante recordar las fuente de datos, la cuales corresponden Banco del Central del Paraguay (BCP) y la Administración Nacional de Electricidad (ANDE)

2. Modelo a considerar

Este apartado se propone el modelo econométrico y los supuestos a priori esperados.

2.1 Determinación de modelo general

$$\log Y_t = b_0 + b_1 \log X_t + b_2 \log Z_t + u_t$$

Dónde:

Y_t = Logaritmo del Producto Interno Bruto constante per cápita
(log_PIBpc_Constante)

X_t = Logaritmo de la Demanda de Energía Eléctrica per cápita
(log_Demanda_PC_Sectores)

Z_t = Logaritmo de la Tarifa de la electricidad
(log_Tarifa_Con_Exportación)

2.2 Supuestos iniciales

El modelo anterior a priori espera que se cumplan los siguientes supuestos:

- Se espera una relación directa entre el Logaritmo de PIB per cápita y la Demanda de Electricidad per cápita. *Mayor es el Consumo de Electricidad mayor es crecimiento del PIB per cápita.*
- Se espera una relación inversa entre el Logaritmo PIB per cápita y el Logaritmo de la Tarifa de Electricidad per cápita. *Mayor es el Precio menor es el crecimiento del PIB per cápita.*

3. Análisis y evaluación:

En este apartado corresponde a la aplicación de varias pruebas de análisis econométrico e incluye la evaluación de los modelos acorde a las distintas metodologías econométricas.

3.1 Aplicación de MCO

Se aplica Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para calcular las relaciones de causalidad

```
. reg log_PIBpc_Constante log_DemandaPC_Sectores log_Tarifa_Con_Exportacin
```

Source	SS	df	MS			
Model	.43490248	2	.21745124	Number of obs =	28	
Residual	.043077355	25	.001723094	F(2, 25) =	126.20	
Total	.477979835	27	.017702957	Prob > F	= 0.0000	
				R-squared	= 0.9099	
				Adj R-squared	= 0.9027	
				Root MSE	= .04151	

log_PIBpc_Constante	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf. Interval]	
log_DemandaPC_Sectores	.5292846	.0416012	12.72	0.000	.4436054	.6149638
log_Tarifa_Con_Exportacin	-.13318	.0243545	-5.47	0.000	-.1833391	-.0830209
_cons	10.36471	.4687937	22.11	0.000	9.399216	11.33021

Los resultados observados inicialmente podrían ser alentadores, puesto cumplen con las relaciones apriorísticas y se muestra una significancia estadística en los coeficientes (b0, b1 y b2). Sin embargo, las series de tiempo podrían estar compartiendo la misma tendencia determinística, lo que podría ser sinónimo de una regresión espuria. Para verificar la existencia de una misma tendencia determinística se lleva a cabo un análisis gráfico y se analiza la relación entre el R² y el coeficiente de Durbin-Watson.

3.2 Evaluación gráfica

Se evalúa la presencia de tendencia determinística

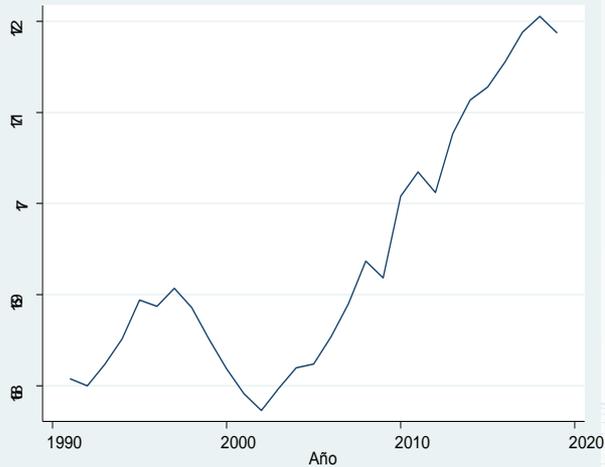


Gráfico del logaritmo del PIB constante per cápita en niveles

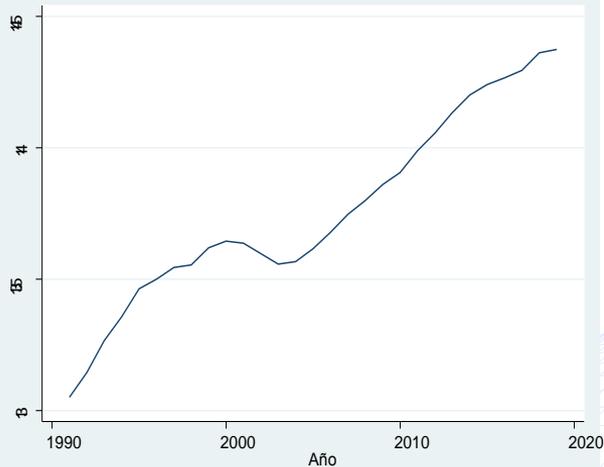


Gráfico del logaritmo de la demanda de energía eléctrica per cápita en niveles

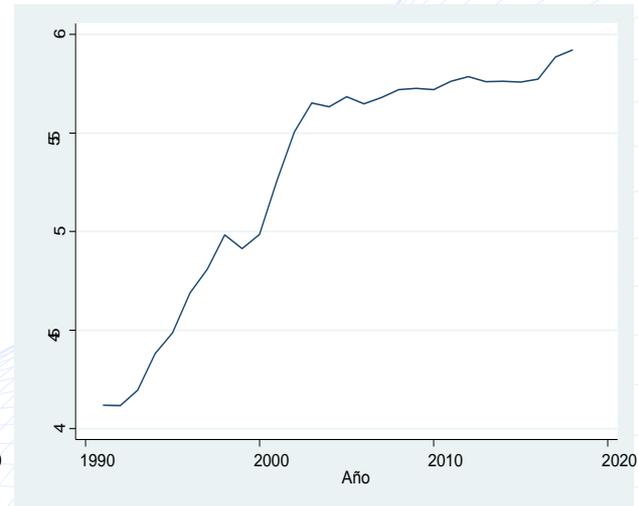


Gráfico del logaritmo de la tarifa de la electricidad en niveles

En los 3 (tres) gráfico se observa la misma tendencia determinística en el tiempo, una tendencia positiva creciente. Además en el análisis de la relación entre el R^2 y Durbin Watson se encuentra que el R^2 es mayor que el DW, donde el valor de R^2 es 0,90 y el DW es igual 0,70.

Estos resultados confirman que en la regresión que aplica MCO la variable dependiente estaría explicada por los componentes de la serie (en este caso la tendencia determinística) más no por las variables independientes, lo cual confirma la presencia de una regresión espuria.

A partir de este resultado, es necesario explorar otra metodología de análisis, la cual permita identificar la causalidad. Para ello se optó por el **Modelo de Causalidad de Granger** a partir de un **Modelo Vectores Auto Regresivos** (VAR) y **Modelo de Vectores de Corrección de Errores** (VECM).

3.3 Modelo VAR y VECM

Un modelo VAR muestra la interacción entre las variables considerando los rezagos de las mismas y las demás, de igual manera, un modelo VECM muestra las interacciones entre las variables pero aplicando un mecanismo de corrección de errores temporales.

Modelo VAR

$$\begin{aligned}\log Y_t &= b_1 \log Y_{t-1} + b_2 \log X_{t-1} + b_3 \log Z_{t-1} + U_t \\ \log X_t &= b_1 \log X_{t-1} + b_2 \log Y_{t-1} + b_3 \log Z_{t-1} + D_t \\ \log Z_t &= b_1 \log Z_{t-1} + b_2 \log X_{t-1} + b_3 \log Y_{t-1} + H_t\end{aligned}$$

Modelo VECM

$$\begin{aligned}\Delta \log Y_t &= b_1 \Delta \log Y_{t-1} + b_2 \Delta \log X_{t-1} + b_3 \Delta \log Z_{t-1} + b_4 MCE_{t-1} + U_t \\ \Delta \log X_t &= b_1 \Delta \log X_{t-1} + b_2 \Delta \log Y_{t-1} + b_3 \Delta \log Z_{t-1} + b_4 MCE_{t-1} + D_t \\ \Delta \log Z_t &= b_1 \Delta \log Z_{t-1} + b_2 \Delta \log X_{t-1} + b_3 \Delta \log Y_{t-1} + b_4 MCE_{t-1} + H_t\end{aligned}$$

Donde:

Y_t = Logaritmo del Producto Interno Bruto constante per cápita
(log_PIBpc_Constante)

X_t = Logaritmo de la Demanda de Energía Eléctrica per cápita
(log_Demanda_PC_Sectores)

Z_t = Logaritmo de la Tarifa de la electricidad
(log_Tarifa_Con_Exportación)

MCE_{t-1} = Mecanismo de Corrección de Errores Rezagado 1 periodo.

Causalidad de Granger

La causalidad de Granger no es un modelo de causalidad estricta, sino un modelo de causalidad temporal que busca identificar que variable antecede o precede a que variable. Se basa en la idea de que el tiempo no corre hacia atrás sino hacia adelante, es decir, el futuro no puede causar al pasado.

La causalidad de Granger se define como: **si un evento “A” ocurre después del evento “B”, entonces “A” no puede causar a “B”.**

Esto genera a dos implicancias:

- (i) la causa ocurre antes del efecto y
- (ii) la causa contiene información única y no está en las demás variable.

(Granger, 1969).

Supuestos para evaluar la Casualidad de Granger

- Se espera una relación bidireccional entre el **Logaritmo del Producto Interno Bruto per cápita** y el **Logaritmo de la Demanda de Energía Eléctrica per cápita**. Tanto para el **Largo Plazo** como para el **Corto Plazo**.
- Se espera una relación bidireccional entre el **Logaritmo del Producto Interno Bruto per cápita** y el **Logaritmo de la Tarifa de la electricidad**. Tanto para el **Largo Plazo** como para el **Corto Plazo**.
- Se espera una relación bidireccional entre el **Logaritmo de la Demanda de Energía Eléctrica per cápita** y el **Logaritmo de la Tarifa de la electricidad**. Tanto para el **Largo Plazo** como para el **Corto Plazo**.

3.4 Evaluación de estacionariedad de las series

Para generar el modelo VAR, VECM y la causalidad de Granger es necesario garantizar las variables estén integradas en el mismo orden, por ello se analiza primeramente el orden de integración de las series.

1. Logaritmo del Producto Interno Bruto constante per cápita en niveles

Dickey-Fuller test for unit root	Number of obs	=	28	
	———— Interpolated Dickey-Fuller ————			
Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical	
Statistic	Value	Value	Value	
Z(t)	-1.091	-4.352	-3.588	-3.233

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9306

Se verifica que no es estacionario en niveles.

2. Logaritmo del Producto Interno Bruto constante per cápita en primera diferencia

Dickey-Fuller test for unit root	Number of obs	=	27	
————— Z(t) has t-distribution —————				
Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical	
Statistic	Value	Value	Value	
Z(t)	-4.240	-2.485	-1.708	-1.316
p-value for Z(t) = 0.0001				

3. Logaritmo de la Demanda de Energía Eléctrica per cápita en niveles

Dickey-Fuller test for unit root	Number of obs	=	28	
————— Interpolated Dickey-Fuller —————				
Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical	
Statistic	Value	Value	Value	
Z(t)	-1.628	-4.352	-3.588	-3.233
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.7814				

Se verifica que es estacionario en primera diferencia.

Se verifica que no es estacionario en niveles.

4. Logaritmo de la Demanda de Energía Eléctrica per cápita en Primera Diferencias

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 27

————— Z(t) has t-distribution —————

Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	-2.345	-2.485	-1.708
			-1.316

p-value for Z(t) = 0.0136

5. Logaritmo de la Tarifa de la electricidad en niveles

. dfuller log_Tarifa_Con_Exportacin , trend

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 27

————— Interpolated Dickey-Fuller —————

Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	-0.830	-4.362	-3.592
			-3.235

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9630

Se verifica que es estacionario en primera diferencias.

Se verifica que no es estacionario en niveles.

3.5 Determinación del rezago óptimo

Antes de realizar el análisis de cointegración es necesario identificar el número de rezagos óptimos. Este paso se realiza para identificar la influencia del tiempo en las variables de análisis, a través de sus rezagos. Es decir, en cuanto tiempo el rezago de las variables terminan influenciando la interacción entre las variables.

Para ello, se consideran los criterios de información de FPE (el Error de Predicción Final), AIC (el criterio de información de Akaike), SBIC (el criterio de información Bayesiano) y HAIC(el criterio de información de Hannan y Quinn).

```
. varsoc log_DemandaPC_Sectores log_PIBpc_Constante log_Tarifa_Con_Exportacin ,maxlag(6)
```

Selection-order criteria

Sample: 1997 - 2018

Number of obs = 22

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	40.4003				6.7e-06	-3.40002	-3.36498	-3.25125
1	135.123	189.45	9	0.000	2.8e-09	-11.193	-11.0528	-10.5979
2	147.975	25.703	9	0.002	2.1e-09	-11.5432	-11.2978	-10.5017
3	162.789	29.628	9	0.001	1.4e-09	-12.0717	-11.7213	-10.5839
4	178.255	30.932	9	0.000	1.1e-09	-12.6595	-12.2039	-10.7254
5	188.773	21.037	9	0.012	1.8e-09	-12.7976	-12.2368	-10.4171
6	224.507	71.468*	9	0.000	7.0e-10*	-15.2279*	-14.562*	-12.4012*

Endogenous: log_DemandaPC_Sectores log_PIBpc_Constante
log_Tarifa_Con_Exportacin

Exogenous: _cons

Se puede ver a través del *(asterisco), mediante el cual el sistema identifica el número óptimo de rezagos, que existe consenso entre criterios.

Por lo tanto, el rezago óptimo es de 6 períodos (años), es decir, los cambios de las variables rezagadas tardan 6 períodos en generar efecto en la interacción entre las variables (el logaritmo del PIB per cápita, el logaritmo del consumo de electricidad y logaritmo de la tarifa de electricidad).

3.6 Aplicación del Modelo VAR

MODELO DE VECTORES AUTO REGRESIVOS

Una vez identificada la presencia de cointegración entre las variables, el paso siguiente es construir el modelo VAR (Vectores Auto Regresivos) a fin de identificar el equilibrio de largo plazo entre las variables.

El cálculo del VAR es un insumo para la Causalidad de Granger.

```
. varbasic log_DemandaPC_Sectores log_PIBpc_Constante log_Tarifa_Con_Exportacin , lag(6) step(6)
```

Vector autoregression

Sample: 1997 - 2018	No. of obs	=	22
Log likelihood = 98.67591	AIC	=	-7.879628
FPE = 7.69e-08	HQIC	=	-7.739437
Det(Sigma_ml) = 2.55e-08	SBIC	=	-7.284514

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
log_DemandaPC_~s	4	.117993	0.8528	127.4668	0.0000
log_PIBpc_Cons~e	4	.075928	0.7486	65.51089	0.0000
log_Tarifa_Con~n	4	.115027	0.8991	196.0444	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
log_DemandaPC_Sectores						
log_DemandaPC_Sectores						
L6.	-.3467103	.3042664	-1.14	0.254	-.9430615	.2496409
log_PIBpc_Constante						
L6.	1.961749	.5561072	3.53	0.000	.8717987	3.051699
log_Tarifa_Con_Exportacin						
L6.	.426536	.0966163	4.41	0.000	.2371716	.6159004
_cons	-16.72579	6.786696	-2.46	0.014	-30.02747	-3.424108

log_PIBpc_Constante						
log_DemandaPC_Sectores						
L6.	-.3893863	.1957934	-1.99	0.047	-.7731344	-.0056382
log_PIBpc_Constante						
L6.	1.232984	.3578513	3.45	0.001	.5316087	1.93436
log_Tarifa_Con_Exportacin						
L6.	.2571566	.0621719	4.14	0.000	.1353018	.3790114
_cons	.1198162	4.367194	0.03	0.978	-8.439727	8.67936

log_Tarifa_Con_Exportacin							
log_DemandaPC_Sectores							
L6.	1.056038	.2966181	3.56	0.000	.4746771	1.637399	
log_PIBpc_Constante							
L6.	-1.225148	.5421283	-2.26	0.024	-2.2877	-.1625956	
log_Tarifa_Con_Exportacin							
L6.	.1894225	.0941876	2.01	0.044	.0048181	.3740269	
_cons	10.89436	6.616099	1.65	0.100	-2.072957	23.86167	

3.6.1 Evaluación de la estabilidad del Modelo VAR

El cálculo de la estabilidad se hace para garantizar que los resultados del VAR sean confiables, es decir, se analiza la dirección de los valores propios.

```
. varstable,graph
```

Eigenvalue stability condition

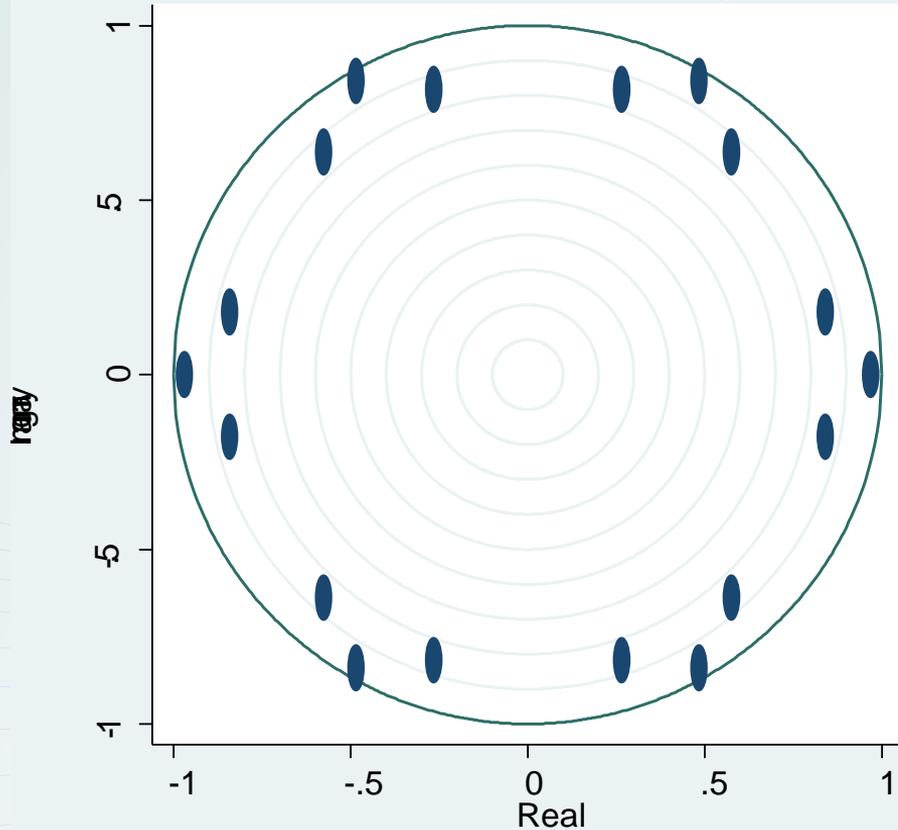
Eigenvalue	Modulus
-.9689448	.968945
-.4844724 + .8391308i	.968945
-.4844724 - .8391308i	.968945
.4844724 + .8391308i	.968945
.4844724 - .8391308i	.968945
.9689448	.968945
.8410771 + .1791157i	.859938
.8410771 - .1791157i	.859938
.5756573 + .6388363i	.859938
.5756573 - .6388363i	.859938

Continuación del cuadro

-.5756573 + .6388363i	.859938
-.5756573 - .6388363i	.859938
.2654198 + .817952i	.859938
.2654198 - .817952i	.859938
-.2654198 + .817952i	.859938
-.2654198 - .817952i	.859938
-.8410771 + .1791157i	.859938
-.8410771 - .1791157i	.859938

All the eigenvalues lie inside the unit circle.
VAR satisfies stability condition.

Roots of the companion matrix



Se verifica que todos los valores propios, están dentro del círculo unitario.

Por lo que **se confirma que el VAR es estable.**

3.6.2 Evaluación de la autocorrelación

```
. varlmar, mlag(12)
```

Lagrange-multiplier test

Considerando un nivel de significancia del 1 %, desde el rezago 3 no se puede rechazar la hipótesis nula de No Autocorrelación, por lo tanto, el modelo para la relación de largo plazo no tiene autocorrelación.

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	27.5967	9	0.00111
2	23.2995	9	0.00556
3	12.1266	9	0.20627
4	13.6385	9	0.13578
5	15.6043	9	0.07562
6	18.3779	9	0.03103
7	3.4052	9	0.94605
8	7.2574	9	0.61033
9	7.9282	9	0.54140
10	8.8782	9	0.44859
11	8.6408	9	0.47107
12	7.2924	9	0.60670

H0: no autocorrelation at lag order

3.7.3 Evaluación de la normalidad

Jarque-Bera test

Equation	chi2	df	Prob > chi2
|log_DemandaPC_Sectores|	2.916	2	0.23264
|log_PIBpc_Constante	1.584	2	0.45288
|log_Tarifa_Con_Exportacin|	0.047	2	0.97680
ALL	4.548	6	0.60299

H₀: Normalidad

H₁: Sin normalidad

Para todos los casos no se puede rechazar la hipótesis nula de normalidad. Por lo tanto, la series siguen una distribución normal.

Se concluye que el VAR cumple con los criterios de:

- Estabilidad,
- No autocorrelación y
- Normalidad

Lo cuales son necesarios para la estimación de la Causalidad de Granger.

3.7 Determinación de cointegración

Se determina si existe cointegración entre las variables.

A partir de la determinación de número óptimo de rezagos el paso siguiente es evaluar la cointegración entre las variables.

El análisis de cointegración consiste en identificar si las variables seleccionadas tienen una relación de largo plazo en sus interacciones. Es decir, que las variables estén cointegradas significa que aunque crezcan o decrezcan lo hacen de forma sincronizada y mantienen dicha relación a lo largo del tiempo.

Para ello, se utilizara la **Prueba de Johansen**, que mediante el cálculo de vectores de cointegración identifica la existencia o no de vectores de cointegración. Es decir, la presencia de una relación de largo plazo entre las variables analizadas.

```
. vecrank log_DemandaPC_Sectores log_PIBpc_Constante log_Tarifa_Con_Exportacin, lag(6)
```

Johansen tests for cointegration

```
Trend: constant          Number of obs =    22
Sample: 1997 - 2018      Lags =          6
```

		5%			
maximum		trace	critical		
rank	parms	LL	eigenvalue	statistic	value
0	48	176.73576	.	95.5433	29.68
1	53	212.74403	0.96213	23.5268	15.41
2	56	222.80929	0.59949	3.3963*	3.76
3	57	224.50742	0.14305		

H₀: No existe al menos 2 vectores de cointegración

H₁: Existe al menos 2 vectores de cointegración.

Se rechaza H₀ con 2 vectores de cointegración ya que el estadístico de trazas (3.396) es menor al 5% el cual se considera como nivel de significancia aceptable.

Por lo tanto, existe por lo menos 2 vectores de cointegración lo que confirma que la interrelación de largo plazo entre los logaritmos del PIBpc, Demanda del electricidad y la Tarifa de electricidad.

3.8 Estimación de la causalidad de Granger

LARGO PLAZO

Granger causality Wald tests

Es importante recordar que la causalidad de Granger **no muestra una causalidad en el sentido estricto, sino muestra una causalidad temporal**, es decir, en el tiempo que variable antecede a que variable, por ejemplo:

Un cambio en un sentido “a” antecede a un cambio en “b” o un cambio en “b” antecede a un cambio en “a”, además el cambio puede ser bidireccional, es decir, el cambio puede venir de los dos lados “a” y “b” y retroalimentarse.

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
log_DemandaPC_S~s	log_PIBpc_Const~e	12.444	1	0.000
log_DemandaPC_S~s	log_Tarifa_Con_~n	19.49	1	0.000
log_DemandaPC_S~s	ALL	20.651	2	0.000
log_PIBpc_Const~e	log_DemandaPC_S~s	3.9552	1	0.047
log_PIBpc_Const~e	log_Tarifa_Con_~n	17.108	1	0.000
log_PIBpc_Const~e	ALL	33.148	2	0.000
log_Tarifa_Con_~n	log_DemandaPC_S~s	12.675	1	0.000
log_Tarifa_Con_~n	log_PIBpc_Const~e	5.1071	1	0.024
log_Tarifa_Con_~n	ALL	13.478	2	0.001

3.8.1 Logaritmo del PIB pc y de la demanda de electricidad pc

Un cambio en el **Logaritmo Producto Interno Bruto (PIB) per cápita** antecede a un cambio en el **Logaritmo Demanda de Electricidad (Consumo) per cápita**.

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
-----+-----				
log_DemandaPC_Sectores	log_PIBpc_Constante	12.444	1	0.000

Un cambio en el **Logaritmo de la Demanda de Electricidad (Consumo) per cápita** antecede a un cambio en el **Logaritmo del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita**.

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
-----+-----				
log_PIBpc_Constante	log_DemandaPC_Sectores	3.9552	1	0.047

Se verifica causalidad en el sentido de Granger de tipo bidireccional, lo cual significa que en el largo plazo ambas variables se retroalimentan.

3.8.2 Logaritmo de la Tarifa de electricidad y la demanda de electricidad pc

Un cambio en el **Logaritmo de la Tarifa de Electricidad (Precio)** antecede a un cambio en **el Logaritmo de la Demanda en la Electricidad (Consumo) per cápita**.

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
-----+-----				
log_DemandaPC_Sectores	log_Tarifa_Con_Exportacion	19.49	1	0.000

Un cambio en el **Logaritmo de la Demanda en la Electricidad (Consumo) per cápita** antecede a un cambio en el **Logaritmo de la Tarifa de Electricidad (Precio)**.

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
-----+-----				
log_Tarifa_Con_Exportacion	log_DemandaPC_Sectores	12.675	1	0.047

Se verifica causalidad en el sentido de Granger de tipo bidireccional, lo cual significa que en el largo plazo ambas variables se retroalimentan.

3.8.3 Logaritmo de la Tarifa de electricidad y el PIB pc

Un cambio en el **Logaritmo de la Tarifa de Electricidad (Precio)** antecede a un cambio el **Logaritmo del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita**.

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
-----+-----				
log_PIBpc_Constante	log_Tarifa_Con_Exportacion	17.108	1	0.000

Un cambio en el **Logaritmo del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita** antecede a un cambio en el **Logaritmo de la Tarifa de Electricidad (Precio)**.

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
-----+-----				
log_Tarifa_Con_Exportacio	log_PIBpc_Constante	5.1071	1	0.024

Se verifica causalidad en el sentido de Granger de tipo bidireccional, lo cual significa que en el largo plazo ambas variables se retroalimentan.



En el equilibrio de largo plazo para todas las interacciones evaluadas se verifica una causalidad de **Granger** bidireccional lo cual significa que en **largo plazo toda las relaciones entre las variables analizadas se refuerzan y retroalimentan una a otras.**

3.9 Aplicación del Modelo VECM

MODELO DE VECTORES DE CORRECCIÓN DE ERRORES

Vector error-correction model

Sample: 1996 - 2018

No. of obs = 23

AIC = -12.90523

Log likelihood = 195.4101

HQIC = -12.32166

Det(Sigma_ml) = 8.37e-12

SBIC = -10.58487

El VECM se aplica para corregir temporalmente el Modelo, es decir, para poder captar los efectos del corto plazo.

Para el modelo de corrección de errores ya que las series son temporales se considera el corto plazo el periodo de 1(un) año.

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
D_log_DemandaP~s	15	.011767	0.9817	428.9638	0.0000
D_log_PIBpc_Co~e	15	.023668	0.8351	40.52231	0.0004
D_log_Tarifa_C~n	15	.052283	0.9212	93.55744	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
D_log_DemandaPC_Sectores						
_ce1						
L1.	-.7695224	.2465115	-3.12	0.002	-1.252676	-.2863689
_ce2						
L1.	1.473594	.4715466	3.13	0.002	.5493797	2.397808
log_DemandaPC_Sectores						
LD.	.6582741	.2184734	3.01	0.003	.2300741	1.086474
L2D.	.7360171	.2368231	3.11	0.002	.2718524	1.200182
L3D.	-.1836394	.2703442	-0.68	0.497	-.7135043	.3462255
L4D.	.0199003	.1648657	0.12	0.904	-.3032305	.3430312
log_PIBpc_Constante						
LD.	-1.078634	.4415391	-2.44	0.015	-1.944034	-.213233
L2D.	-.8993398	.3854844	-2.33	0.020	-1.654875	-.1438043
L3D.	-.4672856	.2984015	-1.57	0.117	-1.052142	.1175705
L4D.	-.1410451	.2168401	-0.65	0.515	-.5660438	.2839536
log_Tarifa_Con_Exportacin						
LD.	-.0932971	.0821345	-1.14	0.256	-.2542777	.0676836
L2D.	.0340104	.0703343	0.48	0.629	-.1038424	.1718632
L3D.	.0227237	.0614133	0.37	0.711	-.0976442	.1430915
L4D.	.0094472	.0546339	0.17	0.863	-.0976333	.1165276
_cons	.0322848	.0145098	2.23	0.026	.0038462	.0607235

D_log_PIBpc_Constante

_ce1

L1. .5376604 .4958166 1.08 0.278 -.4341223 1.509443

_ce2

L1. -1.025125 .9484372 -1.08 0.280 -2.884028 .833778

log_DemandaPC_Sectores

LD. -.2057254 .4394228 -0.47 0.640 -1.066978 .6555274

L2D. .0407676 .4763301 0.09 0.932 -.8928222 .9743574

L3D. -.0610194 .5437522 -0.11 0.911 -1.126754 1.004715

L4D. -.550185 .3315999 -1.66 0.097 -1.200109 .0997388

log_PIBpc_Constante

LD. .6742136 .8880821 0.76 0.448 -1.066395 2.414823

L2D. .8710761 .7753374 1.12 0.261 -.6485573 2.39071

L3D. 1.079263 .6001847 1.80 0.072 -.0970777 2.255603

L4D. .4711461 .4361376 1.08 0.280 -.3836678 1.32596

log_Tarifa_Con_Exportacin

LD. .1596133 .1651998 0.97 0.334 -.1641725 .483399

L2D. .1584034 .1414658 1.12 0.263 -.1188645 .4356712

L3D. .2050063 .1235226 1.66 0.097 -.0370935 .4471061

L4D. -.156564 .1098869 -1.42 0.154 -.3719384 .0588104

_cons

.0126607 .029184 0.43 0.664 -.044539 .0698603

D_log_Tarifa_Con_Exportacin							
_ce1							
L1.	3.301264	1.09525	3.01	0.003	1.154613	5.447915	
_ce2							
L1.	-6.33209	2.095081	-3.02	0.003	-10.43837	-2.225806	
log_DemandaPC_Sectores							
LD.	-1.404971	.9706773	-1.45	0.148	-3.307463	.4975217	
L2D.	-3.090811	1.052205	-2.94	0.003	-5.153095	-1.028528	
L3D.	-1.935093	1.201139	-1.61	0.107	-4.289282	.4190968	
L4D.	.5152678	.7324983	0.70	0.482	-.9204025	1.950938	
log_PIBpc_Constante							
LD.	6.203185	1.961758	3.16	0.002	2.35821	10.04816	
L2D.	4.34013	1.712707	2.53	0.011	.9832859	7.696974	
L3D.	3.261245	1.325798	2.46	0.014	.6627298	5.859761	
L4D.	1.816153	.9634203	1.89	0.059	-.072116	3.704422	
log_Tarifa_Con_Exportacin							
LD.	.6285127	.3649236	1.72	0.085	-.0867244	1.34375	
L2D.	-.1976491	.3124955	-0.63	0.527	-.8101289	.4148308	
L3D.	-.5456187	.2728592	-2.00	0.046	-1.080413	-.0108245	
L4D.	-.0362917	.2427383	-0.15	0.881	-.5120501	.4394666	
_cons	.0054682	.064467	0.08	0.932	-.1208847	.1318212	

Cointegrating equations

Equation	Parms	chi2	P>chi2
_ce1	1	6.522813	0.0106
_ce2	1	6.655544	0.0099

Identification: beta is exactly identified

Johansen normalization restrictions imposed

beta	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
<hr/>						
_ce1						
log_DemandaPC_Sectores	1	.	.	.	.	.
log_PIBpc_Constante	0 (omitted)					
log_Tarifa_Con_Exportacin	30.86312	12.08432	2.55	0.011	7.178279	54.54796
_cons	-197.2756	.	.	.	.	.
<hr/>						
_ce2						
log_DemandaPC_Sectores	1.42e-14	.	.	.	.	.
log_PIBpc_Constante	1	.	.	.	.	.
log_Tarifa_Con_Exportacin	16.27442	6.308319	2.58	0.010	3.910339	28.6385
_cons	-113.6118	.	.	.	.	.

3.9.1 Evaluación de la estabilidad del Modelo VECM

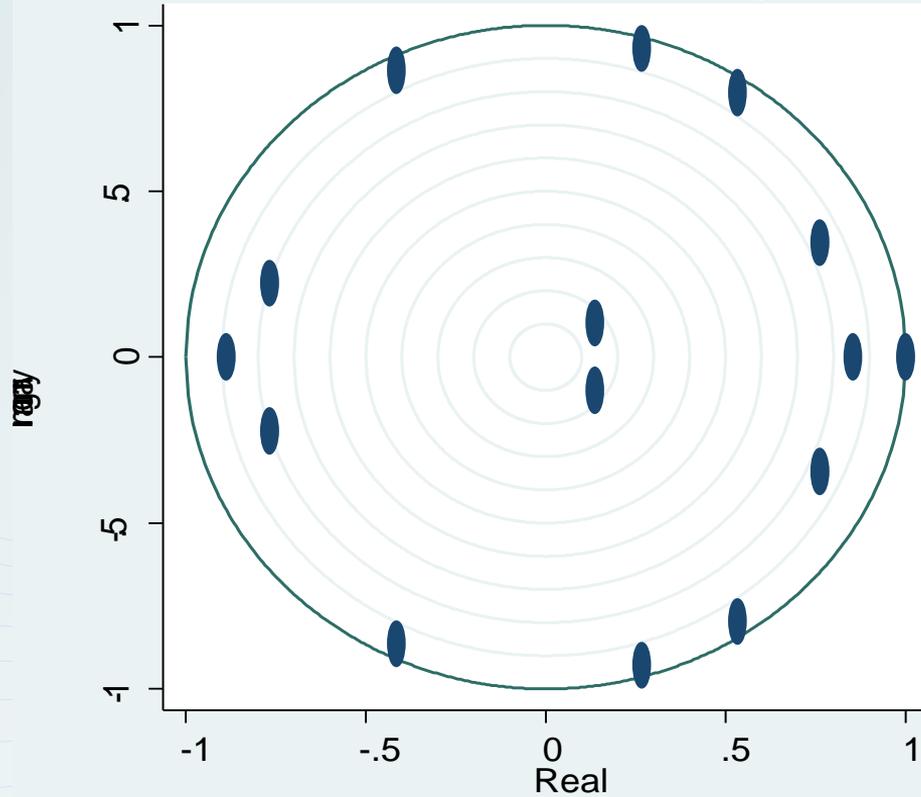
El cálculo de la estabilidad se hace para garantizar que los resultados del VCEM sean confiables, es decir, se analiza la dirección de los valores propios.

Eigenvalue stability condition

Eigenvalue	Modulus
1	1
.2672086 + .9294524i	.9671
.2672086 - .9294524i	.9671
.5333767 + .7982505i	.960049
.5333767 - .7982505i	.960049
-.4145817 + .8647397i	.958985
-.4145817 - .8647397i	.958985
-.8876408	.887641
.8537856	.853786
.7621234 + .3447736i	.836481
.7621234 - .3447736i	.836481
-.7671276 + .2219794i	.798598
-.7671276 - .2219794i	.798598
.1372149 + .1009423i	.170345
.1372149 - .1009423i	.170345

The VECM specification imposes a unit modulus

Roots of the companion matrix



The VECM specification imposes 1 unit modulus

Los valores propios se encuentran dentro del círculo unitario por lo tanto se satisface la condición de estabilidad del **VECM**.

3.9.2 Evaluación de la autocorrelación

Desde el rezago 1 no se puede rechazar la hipótesis nula de NO Autocorrelación, por lo tanto el modelo para el corto plazo no tiene autocorrelación.

Lagrange-multiplier test

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	5.9789	9	0.74203
2	9.2737	9	0.41240

H0: no autocorrelation at lag order

3.9.3 Evaluación de la normalidad

Jarque-Bera test

Equation	chi2	df	Prob > chi2
D_log_DemandaPC_Sectores	2.460	2	0.29228
D_log_PIBpc_Constante	0.296	2	0.86257
D_log_Tarifa_Con_Exportacin	0.317	2	0.85353
ALL	3.073	6	0.79969

H₀: Normalidad

H₁: Sin normalidad

Para todos los caso no se puede rechazar la hipótesis nula de normalidad. Por lo tanto, la series siguen una distribución normal.

Se concluye que VECM cumple con los criterios de estabilidad, no autocorrelación y normalidad, lo cuales son necesarios para la estimación de la Causalidad de Granger.

3.10 Estimación de la causalidad de Granger

CORTO PLAZO

```
. *****Prueba de causalidad de Granger
.
. test([D_log_DemandaPC_Sectores]: LD.log_PIBpc_Constante)

( 1)  [D_log_DemandaPC_Sectores]LD.log_PIBpc_Constante = 0

           chi2( 1) =      5.97
Prob > chi2 =      0.0146

.
. test([D_log_DemandaPC_Sectores]: LD.log_Tarifa_Con_Exportacin)

( 1)  [D_log_DemandaPC_Sectores]LD.log_Tarifa_Con_Exportacin = 0

           chi2( 1) =      1.29
Prob > chi2 =      0.2560
```

.
. test([D_log_PIBpc_Constante]: LD.log_DemandaPC_Sectores)

(1) [D_log_PIBpc_Constante]LD.log_DemandaPC_Sectores = 0

chi2(1) = 0.22
Prob > chi2 = 0.6397

. test([D_log_PIBpc_Constante]: LD.log_Tarifa_Con_Exportacin)

(1) [D_log_PIBpc_Constante]LD.log_Tarifa_Con_Exportacin = 0

chi2(1) = 0.93
Prob > chi2 = 0.3340

.

```
.  
.   
 . test([D_log_Tarifa_Con_Exportacin]: LD.log_DemandaPC_Sectores)  
  
( 1)  [D_log_Tarifa_Con_Exportacin]LD.log_DemandaPC_Sectores = 0  
  
      chi2( 1) =      2.10  
      Prob > chi2 =      0.1478
```

```
.   
 . test([D_log_Tarifa_Con_Exportacin]: LD.log_PIBpc_Constante)  
  
( 1)  [D_log_Tarifa_Con_Exportacin]LD.log_PIBpc_Constante = 0  
  
      chi2( 1) =     10.00  
      Prob > chi2 =      0.0016
```

3.10.1 Logartimo del PIB pc y de la demanda de electricidad pc

Un cambio en el **Logaritmo del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita** **antecede** a un cambio en el **Logaritmo de la Demanda de Electricidad (Consumo) per cápita**

```
test([D_log_DemandaPC_Sectores]: LD.log_PIBpc_Constante)
( 1) [D_log_DemandaPC_Sectores] LD.log_PIBpc_Constante = 0
chi2( 1) = 5.97
Prob > chi2 = 0.0146
```

Un cambio en el **Logaritmo de la Demanda de Electricidad (Consumo) per cápita** **no antecede** a un cambio en el **Logaritmo del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita**.

```
. test([D_log_PIBpc_Constante]: LD.log_DemandaPC_Sectores)
( 1) [D_log_PIBpc_Constante] LD.log_DemandaPC_Sectores = 0
chi2( 1) = 0.22
Prob > chi2 = 0.6397
```

En el corto plazo, se verificó una causalidad en el sentido de Granger de tipo unidireccional, esto significa que los cambios no se retroalimentan y se dan en un solo sentido del **Log_PIBpc** hacia el **Logaritmo de la Demanda de Electricidad** (se consume más o menos electricidad porque la economía mejora o empeora), así mismo en el corto plazo se puede afirmar que los cambios en la demanda (consumo de energía) no anteceden a cambios en PIB per cápita, por lo tanto, la demanda de electricidad no determina el crecimiento económico.

3.10.2 Logaritmo de la Tarifa de electricidad y de la demanda de electricidad pc

Un cambio en el **Logaritmo de la Tarifa de Electricidad (Precio)** no antecede a un cambio en el **Logaritmo de la Demanda en la Electricidad (Consumo) per cápita**.

```
. test([D_log_DemandaPC_Sectores]: LD.log_Tarifa_Con_Exportacin)
( 1) [D_log_DemandaPC_Sectores] LD.log_Tarifa_Con_Exportacin = 0
chi2( 1) = 1.29
Prob > chi2 = 0.2560
```

Un cambio en el **Logaritmo de la Demanda en la Electricidad (Consumo) per cápita** no antecede a un cambio en el **Logaritmo de la Tarifa de Electricidad (Precio)**.

```
. test([D_log_Tarifa_Con_Exportacin]: LD.log_DemandaPC_Sectores)
( 1) [D_log_Tarifa_Con_Exportacin] LD.log_DemandaPC_Sectores = 0
chi2( 1) = 2.10
Prob > chi2 = 0.1478
```

En el corto plazo, no se verifica causalidad en el sentido de Granger. Este resultado revela que las políticas de precio no son fijadas en base a la Demanda de Electricidad (consumo eléctrico), sino de manera discrecional a las reglas de mercado.

3.10.3 Logaritmo de la Tarifa de electricidad y del PIB pc

Un cambio en el **Logaritmo de la Tarifa de Electricidad (Precio)** **no antecede** a un cambio el **Logaritmo del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita**.

```
. test([D_log_PIBpc_Constante]: LD.log_Tarifa_Con_Exportacin)
( 1) [D_log_PIBpc_Constante] LD.log_Tarifa_Con_Exportacin = 0
chi2( 1) = 0.93
Prob > chi2 = 0.3340
```

Un cambio en el **Logaritmo del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita** **antecede** a un cambio en el **Logaritmo de la Tarifa de Electricidad (Precio)**.

```
. test([D_log_Tarifa_Con_Exportacin]: LD.log_PIBpc_Constante)
( 1) [D_log_Tarifa_Con_Exportacin]LD.log_PIBpc_Constante = 0
chi2( 1) = 10.00
Prob > chi2 = 0.0016
```

En el corto plazo, se verifica una causalidad en el sentido de Granger de tipo Unidireccional. Cambios en el **Log_PIBpc** anteceden a cambio en el **Logaritmo de la Tarifa de Electricidad**, lo cual significa que cambios en el PIB estarían determinando las políticas de precio en el corto plazo. Sin embargo, cambios en el precio no anteceden a cambios en el Logaritmo del PIBpc lo cual demuestra la nula utilización de las política de precio para la afectar el crecimiento económico.



En el corto plazo.

Se confirma que en el corto plazo no se identifican causalidades en el sentido de Granger bidireccionales.

Se confirmaron dos casualidades unidireccionales: (i) cuando un cambio en el Logaritmo del PIB per cápita antecede a un cambio en el Logaritmo de la Demanda de Electricidad per cápita (ii) y cuando un cambio en el Logaritmo del PIB per cápita antecede a un cambio en el Logaritmo de la Tarifa de Electricidad.

Se confirma una causalidad nula entre el Logaritmo de la Demanda Eléctrica y el logaritmo de la Tarifa de la Electricidad.

4. Resumen y conclusiones de resultados



CAMBIO	CAUSALIDAD DE GRANGER	
	LARGO PLAZO	CORTO PLAZO
Un cambio en el PIBpc antecede a un cambio en la demanda de Electricidad	Bidireccional	Si
Un cambio en la demanda de electricidad antecede a un cambio en el PIBpc		No
Un cambio en la demanda de electricidad antecede a un cambio en la tarifa de electricidad	Bidireccional	No
Un cambio en la tarifa de electricidad antecede a un cambio demanda de electricidad		No
Un cambio en PIBpc antecede a cambio en un cambio en la tarifa de electricidad	Bidireccional	Si
Un cambio en la tarifa de electricidad antecede a un cambio en el PIBpc		No

Mediante la evaluación de la matriz resumen de las interacciones de corto y largo plazo se verificó que los resultados de corto plazo no conducen al equilibrio de largo plazo, esto permite presentar los siguientes alcances:

i.

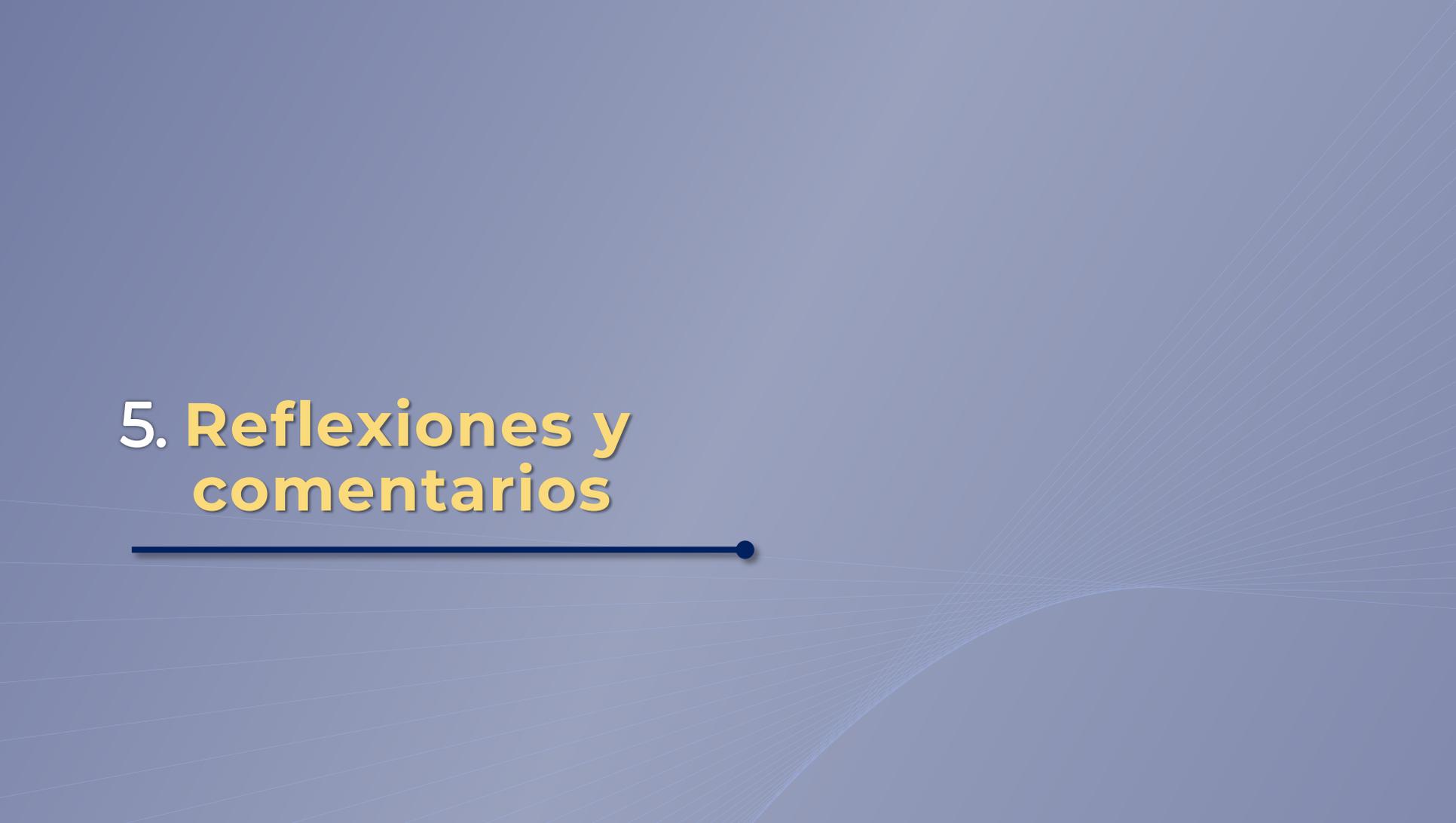
En el corto plazo, se identificaron relaciones unidireccionales, **cambios en PIB constante pc** anteceden a cambios en la **Demanda de energía eléctrica pc** y en la **Tarifa de electricidad**, sin retroalimentarse como se identificó en el equilibrio de largo plazo. **Lo anterior permite concluir que es el contexto económico el que influye al sector eléctrico, y no el sector eléctrico el que incide en la economía**

ii.

De igual manera, en el corto plazo, se identificó una nula causalidad en el sentido Granger entre la Demanda de energía eléctrica y la Tarifa de electricidad (y viceversa), sin retroalimentarse diferente a lo identificado en el largo plazo. **Lo cual revela la necesidad de políticas de precios adecuadas a criterios de mercado y la promoción de uso eficiente de electricidad sujeta a criterios de competitividad.**

Por lo tanto, las relaciones unidireccionales identificadas en el corto plazo en discordancia con las interacciones bidireccionales del equilibrio halladas en el largo plazo, entre la Demanda de energía eléctrica per cápita y el PIB constante pc reforzadas por la nula relación de causalidad de Granger entre la Demanda de energía eléctrica y la Tarifa de electricidad, confirman: **que la demanda de energía eléctrica no ha influenciado significativamente el crecimiento económico del Paraguay.**

5. Reflexiones y comentarios



Muchas gracias

Avance preliminar
Presentación N°1