

# Crecimiento economico y consumo electrico

yo

## Resumen

## Introduccion

El suministro de electricidad constituye un servicio público clave para que los procesos industriales operen normalmente así como para sostener el consumo de los usuarios residenciales. Proporcionar una fuente de energía constante es una fuente de energía que impulse la actividad económica, además de mantener el funcionamiento los mercados y a la vez generar bienestar al permitir que los ciudadanos tengan altos estándares de calidad de vida. Por lo que sin electricidad la actividad económica podría ser inviable, dado esta relevancia el sector eléctrico se encuentra con intervención estatal, que en algunos países se manifiesta con empresas públicas y regulaciones a las actividades de las empresas privadas de acuerdo con los mecanismos de mercado. En el Perú el enfoque en la generación eléctrica es vía mercados competitivos, y para fomentar la inversión privada en la infraestructura, se debe desarrollar una regulación que promueva la eficiencia económica en los sectores sujetos a condiciones de monopolio natural,<sup>1</sup> así como la supervisión del cumplimiento de las normas de seguridad aplicables al sector, lo anterior en el Perú está a cargo del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinermin) el cual cuenta con autonomía gubernamental.

En los últimos años se observó un importante desarrollo del sector eléctrico en el Perú, en promedio, tuvo un crecimiento de alrededor del 8 % anual, sosteniendo el crecimiento de la actividad económica, la cual alcanzó tasas de crecimiento **# r crecimiento** %. Por otro lado también se observó una disminución de la pobreza energética y el mayor acceso de la población a los servicios energéticos se volvieron prioridad de política pública. Para resaltar, la cobertura eléctrica nacional pasó de 69.8 % en 2001 a 92.0 % en 2014 y, en las zonas rurales, de 24.4 % a 75.2 %, estas políticas de energía aún siguen vigentes, además un Decreto legislativo que mejora la Regulación de la Distribución de Electricidad para promover un mayor grado de acceso y uso de la energía eléctrica en el Perú con altos estándares de calidad e innovación *Osinergmin 2012*.

Los principales demandantes de grandes cantidades de energía son la minería y la industria, las cuales por las características económicas necesitan electricidad en casi todas las etapas de su actividad económica, con su alta demanda eléctrica ya no están sujetas a las regulaciones de precios en este caso se les llama “usuarios libres”<sup>2</sup>, los cuales pueden acordar el precio al cual comprar la energía eléctrica. Ya que en el Perú, la entrada a “trabajar” por parte de las generadoras está en base al menor costo, donde las empresas con menores costos son las que entran primero a vender electricidad en este caso las empresas generadoras hidráulicas, luego entran las de quema de combustible pero se prioriza centrales que funcionan a base de gas natural.

Dada estas implicancias sobre la energía eléctrica, los agentes que interactúan en el mercado categorizan a la electricidad como un bien intermedio dentro de sus procesos de producción, pues requieren de una fuente de energía continua y sostenible que permita satisfacer sus necesidades de producción influenciadas por la dinámica de crecimiento económico del país. En tal sentido, la demanda eléctrica comercial e industrial también es considerada una demanda derivada a las necesidades productivas de los agentes económicos involucrados y dada las particularidades de la energía la cual impide que sea almacenada a gran escala a

<sup>1</sup>En el sector eléctrico destacan la transmisión y distribución eléctrica las cuales están sujetas a tarifas eléctricas eficientes, por otro lado la comercialización eléctrica en otros países está en base a la competencia en el Perú la distribuidora aume ese papel también.

<sup>2</sup>Consumidores que su consumo superior a 2.5 MW los que están en el rango 0.2 - 2.5 MW, pueden decidir si forman parte de los usuarios libres

costos viables, se requiere que la oferta tenga la suficiente capacidad instalada para poder atender lo mas pronto posible estados anormales de demanda electrica.

Por su parte el Producto Interno Bruto (PIB) per capita, es uno de los indicadores de bienestar de la poblacion, asi que casi siempre hay politicas orientadas a estimular el crecimiento economico, las teorias sobre los principales componentes que causan un crecimiento economico sostenido han evolucionado desde que *Solow* el cual presento un modelo de crecimiento economico. Ahora los modelos incluyen variables nuevas por ejemplo, de capital humano, inversion de capital intangible, institucionalidad, recursos energeticos y muchos mas; ya que la base del crecimiento economico es el incremento de la productividad de los elementos incluidos en un modelos, es importante saber cuales son los impactos de las variables al crecimiento economico, ademas de saber las condiciones iniciales necesarias para que estas actuen por el canal de transmision correcto.

Ya que el Producto per capita es visto como un indicador de bienestar es tomado usualmente en estos modelos economico de crecimiento, debido a que el objetivo de las economias es lograr un mayor bienestar para todos lo habitantes, se ha convertido en principio de discursos politicos y de politica publica. Pero no solo es tener crecimiento economico, lo que se requiere es que el crecimiento economico sea sostenido en el largo plazo ademas de que sea poco influenciado por variables altamente volatiles, para que shock no afecte en demasia al crecimiento. Y dada la crisis sanitaria que actual se vive en el mundo basicamente todas las economias vieron una caida en el PIB, y dado esto es importante poder impulsar el crecimiento cuando esta crisis sanitaria termine.

## Importancia de la investigacion

Actualmente las investigaciones en el peru respecto a la relacion crecimiento economico y consumo de electricidad son escasos, por lo que aun no se sabe empiricamente el mecanismo de transmision del tema. Por loque el desarrollo de la investigacion tratara de cubrir ese vacio en literatura para que pueda servir tanto para la aplicacion de politica publica o optimizacion eficiente de los recursos energeticos.

## Antecedentes teoricos

Muchos autores se han preocupado sobre la interaccion entre el Crecimiento Economico (CEc) y el Consumo Electrico<sup>3</sup> (CEL). Como la electricidad es un bien que dada sus caracteristicas, no se puede almacenar en grandes cantidades ademas de que los costos incurridos en ello son actualmente bastante elevados, por lo que se debe atender a una demanda inmediata dicho esto, la oferta debe adaptarse muy rapido para anteder algun exceso de demanda, pero tambien debe estar atento para cuando la demanda baja para evitar sobrecargar el sistema, todas estas coordinaciones estan a cargo del Comité de Operación Económica del Sistema (COES) por lo que la interaccion entre las actividades productivas y el consumo elctrico determinaran las acciones de politicas energeticas adecuadas.

La Prensa Nacional de Academias (NAP)<sup>4</sup> *NAP196* mostro un esquema de sobre como las 2 variables interaccuan de la siguiente manera: *pagina 26 900*,

“La electrificacion como un medio de proceso basado en el uso de la electricidad, la electrificacion puede aumentar o disminuir el consumo de electricidad, dependiendo de factores tales como si hay un cambio en la tecnica de produccion de no electrico a electrico, la cantidad de electricidad consumida puede ser mayor si los precios de los productos caen debido a una mayor eficiencia en la produccion, incrementandose la productividad expresado normalmente como la tasa de crecimiento de la productividad de los sectores productivos, que un agregado significa un incremento en la productividad nacional, dando como consecuencia el incremento de los ingresos, ademas de un incremento en la demanda de la electricidad”

En tanto *Keen2019* basandose en *Kummel2010* establece una funcion de produccion modificada con energia, la cual llama Energy-Augmented Cobb-Douglas Production Function (EACDPF)

$$Q = AK^{\alpha}L^{\beta}E^{\chi}$$

---

<sup>3</sup>En un principio era la variable **energia** pero ahora se se validaron modelos con el Consumo Electrico

<sup>4</sup>Por sus siglas en ingles

La condición de retornos constantes a escala ahora es:

$$\alpha + \beta + \chi = 1$$

La energía no jugaría un papel importante en la ecuación *ref equ* si se elige valores de  $\alpha$  y  $\beta$  tales que  $\alpha + \beta = 1$  ya que esto elimina cualquier función de la energía en la producción. Si por ejemplo  $\chi$  fuese 0.07 significaría que un aumento en un 50 % de la energía (mientras que se mantienen K y L constantes) causaría solo un aumento del 2.8 % en la producción, por lo que caídas extremas en la energía tendría efectos triviales en la producción.

Autores como *Payne 2010* y *Ozturk 2010* abordan esta relación potencial entre el Consumo de Energía y Crecimiento Económico, mencionando 4 hipótesis, y recopilan los trabajos empíricos preexistentes que apoyan estas hipótesis.

#### 1. Hipótesis crecimiento

Sostiene una relación causal unidireccional del consumo eléctrico hacia el crecimiento económico. En esta situación, una reducción en el consumo eléctrico tiene un impacto negativo en el crecimiento económico. Si se tradujeran en acciones de políticas de conservación energéticas orientadas a disminuir la demanda de energía eléctrica estas pueden tener efectos negativos sobre el crecimiento económico.

$$CE_n \rightarrow CE_l$$

#### 2. Hipótesis Conservadora

Establece una relación causal unidireccional desde el crecimiento económico hacia la demanda de energía eléctrica, en consecuencia las políticas de conservación de energía eléctrica tienen poco o nulo impacto sobre el crecimiento económico, debido a que el costo de la energía es muy pequeño como proporción del PIB y por lo tanto el consumo de energía es probable que tenga un impacto poco significativo en el crecimiento económico.

$$CE_l \rightarrow CE_n$$

#### 3. Hipótesis retroalimentación

Establece una relación bilateral entre el crecimiento económico y el consumo eléctrico en donde las políticas conservadoras de energía no son recomendables, al contrario, se propone incentivar el desarrollo del sector eléctrico para impulsar el crecimiento económico.

$$CE_c \leftrightarrow CE_l$$

#### 4. Hipótesis de neutralidad

Afirma que estas variables son independientes por lo que no existe ninguna relación de causalidad entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico. En este escenario, las políticas de conservación de energía orientadas a la reducción del consumo eléctrico no tendrán influencia en el crecimiento económico.

$$CE_c \nleftrightarrow CE_l$$

Para poder validar estas hipótesis se basan en modelos de crecimiento endógeno, con estimaciones en series de tiempo y datos de panel, los cuales destacan los modelos de Vectores Autoregresivos (VAR), Vector de corrección de errores (VEC), Tests de causalidad a lo Granger, Test de causalidad a lo Brief, Test Toda-Yanamoto y test de cointegración.

## Antecedentes empiricos

Hay una gran cantidad de trabajos que examinan las relaciones empíricas entre consumo eléctrico y crecimiento económico. Literatura empírica sobre la relación entre el consumo de electricidad y el crecimiento económico se puede dividir en dos tiempos períodos: el corto y el largo plazo.

Existen varios trabajos empiricos que examinan las relaciones entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico, la literatura empírica sobre esta relación se puede dividir en 2 tiempos: el corto y el largo plazo. Existe también otra división la cual son clasificadas por las 4 hipótesis mencionadas anteriormente.

*Ali2020* examina la relación entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico, usando mínimos cuadrados dinámicos (DOLS por sus siglas en inglés), para Nigeria en una muestra temporal 1971-2014, donde la relación unidireccional en el largo plazo con significancia al 5% que se dirige del consumo de energía hacia el crecimiento económico. *Amaluddin2020* examina la relación entre el consumo eléctrico, el acceso a internet, y el crecimiento económico para las 33 provincias de Indonesia, usando un Modelo de corrección de errores de vector de panel (PVECM por sus siglas en inglés) y DOLS, encontró que en largo plazo confirma la hipótesis de retroalimentación entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico por el canal de transmisión del acceso a tecnología. *Atchike2020* para probar que existe relación causal unidireccional entre el consumo eléctrico en el largo plazo, se apoya en el método de estimación ARLD<sup>5</sup>, donde el canal de transmisión es la inversión directa con un ajuste del 60.72%. *Tsaurai2020* estudio el consumo de energía renovable en los países de Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica (BRICS) basándose en un modelo de datos de panel desde 1993 hasta 2015, encontró una relación negativa entre el consumo de energía renovable sobre el crecimiento económico, pero su otra estimación sugiere que este impacto negativo se redujo por la educación. *Syzdykova2020* estudio la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico en la Comunidad de estados independientes (CIS) desde 1992-2018, encontró empíricamente regresiones con datos de panel que los efectos del consumo de energía sobre el crecimiento difieren, pero en la mayoría de las economías se sobrepone la hipótesis de retroalimentación. *Sharma2020* incluyó una nueva variable de análisis la cual es las tecnologías de información y comunicación como canal de transmisión entre el consumo energético y el crecimiento económico en los países asiáticos, la investigación apoyó la hipótesis de retroalimentación para países con mediana y alta tecnología exportada, mientras que los países con baja tecnología apoyó la hipótesis de neutralidad. *Rajkumari2020* se concentra en Karnataka una provincia de India la cual tiene un rápido crecimiento económico, con un alto crecimiento industrial, sin embargo, el test de causalidad de Granger reveló que no hay alguna relación causal entre las variables apoyando la hipótesis de neutralidad.

*Alsaedi2019 referencial* estudio la relación dinámica entre el consumo eléctrico, la carga máxima y el consumo eléctrico en Arabia Saudí, usando un modelo VAR muestra una relación bilateral entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico, la función de impulso respuesta a 10 años muestra que el ratio de crecimiento es de 7.21% y 6.87% para las variables en cuestión, además la contribución del consumo eléctrico, y el crecimiento económico son 10% y 34% respectivamente; en tanto la carga máxima es una variable significativa para explicar el crecimiento económico. *Amoako2019* examina la relación entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico en Ghana, mediante un modelo ADLR mostró que existe una relación unidireccional que va desde el crecimiento económico y consumo eléctrico. De igual manera la investigación de *Balcilar2019* en Pakistán mostró mediante el test de causalidad de Toda-Yanamoto, una relación unidireccional del crecimiento económico hacia el consumo eléctrico en lo que apoya la hipótesis conservadora. *Sultan2019* en su investigación para India 1971 - 2014 encontró una relación de largo plazo bidireccional entre el consumo de energía y el crecimiento, validando estos resultados por el test de causalidad de Granger. *Marques2019* en su investigación orientada para China en un periodo desde 1971 hasta el 2014, que en Norte y Sur América, el impacto en el corto y largo plazo las elasticidades entre el consumo de energía y el crecimiento tienen un efecto bilateral significativo al 5% en el largo plazo, mientras que en largo plazo son significativos al 10%. En Europa y Asia central la relación en el corto plazo se encuentra una relación unidireccional entre el consumo de energía y el crecimiento económico, mientras que el largo plazo la relación es bidireccional. En Asia del Pacífico se confirma la hipótesis de retroalimentación en el corto y largo plazo. En África y el Medio Este en el corto plazo se encuentra una relación bilateral entre el consumo de energía y el crecimiento económico, mientras que en largo plazo existe una relación unidireccional del crecimiento económico hacia el consumo de

---

<sup>5</sup>Autoregressive Distributed Lag

energía. En China las reformas en el mercado eléctrico durante el 2000 hasta el 2016 mostraron una inconsistencia entre la relación entre el crecimiento económico y el consumo eléctrico, el modelo VAR muestra que no hay relación alguna entre las variables apostando por la hipótesis de neutralidad [Lin2019].

Bakirtas2018 que en su estudio mostraba la interacción entre el consumo energético, la urbanización y el crecimiento económico, mostró una relación causal válida por el test Dumitrescu-Hurlin panel Granger que países comerciales emergentes (Colombia, India, Indonesia, Kenia, Malasia, y México), la existencia de causalidad en el sentido de Granger para un modelo bivariado que va desde el crecimiento económico hacia el consumo de energía, mientras que para un modelo trivariado la relación fue del crecimiento económico y la urbanización hacia el consumo de energía, y desde el consumo de energía y el crecimiento económico hacia la urbanización. Bah2017 mostró que para Sudafrica durante el periodo 1971-2012 no hay evidencia de alguna relación causal entre las variables estas conclusiones validadas por el Test de Toda-Yamamoto apoyando la hipótesis de neutralidad. MarroquinArreola2017 en un estudio para México mostró una relación causal en un modelo bivariado unidireccional entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico, mientras que para un modelo trivariado la relación es mediante el ajuste de precios la demanda de electricidad se reduce y esto provoca que el crecimiento económico sea inerte a cambios del consumo de energía apostando por la hipótesis de neutralidad en este escenario. Streimikeiene2016 estudio la relación en el largo plazo entre el consumo de energía y el crecimiento económico, incluyendo capital fijo y el total de empleo observado, para 18 países de la Unión Europea en el periodo 1995-2012, basándose en un modelo **fulli modified ordinary least squares** (FMOLS) donde las variables están conintegradas apoyando la hipótesis de neutralidad, mientras que su otra estimación por **dynamic ordinari least squares** apoya la hipótesis de causalidad del consumo energético hacia el crecimiento económico apoyando la hipótesis de crecimiento.

Ozman2016 empleó un modelo de datos de panel (PMEC) para investigar la relación entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico, para países pertenecientes al Gulf Corporation Council en un periodo desde 1975-2012, encontrando que en largo plazo que el consumo eléctrico y el crecimiento económico una relación bidireccional. Mutascu2016 mostró en su investigación para países perteneciente al G7, durante el periodo 1970-2012, mostró una relación bidireccional entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico en Canadá, Japón, y los Estados Unidos apoyando la hipótesis de retroalimentación, mientras que para los países de Francia y Alemania hubo relación causal unidireccional del crecimiento económico hacia el consumo eléctrico apoyando la hipótesis conservadora, el resto de países miembros no mostró una relación aparente en el sentido de Granger apoyando la hipótesis de neutralidad. Abdoli2015 investigó para países perteneciente al OPEC la relación existente entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico en el periodo 1980-2011, y evidenció que el corto plazo que existe relación causal bidireccional entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico apoyando la hipótesis de retroalimentación y propone políticas energéticas que mejoren el consumo eficiente eléctrico. Osigwe2015 para el país de Nigeria propuso la interacción de precios del petróleo, el consumo energético y el crecimiento económico, los resultados mostraron una relación causal bidireccional entre el consumo de energía y el crecimiento económico, de igual manera fue la interacción entre el consumo de energía y el precio de esta.

Iyke2015 examinó la relación causal dinámica entre el consumo eléctrico la inflación y el crecimiento económico en Nigeria con un modelo VECM en el periodo 1971-2011, los resultados muestran que existe una relación causal del consumo de eléctrico hacia el crecimiento económico, apoyando la hipótesis de crecimiento. Al2014 exploró los efectos de consumo de energía renovable y no renovable en el crecimiento económico para 18 países de América en el periodo 1980-2010 mediante una regresión DOLS mostró que el largo plazo hay una relación de causalidad bidireccional entre el consumo eléctrico no renovable y consumo eléctrico renovable sobre el crecimiento económico, siendo más significativo la interacción entre el consumo eléctrico no renovable con el crecimiento, que el consumo eléctrico renovable y el crecimiento económico, apoyando la hipótesis de retroalimentación. Paola2014 en un trabajo para explicar la relación causal en Chile encontró que el largo plazo existe una relación causal al 10 % entre el crecimiento económico y el consumo eléctrico, mientras que existe una relación causal del crecimiento económico y el consumo eléctrico hacia el empleo con significancia del 5 % en primera instancia apoyando la hipótesis conservadora. Por otro lado los resultados mostraron una relación causal en el corto plazo que parte desde el consumo eléctrico hacia el crecimiento económico apoyando la hipótesis de crecimiento en el corto plazo. Abbas2013 examinó la relación causal entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico en los 2 países densamente mas poblados del Sur de Asia, Pakistán e India. los

resultados mostraron que el sector agriculturero existe relacion causal bidireccion entre el consumo electrico del sector agriculturero y el crecimiento del sector agriculturero en Pakistan, mientras que la India existe una relacion causal unidireccional entre el crecimiento economico hacia el consumo electrico apoyando la hipotesis conservadora. Baranzini<sup>2013</sup> investigo la relacion entre el uso de energia y el crecimiento economico en Suiza en el periodo 1950-2010, encontro una relacion bidireccional entre el uso de energia y el crecimiento economico en el largo plazo siendo significativos al 5 %, por lo tanto al apoyarse en la hipotesis de retroalimentacion sugiere que no se debe impolentar politicas de conservacion de energia ya que esto tendra efectos negativos en el crecimiento economico.

## Hechos estilizados

A continuacion se muestra los hechos resaltantes de las variables relevantes en la investigacion.

### Evolucion del PIB

En la figura ??*igura* se muestra el comportamiento temporal del PIB nacional mensual<sup>6</sup> a precios constantes del 2012, asi mismo la evolucion de algunos sectores productivos los cuales presinden del consumo electrico en sus actividades productivas. En la *subfigura* se muestra que en ambas figuras tienen un comportamiento ascendente, ademas de tener un comportamiento estacional por meses. Hasta que en marzo del 2020, tuviese una caida dramatica en el nivel de actividad economica, esto causado por la suspencion de las actividades economicas no indispensables, asi como el traslado de personas a nivel nacional e internacional. La tasa de crecimiento (para datos desestacionalizados) hasta el 2020 tenia valores positivos para casi todos los sectores y tienen una fuerte caida para inicios del 2020.

sector	2007-2011	2012-2015	2015-2019	2020.1 - 2020.4
construccion	8.046218	4.616216	1.595231	-77.15615
manufactura	3.323941	1.067824	1.053919	-35.28885
mineria	0.759432	3.194483	3.240915	-24.79536
nacional	4.908730	4.198313	3.050338	-21.24985
otros servicios	6.198173	5.666479	3.947562	-12.00891

A el PIB nacional en periodo 2007 - 2011 tuvo un crecimiento promedio de 4.90 %, periodo 2012-2015 un crecimiento del 4.1 %, en el periodo 2015-2019 de un 3.05 %, pero para los datos disponibles del 2020 se nota un decrecimiento de la economia, de un 21 %. Mientras que para otros sectores productivos tiene casi el mismo comportamiento, el promedio de las tasas de crecimiento de los sectores en el periodo temporal 2007 - 2020.4, como se puede observar, los sectores que mas crecieron en el periodo 2007-2011 fueron los sectores de construccion y los otros servicios, el cual tiene incluido al las prestaciones de servicios financieros, para el periodo 2012-2015 en promedio el sector construccion cayo a casi la mitad de su crecimiento del anterior periodo mencionado, por otra parte la tasa de crecimiento de sector “Otros servicios” tenia tendencia a la baja, hasta el siguiente periodo 2015-2019 el cual casi todos los sectores en promedio solo fue de 3.5 %, por ultimo desde inicios del 2020 se registro caidas abruptas en los sectores de construccion (-77.1561490626 %), manufactura (-35.288850401355 %) y mineria(-24.7953647654932 %).

### Consumo electrico

Al igual que el PIB, tiene un comportamiento tendencial, y tambien tiene estacionalidad por periodos,

<sup>6</sup>Ver anexos las desestacionalizacion de las variables

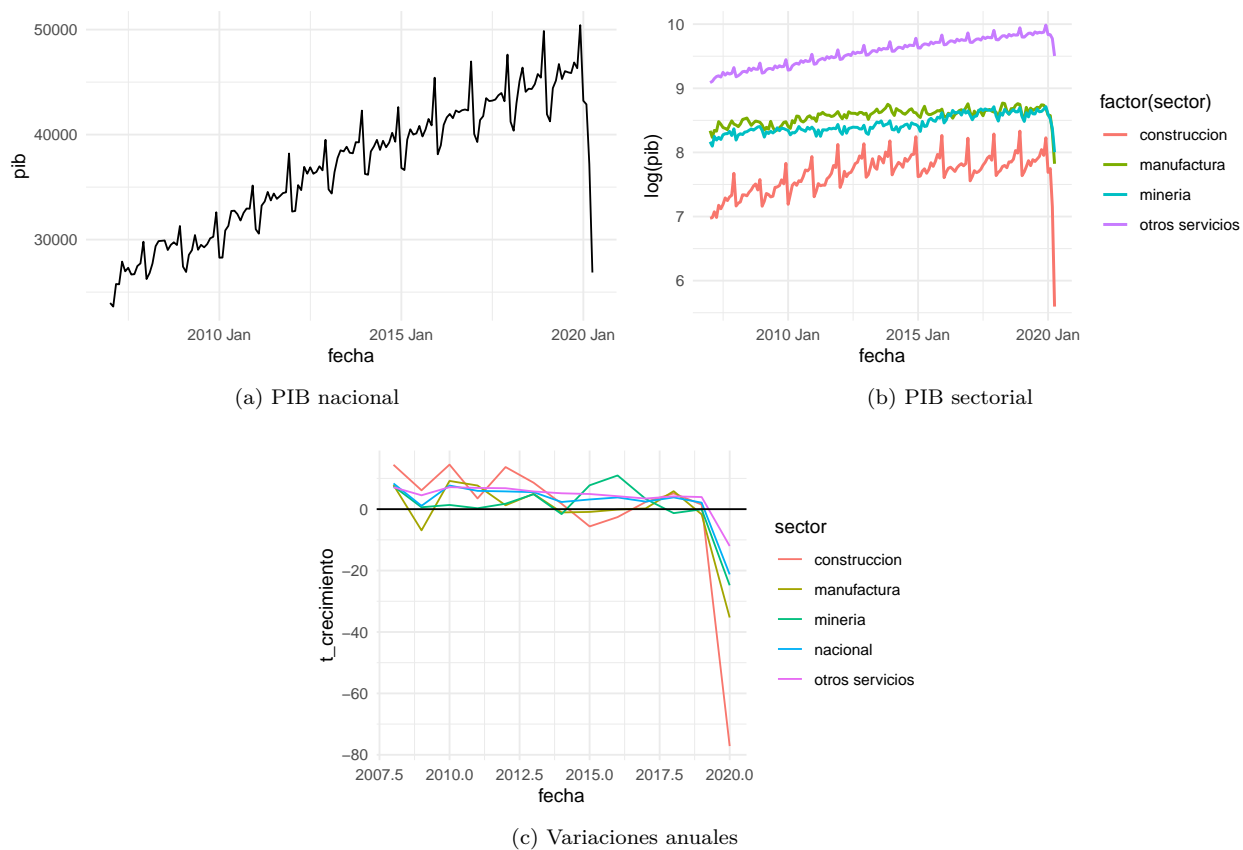
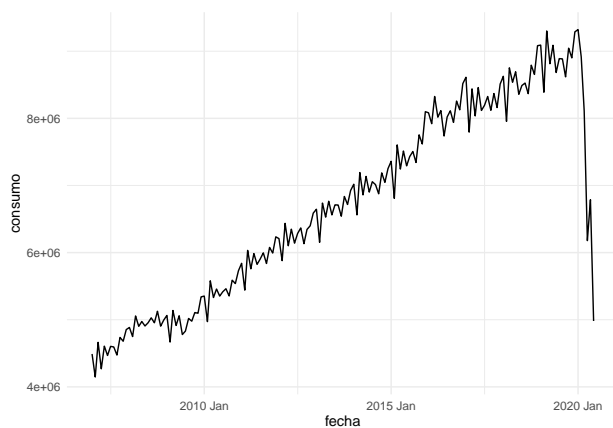


Figura 1: Comportamiento Temporal de las variables

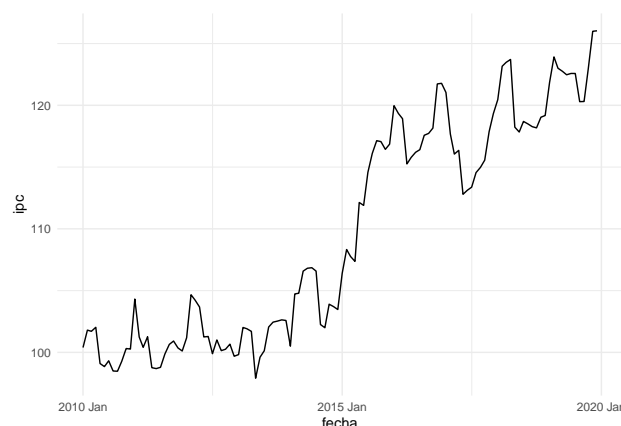


Por su parte la tasa de crecimiento del consumo eléctrico para datos desestacionalizados esta presente en la tabla *siguiente*, donde en promedio en el periodo del 2007 al 2011 su crecimiento fue de 7.4 %, en los posteriores años se nota una descendencia de la tasa de crecimiento a 5.6 % para los años 2012-2015, y otra descencia a 4.3 % para el periodo 2015-2019, y hasta marzo del 2020 se nota una drastica caída de la tasa a -12 % en el consumo eléctrico, esta ultima a causa de la crisis sanitaria.

variable	2007-2011	2012-2015	2015-2019	2020.1 - 2020.4
Crecimiento % del consumo	7.410549	5.667387	4.321885	-12.48132

## Indice de precios al consumidor

Por su parte el indice de precios al consumidor del precio del Gas de 84 octanos, en anio base del 2020 tiene un comportamiento ascendente con un posible quiebre en enero de 2015, y al parecer no tiene un aparente comportamiento estacional



2007-2011	2012-2015	2015-2019	variable
0.9744614	2.706718	2.332227	Crecimiento % del IPC

La tabla muestra un crecimiento promedio, del 1.4 % en todo el espacio temporal, en el periodo 2007-2011 fue de 0.9 %, mientras que para el periodo 2012-2015 tiene un crecimiento del 2.7 %, y para las ultimas fechas observadas fue de 2.3 %.

## Hipotesis

### Hipotesis general

- El efecto del consumo electrico, y el indice de precios al consumidor de la electricidad en el crecimiento economico fue positivo y negativo respectivamente,

### Hipotesis especificas

- El efecto del consumo electrico en el crecimiento economico fue positivo.
- El efecto del indice de precios al consumidor de la electricidad fue negativo.

## Metodologia

### Metodo

La investigacion es de tipo explicativo, ya que se busca saber las causas de los hechos. Su objetivo es focalizarse y justificar por que sucede un hechos, bajo que condiciones se manifiesta, como ha venido evolucionado, y la relacion que podria existir entre ellas. Em metodo universal es el funcionalista, ya que se plantea que cada de las partes cumple un papel en la funcion y forma parte del todo. En tanto al metodo general se identifica que es deductivo ya que a partir de enunciados principios generales señalados en el marco teórico se deduce una hipótesis que postula una relación de tipo causal. y por ultimo el metodo particular es el empirico-estadistico en particular el uso un modelo VAR para la constrastacion de hipotesis.

### Recoleccion de datos

Datos mensuales desde enero del 2010 hasta diciembre del 2019, el Producto interno Bruto es extraido de la base de datos del Banco de reserva del Peru(BCRP) en miles de millones de soles, el consumo electrico con



datos cada 30 min del Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional(COES)en MWh, el indice de precios al consumidor obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática de Peru, con un total de 120 observaciones. Para que los datos coincidan se modifico la base de datos original para que el Producto Bruto Interno este a precios del 2012, el consumo electrico es la suma del consumo de agregado de todo el mes, y por ultimo el indice de precios al consumidor estan a precios base del año 2012.

## Definicion de variables

La serie de tiempo empleadas estan conformadas por datos mensuales, iniciando en el año **#r inicio** hasta el año **#r mfin** con un total de **#r mobs** observaciones. Todas las variables estan expresadas en logaritmos naturales.

1. Consumo electrico percapita Consumo de Energia Electrica de un determinado territorio en un espacio temporal()
  - Fuente: Coes
  - Ecuacion:  $C_p = \frac{\text{Consumo electrico}}{\text{poblacion}}$
2. Crecimiento Economico Incremento porcentual del Producto Interno Bruto real dividido entre la cantidad de habitantes de una economia en un periodo determinado
  - Fuente: BCRP
  - Ecuacion:  $CE = \Delta \% \text{PIB per capita}$
3. Indice de precios al consumidor Indice que mide el promedio de los precios que pagan los consumidores por una canasta basica de bienes y servicios
  - Fuente: INEI

## Modelo econométrico

A continuacion se detalla el modelo a constrastrar con las variables la cual ya se detallo anteriormente

$$\ln(y_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(CEl_t) + \beta_2(P)$$

Donde:

- $\ln$ : es el logaritmo natural
- $y$ : es el PIB percapita
- $CEl$ : es el consumo electrico percapita
- $P$ : es el precio
- $t$ : es el tiempo

## Metodologia econométrica

### Vectores autoregresivos (VAR)

La metodología econométrica de vectores autorregresivos (VAR) planteada por Sims (1980). Trata a las variables de manera independiente, variables que se explican por si mismas en función de sus rezagos, considerados como modelos econométricos ateóricos que permite ver la causalidad de las variables y el efecto que tiene una variable ante otra variable mediante un shock o innovación de los errores, llamadas función de impulso respuesta, que muestra la temporalidad de duración del choque sobre la variable de estudio.

Su planteamiento formal es relativamente sencillo, en la parte derecha de la función va la variables endógenas rezagadas donde la cantidad de rezagos apropiados determinaran la aleatoriedad de los residuos, y en la parte derecha las variables endógenas.

Cuando un modelo presenta variables independientes y dependientes en la parte derecha, entonces se considera modelos simultáneos sujeto a parámetros muchas veces subjetivos, de ahí nace la necesidad de modelos de ecuaciones simultáneas no condicionadas, conocido como modelos de vectores autorregresivos VAR, en este caso en particular es de la siguiente manera:

$$y_t = \beta_0^y + \beta_1^y y_{t-1} + \beta_3^{CEl} y_{t-1} + \nu_{y,t}$$

$$P_t = \beta_0^P + \beta_1^P P_{t-1} + \beta_3^{CEl} P_{t-1} + \nu_{P,t}$$

$$CEl_t = \beta_0^{CEl} + \beta_1^y CEl_{t-1} + \beta_3^y y_{t-1} + \nu_{CEl,t}$$

donde los terminos de error satisfacen,

$$E(\nu_{CEl,t}) = E(\nu_{y,t}) = E(\nu_{p,t}) = 0$$

$$E(\nu_{CEl,t} \nu_{CEl,s}) = E(\nu_{y,t} \nu_{y,s}) = E(\nu_{p,t} \nu_{p,s}) = 0, t \neq s$$

Las ecuaciones constituyen un modelo de vectores autoregresivos de primer orden VAR(1) dado que se considera solamente un rezago en las variables entre las cuales puede existir una retroalimentacion.

### Caracteristicas del modelo VAR

No se considera apriori variables endogenas y/o exogenas, no requiere de conocimientos teoricos fuertes sobre las fueras que influyen en las variables para la elaboracion del modelo VAR, si no se excluyen las vairables y ninguna se supone exogena entonces todas las variables de estudio causan a todas, por lo que estan relacionadas temporalmente operando en rezagos en la economia.

### Test de causalidad de Granger

El test causalidad a lo Granger, aprobara la hipotesis de que esta variable es significativa para el modelo y por consecuencia que en una variable casual.

### Funcion de impulso respuesta

Esta función recoge la respuesta de la variable dependiente ante un golpe o shock que es generalmente el valor de una desviación típica de la variable independiente, este efecto formalmente introduce una alteración en la perturbación aleatoria alterando el conjunto del sistema, estos efectos podrían ser estables o explosivos dependiendo de la naturaleza de su interrelacion.

## Resultados

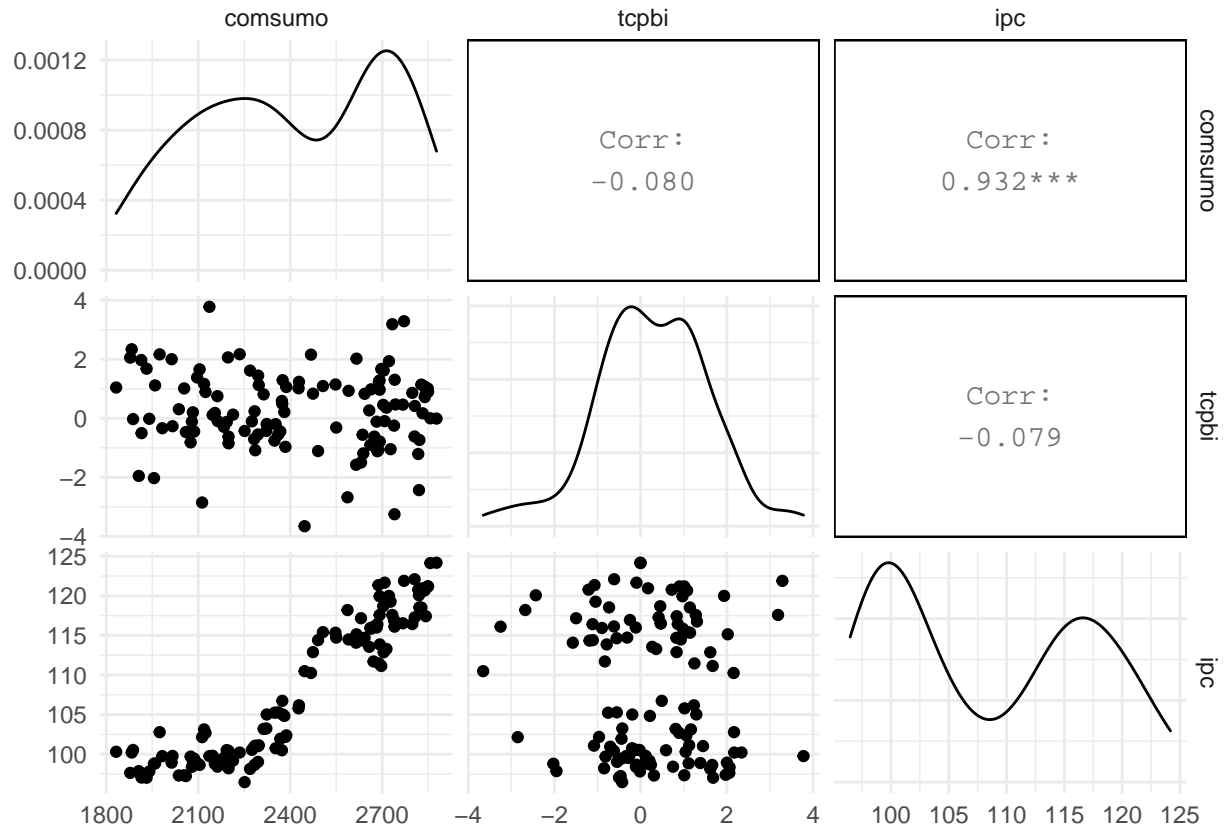
### Descripcion de las variables

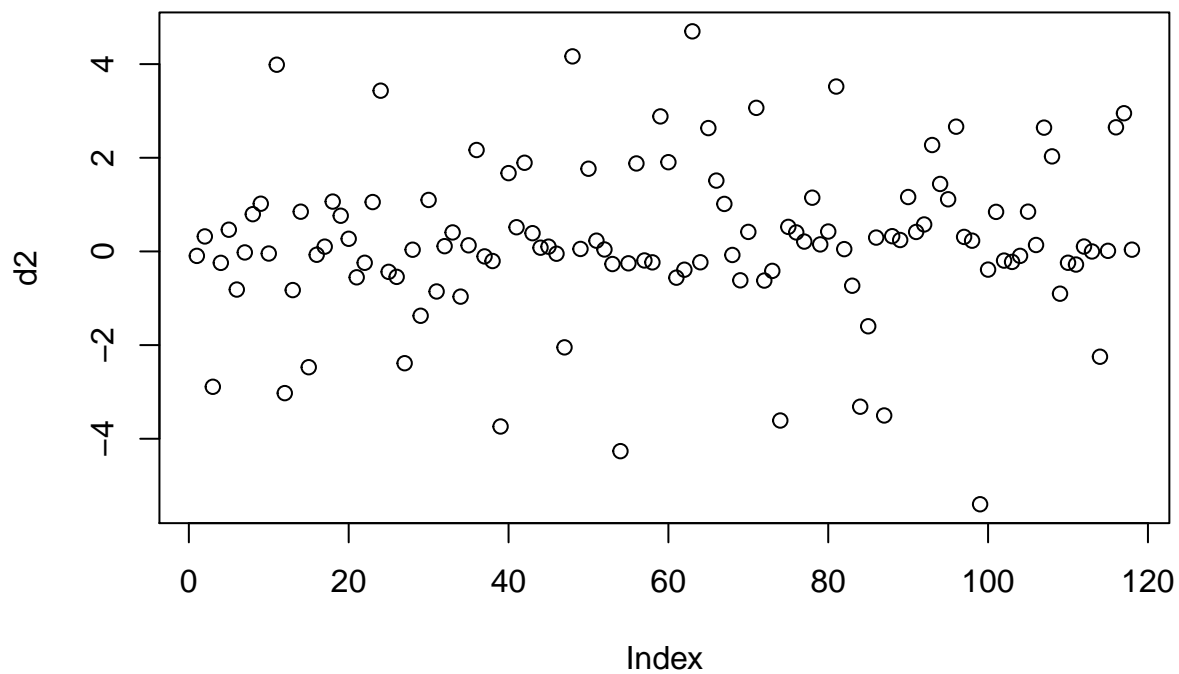
A continuacion se presenta datos descriptivos de las variables las cuales estaran sujetas a la constrastacion de hipotesis y son motivo de investigacion de este trabajo.

variable	n	Minimo	Maximo	Suma	Promedio	SD	Curtosis
consumo	119	7.513218	7.964470	926.03315	7.7817912	0.1288087	-1.1883429
ipc	119	96.467552	124.178442	12875.26826	108.1955316	8.8124587	-1.5914846
tcpbi	119	-3.653397	3.777405	31.16539	0.2618941	1.2951486	0.5309812

En la anterior tabla se mostro lo principales datos estadisticos descriptivos de las variables que se han usado para la constrastacion de las hipotesis, en estas variables se encuantra el consumo electrico percapita(Consumo), luego los indices de precios(ipc), y por ultimo la tasa de crecimiento del pib (tcpib),

## Correlaciones





lags	raiz
0	-15.956313
1	-11.676032
1	-7.393402

## Estimaciones

### Minimos cuadrados ordinarios

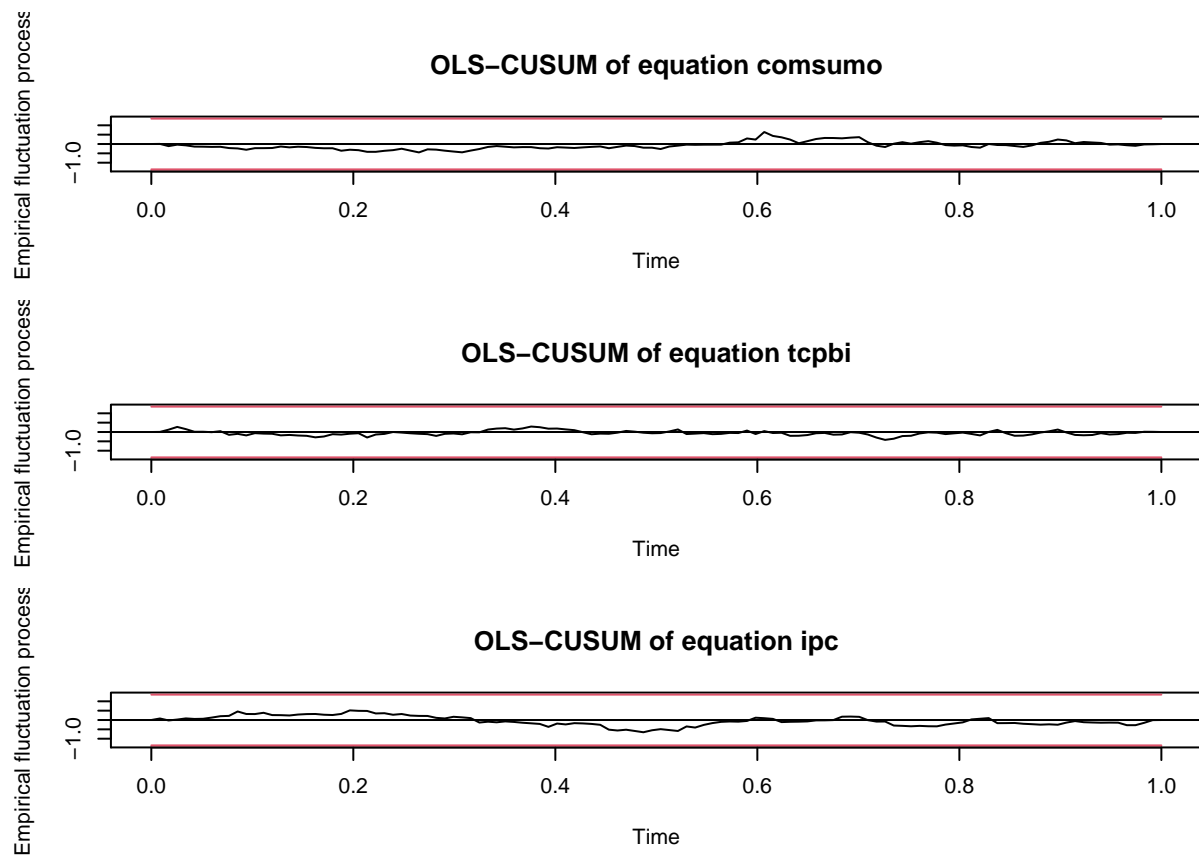
[1] "consumo" "tcpbi" "ipc"

% Table created by stargazer v.5.2.2 by Marek Hlavac, Harvard University. E-mail: hlavac at fas.harvard.edu %  
Date and time: Thu, Jul 02, 2020 - 9:23:48 PM

Cuadro 1

<i>Dependent variable:</i>	
	tcpbi
comsumo	−0.0002 (0.001)
ipc	−0.005 (0.037)
Constant	1.294 (1.876)
Observations	119
R <sup>2</sup>	0.006
Adjusted R <sup>2</sup>	−0.011
Residual Std. Error	1.302 (df = 116)
F Statistic	0.378 (df = 2; 116)
<i>Note:</i> *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	

## VAR



Cuadro 2

	<i>Dependent variable:</i>		
	y		
	(1)	(2)	(3)
consumo.l1	0.608*** (0.104)	0.007 (0.007)	-0.001 (0.005)
tcpbi.l1	-1.604 (2.247)	-0.118 (0.149)	-0.447*** (0.106)
ipc.l1	3.896*** (1.454)	0.940*** (0.097)	0.058 (0.069)
consumo.l2	0.348*** (0.102)	-0.003 (0.007)	-0.002 (0.005)
tcpbi.l2	-1.049 (1.905)	-0.060 (0.126)	-0.272*** (0.090)
ipc.l2	-2.689* (1.463)	-0.091 (0.097)	0.001 (0.069)
const	-13.034 (37.823)	6.064** (2.510)	-0.460 (1.784)
Observations	117	117	117
R <sup>2</sup>	0.993	0.967	0.215
Adjusted R <sup>2</sup>	0.993	0.965	0.172
Residual Std. Error (df = 110)	24.882	1.651	1.173
F Statistic (df = 6; 110)	2,756.900***	533.881***	5.024***
<i>Note:</i> *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01			

## Granger

```
##  
## Granger causality H0: tcpbi do not Granger-cause consumo ipc  
##  
## data: VAR object m1  
## F-Test = 0.31558, df1 = 4, df2 = 330, p-value = 0.8675
```

Este resultado nos dice que no existe causalidad que va desde el crecimiento hacia el consumo electrico y precios

```
##  
## Granger causality H0: consumo do not Granger-cause tcpbi ipc  
##  
## data: VAR object m1  
## F-Test = 2.9975, df1 = 4, df2 = 330, p-value = 0.0188
```

Este otro resultado menciona que hay relacion causal que va desde el consumo electrico hacia el crecimiento economico y los precios.

## Conclusiones

## Recomendaciones

## Referencias bibliograficas