



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

**POSTGRADO EN SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA**

DETERMINANTES DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA EN MÉXICO. UN ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE EFICIENCIA.

HÉCTOR PAULINO ELIZALDE GUZMÁN

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

2022



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: “**Determinantes de la Inversión Extranjera Directa en México. Un análisis de los factores de eficiencia**” realizada por el estudiante: “**Héctor Paulino Elizalde Guzmán**” bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO _____
DR. MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ DAMIÁN

ASESOR _____
DR. JOSÉ DE JESÚS BRAMBILA PAZ

ASESOR _____
DR. OSCAR ANTONIO ARANA CORONADO

ASESOR _____
DR. ABRIAN GONZÁLEZ ESTRADA

ASESOR _____
DR. JOSÉ DE JESÚS GARCÍA JUÁREZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, agosto de 2022

DETERMINANTES DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA EN MÉXICO. UN ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE EFICIENCIA.

**Héctor Paulino Elizalde Guzmán, D.C.
Colegio de Postgraduados, 2022**

RESUMEN

Los inversionistas extranjeros consideran la eficiencia como uno de los factores más importantes para desarrollar su capital, principalmente porque se relaciona con la productividad y competitividad interna y externa del país. A través de modelos de vectores autorregresivos (VAR), esta investigación tiene como objetivo evaluar la influencia de las variables de eficiencia (producto interno bruto, apertura comercial, impuesto sobre la renta, precio del petróleo, inflación y tasa de interés) sobre los flujos de la inversión extranjera directa (IED) en México e identificar acciones que contribuyan al financiamiento externo. Los resultados indican que el comportamiento de la inversión extranjera directa en el periodo 1995-2020 puede explicarse mediante un factor autorregresivo de la misma inversión y de las variables tasa de interés, apertura comercial e impuesto sobre la renta. Por tanto, las medidas más adecuadas para atraer IED son aquellas que promuevan disponibilidad crediticia, mejores relaciones internacionales y tasas impositivas reguladas.

Palabras clave: inversión extranjera directa, vectores autorregresivos, tasa de interés, apertura comercial e impuesto sobre la renta.

DETERMINANTS OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN MÉXICO. AN ANALYSIS OF EFFICIENCY FACTORS

**Héctor Paulino Elizalde Guzmán, D.C.
Colegio de Postgraduados, 2022**

ABSTRACT

Foreign investors consider efficiency as one of the most important factors to develop their capital, mainly because it is related to the productivity and internal and external competitiveness of the country. Through vector autoregressive models (VAR), this research aims to evaluate the influence of efficiency variables (gross domestic product, trade liberalization, income tax, oil price, inflation and interest rate) on the flows of foreign direct investment (FDI) in Mexico and identify actions that contribute to external financing. The results indicate that the behavior of direct foreign investment in the 1995-2020 period can be explained by an autoregressive factor of the same investment and the variables interest rate, trade openness and income tax. Therefore, the most appropriate measures to attract FDI are those that promote credit availability, better international relations and regulated tax rates.

Keywords: foreign direct investment, autoregressive vectors, interest rate, trade openness, and income tax

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, al Colegio de Postgraduados campus Montecillos, al PSEI – Economía y en especial agradezco a mi consejo, encabezado por el Dr. Miguel Ángel Martínez Damián, quien en todo momento me orientó y dirigió, de la manera más profesional posible, en cada etapa de este postgrado. Adicionalmente, agradezco al Dr. José Jaime Arana Coronado y al Dr. José de Jesús García Juárez, cuyas aportaciones no solo enriquecieron la investigación, sino también mi formación académica.

Agradezco a mis padres, gracias porque a base de amor y esfuerzo me encaminaron responsablemente desde el comienzo de mi desarrollo académico, gracias por dotarme de valores y principios que me han formado como profesional, como hombre y como individuo responsable y de bien. Me enorgullece decirles que todos sus desvelos y esfuerzos han valido la pena. Los amo.

Gracias a mi esposa, gracias por ser mi cómplice, mi soporte y mi fuerza. Gracias por creer en mí, incluso cuando yo no lo hago. Quiero compartir contigo todos mis éxitos y fracasos, superar los retos y que juntos logremos nuestras metas y anhelos como pareja y como individuos. Saber que estás a mi lado me llena y saca lo mejor de mí. Te amo.

Gracias a mis hijos, gracias porque a su corta edad me han enseñado mucho más de lo que yo podré enseñales en toda mi vida. Gracias por llegar a bendecir mi trabajo y mi esfuerzo, por impulsar mis ganas de salir adelante y mis deseos de convertirme en un mejor ejemplo para ustedes. Los amo.

Y finalmente, gracias al ahora Doctor Héctor Paulino Elizalde Guzmán. Gracias por darme esta experiencia, por tomar el reto y por permitirme crecer, gracias por ser lo suficientemente responsable para cumplir contigo y con tu familia. Y de corazón deseo que cada paso en tu vida profesional esté lleno de valores, principios y amor. GRACIAS A DIOS...

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
AGRADECIMIENTOS	v
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. CONTEXTO	4
1.1. Planteamiento del problema	7
1.2. Objetivo	8
1.3. Hipótesis	8
CAPÍTULO III: INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA (IED)	9
2.1 El factor eficiencia en la IED	9
CAPÍTULO IV: ENFOQUE TEÓRICO-METODOLÓGICO	18
3.1 Series de tiempo	18
3.2 Metodología Hodrick y Prescott	18
3.3 Estacionariedad	22
3.4 Autocorrelación	22
3.4.1 Función de autocorrelación (FAC)	22
3.4.2 Prueba de Breusch-Godfrey (BG)	23
3.5 Prueba de raíz unitaria	24
3.5.1 Prueba Dickey-Fuller (DF)	25
3.5.2 Dickey-Fuller Aumentada (ADF)	26
3.6 Cointegración	26
3.6.1 Cointegración de Variables I(1)	27
3.6.2 Cointegración multivariable	28
3.6.3 Prueba de cointegración	28
3.7 Prueba de causalidad de Granger	29
3.8 Vectores Autorregresivos VAR	31
CAPÍTULO V: METODOLOGÍA	34
4.1 Materiales y métodos	35

4.1.1	Modelo VAR.....	35
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		38
5.1	Modelo VAR.....	42
5.2	Análisis y discusión.....	48
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....		51
CAPÍTULO VIII LITERATURA CITADA.....		52
ANEXOS		57

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Variables de eficiencia.	12
Cuadro 2. Investigaciones de variables de eficiencia en la IED	17
Cuadro 3. Modelos de descomposición	38
Cuadro 4. Pruebas de raíz unitaria	42
Cuadro 5. Prueba de exclusión de rezagos.....	43
Cuadro 6. Prueba de causalidad Engle Granger.....	43
Cuadro 7. Parámetros de IED2 VAR (6)	44
Cuadro 8. Parámetros del modelo ajustado IED2.....	45
Cuadro 9. Modelos VAR.	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. IED y sus componentes	38
Figura 2. PIB y sus componentes.....	39
Figura 3. AC y sus componentes	39
Figura 4. ISR y sus componentes.....	40
Figura 5. PP y sus componentes	40
Figura 6. INF y sus componentes	41
Figura 7. TI y sus componentes	41
Figura 8. IED-IEDf	46

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

Los mercados financieros internacionales, acelerados por el desarrollo de innovaciones tecnológicas y la creciente competitividad entre sus integrantes¹, han evolucionado hasta convertirse en mercados complejos que influyen en el desarrollo de las economías. En este contexto, la IED es un elemento clave que ayuda a establecer vínculos estables y duraderos entre países, fomentando relaciones con beneficios multilaterales.

En general, la IED promueve la transferencia de innovaciones tecnológicas que optimizan la producción y la competitividad de las empresas transnacionales (Borensztein *et al.*, 1998; Meltem, 2014). El término IED se refiere a los capitales empresariales que buscan instalarse localmente en otros países, y se distingue de la inversión financiera porque sirve como una palanca de financiamiento externo para empresas e industrias que buscan beneficios en el largo plazo (Dussel, 2000; Bouchet *et al.*, 2003).

A pesar de los múltiples beneficios, cada empresa puede verse motivada por características distintas del país anfitrión. En México, las variables que promueven eficiencia han tenido especial relevancia en los últimos años (Dussel, 2000; Rivas y Puebla, 2016; Elizalde *et al.*, 2020). De acuerdo con Rivas y Puebla (2016), la eficiencia es uno de los factores más importantes porque está estrechamente relacionada con la productividad y competitividad interna y externa del país.

Entre las variables macroeconómicas y microeconómicas relacionadas con la busca de eficiencia destaca la apertura comercial, los niveles impositivos, el precio y calidad de la mano de obra, niveles tecnológicos, tasas de interés, inflación, tasa salarial, precio del petróleo, entre otras. Diversos autores han incorporado este tipo de variables para explicar la IED en México. Jordaan (2005), mediante una función lineal de la producción, derivada de una función de producción Cobb-Douglas, analiza la IED y su relación con factores externos en la industria manufactura mexicana en el año 1993. Sus resultados muestran que la diferencia tecnológica incentiva la apertura comercial y los beneficios competitivos que ésta representa. Por otro lado, a través de un modelo analítico VAR y un modelo VEC (Vector de corrección de errores), Gomes *et al.* (2013) estudiaron los flujos de IED en México y Brasil (1990-2010). Los resultados indican que la

¹ Entiéndase como integrantes a países, corporaciones multinacionales, mercados, etc.

apertura comercial, aunada a un factor autorregresivo, es la variable de mayor influencia en los flujos de IED; por lo tanto, se concluyen que los capitales invertidos en México estarán principalmente alentados por las políticas que promueven el comercio.

Botello y Dávila (2016) utilizaron un Modelo Probit para explicar la IED en México y Chile (2000-2013). De acuerdo con los autores, el flujo de IED en México está principalmente alentado por la mano de obra especializada, la mano de obra barata, recursos naturales e incentivos fiscales. Así mismo, Rivas y Puebla (2016) realizaron un análisis empírico de datos de panel sectorial para conocer la dinámica de la IED en México (2000-2012). Los resultados del análisis revelan que la IED busca eficiencia en la producción, y que están principalmente explicada por el crecimiento económico, la productividad laboral y la competitividad internacional. Elizalde *et al.* (2020) presentan una investigación sobre los determinantes macroeconómicos de la IED en México (2000-2016). A pesar de que incluyeron variables de diversos criterios, los resultados del modelo VAR indican que la IED en México se explica por el precio del petróleo y el nivel de endeudamiento externo, aunados a un factor autorregresivo.

Mediante un modelo econométrico de datos de panel, Tinoco y Guzmán (2020) señalan que las variables regionales que determinan el ingreso de IED en México (2000-2018) son los costos de la mano de obra, el número total de empresas, el PIB regional y un elemento autorregresivo de la misma inversión. Finalmente, Vega y Armijo (2021) enfatizan la importancia de los convenios de comercio exterior para impulsar la inversión y con ello, la economía en general. De acuerdo con los autores, el recientemente ratificado tratado comercial entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) es favorable para México, sin embargo existen medidas para la industria automotriz² que perjudicarán la competitividad interna en ese sector, limitando así el potencial exportador y proyectando una disminución de la IED en México para julio del 2025, cinco años después de su entrada en vigor.

A pesar de que estos estudios incorporan variables relacionadas con la eficiencia para explicar la inversión, ninguna investigación se centra en analizar las variables de eficiencia que estimulan el

² Medidas tales como el aumento de los salarios en la producción, reglas de origen obligatorias, limitaciones en la cantidad de importaciones provenientes de México y el uso obligatorio de acero proveniente de América del Norte en la producción automotriz (Vega y Armijo, 2021).

flujo de IED en México. Es importante profundizar en el análisis de las variables que promueven eficiencia porque se relacionan con la productividad, competitividad y redes de distribución que los capitales invertidos en México necesitan.

En la presente investigación se tiene como objetivo principal evaluar la influencia de las variables de eficiencia sobre los flujos de la IED en México en el periodo 1995-2020. Y generar conclusiones orientadas a la búsqueda de acciones para atraer un mayor financiamiento externo y aprovechar las relaciones comerciales de este país.

Basado en estudios preliminares, en este estudio se prueba si *las variables macroeconómicas de eficiencia, así como un componente autorregresivo de la misma IED, se relacionan con los flujos de IED en México del periodo 1995-2020*. Esta hipótesis se pone a prueba a través de un modelo VAR, después de aplicar el filtro de Hodrick y Prescott para la descomposición de las variables. En el capítulo II se presenta el contexto de la investigación; en el capítulo III, un panorama general de la IED y su relación con la eficiencia; en el capítulo IV se presenta el enfoque teórico-metodológico, seguido de la sección V, en donde se muestra la metodología y datos de la investigación; en el capítulo VI se analiza los resultados y se realiza una discusión al respecto; en el capítulo VII se da a conocer las conclusiones y recomendaciones, y finalmente, las conclusiones.

CAPÍTULO II. CONTEXTO

Después de la segunda guerra mundial, la globalización cobró mayor fuerza, la producción internacional se desarrolló y la importancia de las empresas multinacionales se expandió permitiendo el desarrollo de la IED durante los años 1950 y 1960 (Jadhav, 2012). Sin embargo, no fue sino hasta los años 80, en los sexenios (1982-1988) y (1988- 1994), cuando la IED cobró mayor auge en México debido a las reformas implementadas (Botello y Dávila, 2016).

En México se adoptaron políticas macroeconómicas para estabilizar la economía, se favoreció la liberalización del comercio, se puso en práctica el proceso de privatización de las empresas públicas y se realizaron reformas estructurales enfocadas a la creación de un marco legal y un entorno económico propicio para la IED (Gomes *et al.*, 2013). Como parte de este marco legal, se negociaron 32 Acuerdos para Promover y Proteger la Inversión (APPRI) con 33 países en el mundo³, 9 Tratados de Libre Comercio (TLC) que incluyeron capítulos de promoción a la inversión y 71 Tratados para Evitar la Doble Tributación (TDT) con los que se buscó hacer de México un sitio atractivo para la IED (De la Mora, 2017). Entre las reformas más destacadas se encuentra la incorporación de México al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) en 1986, la reestructuración de la deuda soberana mexicana en 1990, el programa de privatizaciones y la liberalización financiera, proceso que tuvo lugar a finales de los 80 y principios de los 90 (Cuevas *et al.*, 2005). Estas reformas ayudaron a acelerar los flujos financieros transfronterizos; sin embargo, el Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) de 1994 y las modificaciones a la ley de inversión extranjera fueron los principales cambios que impulsaron la IED en México a finales del siglo XX (Dussel, 2000 y Cuevas *et al.*, 2005).

En la década de los noventa, la mayoría de la IED en México, y particularmente la destinada a la manufactura de empresas ya establecidas desde que el TLCAN entró en vigor, se cataloga como inversión en búsqueda de eficiencia. A pesar de que México firmó y ratificó múltiples acuerdos

³ Los APPRI son diseñados para el fomento y la protección jurídica de los capitales productivos. Son instrumentos jurídicos internacionales que, a diferencia de los capítulos de inversión en un TLC que promueven acceso, protegen la inversión ya establecida y brindan condiciones preferenciales para la inversión recíproca de conformidad con las leyes del Estado Contratante; los APPRI no necesariamente generan flujos comerciales con el socio (De la Mora 2017).

bilaterales de inversión con diversos países (Garriga, 2017)⁴, la mayor parte de esta inversión ha sido proveniente de Estados Unidos⁵. Según datos elaborados por la Oficina de Análisis Económicos del Departamento de Comercio de Estados Unidos (DC-EU 1999), la IED realizada por las filiales estadounidenses en México acumuló 21 860 millones de dólares en el periodo 1992-1998, de la que 57.38% se dirigió al sector manufacturero (Dussel, 2000).

El caso de las inversiones destinadas al sector automotriz y electrónica resaltan porque son capitales externos dinámicos en busca de eficiencia. En el periodo 1980-1998, la producción de vehículos casi se triplicó hasta alcanzar 1475 millones de unidades en 1998, y las exportaciones con respecto a la producción total aumentó de 3.72% en 1980 a 68.57% en 1998. Por su parte, la industria electrónica mantuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 9.8% sin incluir las actividades de maquila durante 1988-1996; así mismo México se convirtió en el principal proveedor de productos electrónicos a Estados Unidos en 1998, exportando el 19.59% del total de sus importaciones. La dinámica de estos sectores se atribuyó a la normatividad del TLCAN, se redujeron en gran medida las tarifas arancelarias de las exportaciones mexicanas a Estados Unidos y se crearon canales de distribución, lo que generó seguridad para la entrada de empresas asiáticas que tenían en su mayoría a Estados Unidos como mercado de destino (Dussel, 2000).

El TLCAN ofreció una apertura comercial fundamental para el éxito de las actividades de las corporaciones transnacionales estadounidenses que buscaban eficiencia global, propiciando una ventaja comparativa y una mayor competitividad con respecto a la inversión proveniente de otros países. Bajo este rubro destacan tiendas de autoservicio, telefonía de larga distancia y local, materias primas, energía, y particularmente el sector financiero; que representa inversión que ingresó en búsqueda de participación en el mercado nacional (Dussel, 2000). Por lo tanto, con el TLCAN se lograron los objetivos de incrementar el comercio y los flujos de inversión a través de la consolidación de cadenas de valor que mejoraron la competitividad de los tres países y permitieron la integración de un mercado regional. Es decir, no solo se potenció el comercio y la inversión, también se promocionó la inversión en la producción de bienes comercializables para

⁴ Sólo tres de estos acuerdos bilaterales fueron ratificados hacia finales de los años noventa, el resto responde a una política activa puesta en marcha en la primera década del 2000 hasta el 30 de julio de 2014 (Garriga, 2017).

⁵ Es importante mencionar que las relaciones de IED con Estados Unidos se rigieron por el capítulo XI del TLCAN (Garriga, 2017).

explotar la capacidad de México como plataforma exportadora (Moreno-Brid *et al.*, 2005). Fue así como, a mediados de la década del 2000, México se ubicó dentro de los diez principales países en vías de desarrollo con mayor IED (Mongrovejo, 2005; Gomes *et al.*, 2013).

En el 2007 se buscó impulsar más la inversión con el funcionamiento de la oficina federal de ProMéxico, a través de estrategias tales como el trabajo conjunto de los 32 estados para hacerlos más atractivos (Botello y Dávila, 2016). A través del Fondo ProMéxico de Atracción de Inversiones, se establecieron las directrices para la participación de las entidades federativas⁶ y se implementó una ley propia de desarrollo económico en donde cada entidad es responsable de promover IED hacia su territorio (De la Mora, 2017). De acuerdo a datos de la Dirección General de Inversión Extranjera de la Secretaría de Economía (DGIE), el mejor desempeño de México como receptor de IED lo tuvo en el año 2013, al ocupar el séptimo lugar dentro de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (DGIE, 2016).

Más recientemente, en julio de 2020 se sustituyó el TLCAN por el Tratado comercial entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC). De acuerdo con autores como Vega y Armijo (2021), se trata de un acuerdo comercial favorable para México, sin embargo existen medidas en la industria automotriz y de política laboral que perjudicarán la competitividad interna y el potencial exportador, proyectando así, una disminución de la IED en México para julio del 2025.

Entre estas medidas destaca el aumento de los salarios en la producción, reglas de origen obligatorias, limitaciones en la cantidad de importaciones provenientes de México⁷ y el uso obligatorio de acero proveniente de América del Norte en la producción automotriz⁸. Estas medidas pueden representar incrementos en el costo de importación de insumos y en el costo de

⁶ Los apoyos otorgados a proyectos de IED a través del Fondo cubrieron hasta 10% de la inversión o hasta 30 millones de dólares. En el período 2009-septiembre de 2016, el programa otorgó apoyos a empresas extranjeras y mexicanas con mayoría de capital extranjero (De la Mora, 2017).

⁷ Se trata de cartas paralelas que limitan la exportación anual de vehículos de pasajeros provenientes de México en el caso de que Estados Unidos imponga aranceles bajo la sección 232 (Vega y Armijo, 2021).

⁸ Esta medida podría contribuir a un aumento del precio del acero en Estados Unidos, alineándose así con estrategias arancelarias previas (Vega y Armijo, 2021).

producción para las empresas automotrices en México, lo que podría mermar su potencial exportador y generar una pérdida de competitividad importante (Vega y Armijo, 2021).

1.1.Planteamiento del problema

La IED en un país en desarrollo tiene diversos impactos, el impacto social se relaciona con la desigualdad, la sustentabilidad y el bienestar de los consumidores y trabajadores; el impacto político-institucional se refiere al control sobre recursos “estratégicos” y la capacidad de influencia sobre el proceso político de los países emisores y receptores; sin embargo, el impacto macroeconómico y microeconómico tiene especial importancia debido a que engloba aspectos tales como crecimiento económico del país, comercio exterior, mercado de trabajo, productividad industrial e innovación tecnológica (García y López, 2002). Diversos autores⁹ plantean que un mayor flujo de capital externo promueve ventajas económicas a nivel industrial, nacional e internacional debido a que favorece el desarrollo económico y comercial, la importación de tecnología, la creación de empleos, el ahorro y el equilibrio en la balanza de pagos.

Particularmente, la economía mexicana se enfrenta con escasez de capitales internos para acelerar su crecimiento; de acuerdo con Alguacil *et al.*, (2002), la IED es el elemento clave que impulsa a México hacia una integración en la economía mundial, esto debido a un vínculo entre IED, crecimiento económico y comercio exterior. El autor plantea que la IED actúa como una fuerza que influye en el crecimiento porque estimula la productividad, lo que mantiene una relación causal positiva con las exportaciones. Por lo tanto, el crecimiento económico en México y su comercio exterior son impulsados por la orientación exportadora de las empresas extranjeras.

La investigación de las variables relacionadas con la inversión es vital para generar una política macroeconómica eficaz para atraer IED. Las variables que estimulan el flujo de capital externo han sido objeto de estudio de múltiples investigaciones¹⁰, de las cuales, autores como Schwartz y Torres. (2000), Jordaan (2005), Jadhav (2012), Gomes *et al.* (2013), Tang *et al.* (2014), Meltem (2014), Botello y Dávila (2016), Rivas y Puebla (2016), Elizalde *et al.* (2020), Tinoco y Guzmán

⁹ Autores tales como Dussel (2000) Alguacil *et al.* (2002), Morales (2010) y Meltem, (2014).

¹⁰ Cantor y Parcker (1996), Morales y Tuesta (1998), Oetzel *et al.* (2001), Bouchet *et al.* (2003), Bravo (2004), Schwartz y Torres (2000), Jadhav (2012), Dans (2012), Gomes *et al.* (2013), Tang *et al.* (2014), Meltem (2014), Botello y Dávila (2016), Rodríguez y San Martín (2016), Elizalde *et al.* (2020).

(2020) y Vega y Armijo (2021) han incorporado variables de eficiencia para explicar la inversión; sin embargo, es un tema en el que no se ha ahondado lo suficiente debido a que ninguna de estas investigaciones se centra en analizar las variables de eficiencia que estimulan el flujo de inversiones en México. En otras palabras, es importante profundizar en el análisis de las variables que promueven eficiencia porque se relacionan con la productividad, competitividad y redes de distribución que los capitales invertidos en México necesitan.

Consecuentemente, esta investigación no solo ayudará a identificar el impacto las variables macroeconómicas de eficiencia sobre la IED, sino que también puede servir para entender las decisiones de inversión de las corporaciones multinacionales y el comportamiento de los flujos de capitales internacionales.

1.2.Objetivo

En la presente investigación se tiene como objetivo evaluar la influencia de las variables de eficiencia sobre los flujos de la IED en México en el periodo 1995-2020. Y generar conclusiones orientadas a la búsqueda de acciones para atraer un mayor financiamiento externo y aprovechar las relaciones comerciales de este país.

1.3.Hipótesis

Basado en investigaciones preliminares, en este estudio se prueba si *las variables macroeconómicas asociadas al criterio de eficiencia, así como un componente autorregresivo de la misma IED, se relacionan con los flujos de IED en México del periodo 1995-2020.*

CAPÍTULO III: INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA (IED)

La IED es el proceso por el cual los residentes de un país adquieren propiedades y activos de una empresa en otro país (país anfitrión); con el propósito de controlar la producción, distribución y otras actividades administrativas (Imad, 2006). Por lo tanto, se refiere a todos los métodos utilizados para incrementar los negocios en el extranjero (Madura, 2010).

El Informe Mundial de Inversiones de las Naciones Unidas (UNCTAD) define la IED como una relación estable de largo plazo, que refleja un interés de control duradero por parte del capital extranjero sobre una empresa residente (empresa filial o filial extranjera). El término “largo plazo” distingue a la IED de la inversión de cartera, que se caracteriza por ser a corto plazo y no busca un control duradero (UNCTAD, 2003).

Además del plazo de control, la literatura subraya al porcentaje de dominio como otra característica que distingue a la IED. Autores como Imad (2006) y Madura (2010), coinciden en que la IED se presenta cuando el porcentaje de propiedad adquirida por el inversionista es suficiente para tener participación mayoritaria (el 10% o más, de las acciones en circulación).

Sin embargo, la postura de la participación mínima del 10% es considerada flexible. De acuerdo con el UNCTAD (2003), el porcentaje que determina si una inversión extranjera es directa o no, puede variar de acuerdo a las condiciones y legislaciones de cada país. Por tanto, el determinante primordial del tipo de inversión es la motivación del inversor, ya que la IED refleja el interés del inversor por acceder a un grado significativo de influencia en una empresa¹¹ en el largo plazo (Ziga, 2002).

2.1 El factor eficiencia en la IED

Cada vez son más los países preocupados por atraer mayor capital extranjero y aprovechar sus beneficios (Botello y Dávila, 2016); sin embargo, de acuerdo con la Comisión Económica para América Latina, CEPAL, los flujos de IED se clasifican de acuerdo a los propósitos específicos

¹¹ Una participación mayoritaria, como la ejercida en la IED, le concede derechos de administración, tales como derechos de control y gestión; mientras la inversión de cartera solo otorga al inversionista un rendimiento o beneficio específico por la tenencia de acciones (portafolios) (UNCTAD, 2003).

que estas inversiones persiguen. En este sentido, múltiples investigaciones¹² clasifican la IED en criterios tales como búsqueda de recursos, búsqueda de mercados, búsqueda de la eficiencia, búsqueda de activos estratégicos y el factor riesgo.

Así mismo, cada empresa puede verse motivada por características distintas del país anfitrión. En la literatura¹³, el flujo inversiones se asocia con variables relacionadas con el crecimiento económico, contexto social, condiciones político-institucionales, eficiencia de organismos gubernamentales, apertura comercial, ubicación geográfica, estabilidad económica, entre otros. No obstante, autores como Dussel (2000), Rivas y Puebla (2016) y Elizalde *et al.* (2020) coincide en que las variables que promueven eficiencia tienen especial relevancia para los capitales que han ingresado a México en los últimos años.

La eficiencia se refiere específicamente a la capacidad de realizar o cumplir adecuadamente una función. Así mismo, la IED dirigida a México, principalmente la destinada a la manufactura, está precisamente en busca de eficiencia regional y global porque pretende optimizar la productividad y conformar redes de distribución que permitan menores tarifas arancelarias, menores costos de producción y distribución (Dussel, 2000). De acuerdo con García y López (2020), las filiales de corporaciones multinacionales que buscan instalarse en países en desarrollo como México tienen ventajas sobre sus competidores locales porque poseen tecnologías productivas, prácticas laborales y procesos de comercialización más avanzados, por lo que generalmente tienen una mayor productividad y son más capaces de lanzar nuevos productos al mercado. Así mismo, cuentan con una diversidad geográfica en sus actividades que les permite disponer de operaciones y activos en diversos países, pueden abastecerse de insumos o bienes de capital desde el exterior y se asume que cuentan con un mayor acceso a los mercados extranjeros para distribuir su producción.

De acuerdo con lo anterior, las filiales de las corporaciones multinacionales se enfocan en la productividad eficiente y tienen una mayor propensión a importar y a exportar que las firmas locales; por lo que estarán en busca de mercados que les permita desarrollarse en estos aspectos (García y López, 2020). El factor de eficiencia en la IED se relaciona precisamente con aquellas

¹² Dentro de las que destacan: Dussel (2000); Bravo (2004); Jadhav (2012); Ariel *et al.* (2013); Tang *et al.* (2014); Meltem (2014); Botello y Dávila (2016); Elizalde *et al.*(2020).

¹³ Autores como Bouchet *et al.* (2003), Jadhav (2012), Tang *et al.* (2014) y Elizalde *et al.* 2020

variables que promueven productividad y competitividad interna o externa (Rivas y Puebla, 2016). La conformación de redes de distribución, bajas tarifas impositivas, capacitación y productividad del capital humano, los costos laborales y productivos, el grado de apertura comercial y acuerdos internacionales que favorezcan la libre circulación de bienes y personas son claves en la búsqueda de eficiencia en la IED (Dussel, 2000; García y López, 2020). Por lo tanto, dentro de las variables macroeconómicas que promueven eficiencia en la inversión se encuentra el PIB, la apertura comercial, tasas impositivas y arancelarias, pobreza, tasa de interés, precios de insumos naturales, inflación, costos de mano de obra barata y especializada, endeudamiento externo, tasa de crecimiento poblacional, entre otras. A continuación, se presenta las investigaciones que han incorporado variables macroeconómicas que promueven eficiencia para explicar la IED (Cuadro 1) y una síntesis de la relación de estas variables con la inversión.

Cuadro 1. Variables de eficiencia.

VARIABLES	AUTORES
PIB	Dussel (2000), Jadhav (2012), Mongrovejo (2005), Gomes <i>et al.</i> (2013), Tang <i>et al.</i> (2014), Botello y Dávila (2016), Iamsiraroj (2016), Rivas y Puebla (2016).
Apertura comercial	Aitken <i>et al.</i> (1996), Jadhav (2012), Gomes <i>et al.</i> (2013), Rivas y Puebla (2016).
Impuestos	Caballero y López (2012), Jadhav (2012), Tang <i>et al.</i> (2014), Meltem (2014), Botello y Dávila (2016).
Tasa de interés	Schwartz y Torres. (2000), Meltem (2014), Varela y Cruz (2016)
Precio del petróleo	Jadhav, 2012; Botello y Dávila, 2016
Inflación	Cantor y Parcker (1996), Bittencourt y Domingo (2002), Bouchet <i>et al.</i> (2003), Bravo (2014), Madura (2010), Mongrovejo (2005), Gomes <i>et al.</i> (2013), Tang <i>et al.</i> (2014)
Mano de obra barata	Gomes <i>et al.</i> (2013), Elizalde <i>et al.</i> (2020), Botello y Dávila (2016), Groh y Wich (2009).
Mano de obra calificada	Dussel (2000), Cuevas <i>et al.</i> (2005), Mendoza (2011), Botello y Dávila (2016) y Rivas y Puebla, 2016).
Nivel de endeudamiento	Krugman (1998), Morales y Tuesta (1998), Bengoa y Sánchez-Robles (2003), Bravo (2004), Dans (2012), Feenstra y Taylor (2014), Topal y Gül (2016)

Fuente: Elaboración propia

- PIB (+)
- Apertura comercial (+)
- Impuestos (-)
- Tasa de interés (-)
- Precio del petróleo (-)
- Inflación (-)
- Mano de obra barata (+)
- Mano de obra calificada (+)
- Deuda Externa (-)

El PIB es una de las variables más utilizadas en los estudios empíricos que buscan explicar la IED. En la mayoría de las investigaciones, esta variable se relaciona con las dimensiones del mercado disponible; sin embargo, Mongrovejo (2005), Jadhav (2012), Tang *et al.* (2014) y Iamsiraroj (2016) coinciden en que el PIB es un indicador de desarrollo financiero del país anfitrión. En la presente investigación se considera al PIB como una variable que promueve eficiencia debido a que, de acuerdo con estos autores, un mayor mercado financiero representa mayor oportunidad de desarrollo y rentabilidad. Por otro lado, la apertura comercial se representa por la participación del comercio exterior en el PIB; es decir, el índice de apertura comercial (Bhavan *et al.*, 2011; Jadhav, 2012) y tiene una relación positiva sobre los flujos de IED (Jadhav, 2012; Gomes *et al.*, 2013 y Rivas y Puebla, 2016). Al respecto, Rivas y Puebla (2016) plantean que cuando aumentan las exportaciones, la IED también lo hace, aunque en menor proporción. De acuerdo con los autores, niveles elevados de exportaciones están relacionados con sectores de producción más competitivos y atractivos para nuevos capitales de inversión, mientras que el proteccionismo representa mayores costos de transacción asociados a los costos de producción (Jadhav, 2012). La apertura comercial también favorece la importación de bienes de capital y tecnologías avanzadas, por lo que se relaciona con la eficiente (Gomes *et al.*, 2013; García y López, 2020).

Dentro de las variables de carácter económico que impactan la eficiencia de los capitales invertidos se encuentran los impuestos corporativos, estos impuestos están estrechamente relacionados con la generación de ingresos de las empresas; mayores tasas impositivas pagadas por los inversionistas afectan las ganancias generadas (Meltem, 2014). De acuerdo con Caballero y López (2012), Meltem (2014) y Tang *et al.* (2014), los impuestos mantienen una relación inversa con la

IED porque pueden desalentarla, así mismo, una baja tasa impositiva puede mejorar la competitividad del país anfitrión. Es importante considerar que, en México aquellas personas morales que sean no residentes están obligadas a pagar impuestos cuando obtienen ingresos de alguna fuente de riqueza ubicada en territorio mexicano (Impuesto Sobre la Renta e Impuesto Empresarial a Tasa Única). Al respecto, Caballero y López (2012) plantean que para estimular la inversión privada en México lo más adecuado es darles a los inversionistas mayores facilidades a través de un controlado ISR.

Otra variable a destacar es la tasa de interés; Schwartz y Torres (2000) mencionan que el canal de crédito es la principal vía de impacto de la tasa de interés debido a que puede afectar la capacidad de consumo y de inversión productiva. La tasa de interés se relaciona negativamente con la IED a través de la THIE a 28 días (Meltem, 2014; Varela y Cruz, 2016). Un aumento en las tasas de interés disminuye la demanda de crédito y con esto la inversión, así mismo, si los bancos consideran que los proyectos de inversión son de alto riesgo, pueden reducir la oferta crediticia. De esta manera, el aumento en las tasas de interés, aunado a la incertidumbre bancaria respecto a la calidad de los proyectos de inversión, puede propiciar una menor disponibilidad de crédito en la economía (Schwartz y Torres, 2000). Al respecto, Varela y Cruz (2016) concluyen que las corporaciones multinacionales no solo realizan transferencias de capital para invertir en el extranjero, sino también consideran las condiciones del mercado crediticio local para realizar inversiones en construcción u operación de la planta. Incluso puede adquirirse bienes de capital o de otra índole según lo requiera el proceso productivo. Dado que los canales de crédito pueden verse afectados por la evolución de las tasas de interés, su impacto en los flujos de IED no es un tema menor.

Las tasas de interés deben permitir atenuar las restricciones de liquidez, pero también deben ser un mecanismo que evite serios problemas de inestabilidad en los precios. En la medida que se cumpla con los objetivos en materia de estabilidad de precios, la política monetaria debe contribuir a lograr tasas de interés más competitivas en el mercado, en aras de que la IED se vea favorecida localmente por los canales de crédito de la banca privada (Varela y Cruz, 2016, p. 146).

Por otra parte, a pesar de que la IED tiene una relación directa con la disponibilidad de insumos, el precio de estos mantiene una relación inversa con la inversión; incrementos en el precio del petróleo se relaciona con menores flujos de IED. De acuerdo con Botello y Dávila (2016), los

insumos de bajo costo en el país anfitrión benefician la eficiencia al reducir los costos de producción, de transporte y distribución a lo largo de la cadena productiva. Un país puede ser más atractivo para invertir si, en la medida de lo posible, mantiene estables los costos de insumos (Jadhav, 2012; Botello y Dávila, 2016).

Así mismo, la inflación es una variable de eficiencia determinante para la IED porque impacta el poder adquisitivo de los consumidores, lo que se relaciona con la demanda de bienes; la inflación mantiene una relación inversa con la IED en el corto plazo (Bittencourt y Domingo, 2002; Bouchet *et al.*, 2003; Mongrovejo, 2005; Madura, 2010). Sin embargo, un país con bajos y estables incrementos inflacionarios puede ser atractivo, ya que refleja estabilidad macroeconómica y la capacidad de su gobierno para hacer frente a gastos y deudas en el largo plazo (Cantor y Parcker, 1996; Bittencourt y Domingo, 2002).

Por otro lado, a pesar de que estudios como Gomes *et al.* (2013) y Elizalde *et al.* (2020) catalogan la mano de obra barata y mano de obra calificada dentro del criterio de variables en busca de disponibilidad de recursos, en la presente investigación se consideran como variables que promueven eficiencia, dado que se relacionen con la productividad de las empresas. La teoría de la dotación de recursos y el comercio explica que la IED se dirige hacia países con salarios bajos y recursos naturales que proporcionan ventajas comparativas que contribuyan a la productividad empresarial (Botello y Dávila, 2016). Por otra parte, la mano de obra calificada puede reducir la incertidumbre en inversiones porque puede ser vista como indicio de condiciones favorables y desarrollo del país anfitrión. En las zonas donde existen más habilidades hay mayor organización, innovación y progreso; la IED especializada requiere mano de obra especializada para una mayor productividad (Botello y Dávila, 2016). Existe evidencia de que esta variable es importante para los flujos de la IED para México¹⁴. En las últimas décadas, las empresas extranjeras en México han requerido de mano de obra especializada que garantice productividad laboral para lograr eficiencia productiva y competitividad internacional (Rivas y Puebla, 2016).

Finalmente, es importante mencionar que el sobreendeudamiento externo es un componente de interferencia por parte del gobierno que podrían afectar la rentabilidad o estabilidad de los capitales

¹⁴De acuerdo con Dussel (2000), Cuevas *et al.* (2005), Mendoza (2011), Botello y Dávila (2016) y Rivas y Puebla, (2016), la mano de obra especializada ha sido un factor fundamental en la atracción de IED a este país.

invertidos (Morales y Tuesta, 1998; Dans, 2012). El sobreendeudamiento podría afectar los flujos de IED en dos formas. Primero, visto como un problema de insolvencia en el pago de la deuda y clasificado como factor de riesgo económico, un incremento en el sobreendeudamiento aumenta la probabilidad de incumplimiento en las obligaciones financieras, lo que puede derivar en incertidumbre en el desempeño futuro de la economía (Feenstra y Taylor, 2014; Topal y Gül, 2016). Segundo, visto como un problema estructural en el que el gobierno tiene como objetivo el cumplimiento de las obligaciones financieras, la rentabilidad de la IED es reducida por la imposición de impuestos futuros, lo que Krugman (1988) denomina impuesto de inversión; este último problema se clasifica bajo el criterio de eficiencia. En cualquier caso, a medida que se presente un incremento en la relación deuda / PIB, el riesgo de insolvencia en el país será mayor (Morales y Tuesta, 1998).

A continuación, el Cuadro 2 resume las investigaciones que consideran variables que promueven la eficiencia en la IED en diversos países, enfatizando en las variables que resultan explicativas y los modelos utilizados.

Cuadro 2. Investigaciones de variables de eficiencia en la IED

AUTOR	PAÍSES DE ANÁLISIS	METODOLOGÍA	VARIABLES DE EFICIENCIA SIGNIFICATIVAS
Elizalde <i>et al.</i> (2020)	México	Modelo de vectores autorregresivos (VAR)	Precio del petróleo (-) Niveles de endeudamiento (-).
Botello y Dávila (2016)	México y Chile (2000-2013)	Modelo Probit	Mano de obra calificada (+) Mano de obra barata (+) Tasas impositivas (-).
Meltem (2014)	26 países miembros de la UNCTAD (1990-2004)	Modelo de panel desbalanceado	Pobreza (-) Tasa de interés (-)
Tang <i>et al.</i> (2014)	Industria eléctrica y electrónica en Malasia (1980-2008)	Modelo empírico con pruebas de límites de raíz unitaria y causalidad de Granger.	PIB (+) Impuestos (-)
Gomes <i>et al.</i> (2013)	Brasil y México (1990-2010)	Modelo analítico VAR de donde se deriva un modelo VEC (Vector de corrección de errores).	PIB (+) Apertura de comercio (+) Commodities (+)
Jadhav (2012)	Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica (2000-2009)	Panel de prueba de raíz unitaria, y regresiones múltiples (coeficiente de ponderación económica comparativa)	PIB (+) Apertura comercial (+)
Jordaan (2005)	MÉXICO 1993	Función lineal de la productividad del trabajo, derivada de una función de producción Cobb-Douglas.	Externalidades (Tecnología, proximidad geográfica entre empresas) (+)
Bittencourt y Domingo (2002)	Argentina, Brasil, Uruguay, Paraguay, (1960-2000)	Regresiones en paneles	Dinámica del mercado interno (PIB) (+) Desempeño exportador (apertura comercial) (+) Estabilidad macroeconómica (Inflación) (-)

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: ENFOQUE TEÓRICO-METODOLÓGICO

3.1 Series de tiempo

Conjunto de observaciones sucesivas de una misma variable en un periodo de tiempo específico. Cada observación es denotada generalmente como Y_t , con $t = 1, 2, \dots, T$ (Ecuación 0,1). A diferencia de los datos estáticos¹⁵ (corte transversal) las series de tiempo permiten observar la evolución de una variable, analizar su dinámica en el tiempo y realizar correlaciones no contemporáneas, en distintos momentos, entre variables dinámicas.

$$Y_t = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_T \end{bmatrix}_{1 \times T} \dots \dots \dots .1)$$

Una vez constituida una serie de tiempo es posible definir un método para pronosticar \hat{Y}_{t+p} a partir de valores pasados ($\hat{Y}_{t-1}, \hat{Y}_{t-2}, \dots, \hat{Y}_{t-p}$), suponiendo que estos sucesos continuaran en el futuro. Es decir, el curso de \hat{Y}_t y su predicción \hat{Y}_{t+p} no se encuentran condicionados a variables independientes, en ese caso también es necesario predecirlas individualmente ($\hat{X}_{t+p,1}, \hat{X}_{t+p,2}, \dots, \hat{X}_{t+p,K}$) para pronosticar \hat{Y}_{t+p} (Rosales *et al.*, 2010).

3.2 Metodología Hodrick y Prescott

Las series de tiempo exhiben comportamientos que solo pueden ser observables mediante filtros específicos. Un filtro es cualquier procedimiento llevado a cabo para descomponer una serie original y obtener una nueva serie, cuya magnitud está libre de algún efecto específico que dificulte la correcta interpretación de sus valores.

De acuerdo con autores como Pedregal y Young (2001), el filtro de Hodrick y Prescott puede ser superior a métodos alternativos si es empleado apropiadamente. En esta metodología se consideran

¹⁵ Los datos estocásticos son un conjunto de datos aleatorios ordenados en el tiempo, los cuales dan origen a un proceso estocástico (proceso aleatorio). Si Y denota una variable aleatoria y es continua, se denota como (y) , pero si es discreta se expresa como Y_t . (Gujarati y Porter, 2010).

los componentes principales de una serie de tiempo: la estacionalidad (E_t), que está influenciado por factores institucionales, climáticos y técnicos que evolucionan de forma suave en el largo plazo; la tendencia (T_t), que representa la evolución o comportamiento de la serie en el largo plazo y suele asociarse con los determinantes del crecimiento económico (tecnología, capital físico, cualificación de la mano de obra); el componente cíclico (C_t), que son movimientos oscilatorios en torno a la tendencia cuya duración varía entre los dos y ocho años; y finalmente, la irregularidad (I_t) o movimientos esporádicos, cuyo comportamiento no siguen un patrón determinado (Meza, 2012).

La variable a predecir $Y(t)$ puede ser resultado de la aplicación de las siguientes relaciones:

- a) Esquema aditivo: $Y(t) = E(t) + T(t) + C(t) + I(t)$
- b) Esquema multiplicativo: $Y(t) = E(t) * T(t) * C(t) * I(t)$
- c) Esquema mixto: $Y(t) = E(t) * T(t) * C(t) + I(t)$

De acuerdo con este método, las series que tienen una periodicidad mayor a un año no requieren desestacionalizarse; por lo tanto, las series a utilizar $\{Y_t\}_{t=1}^N$ se consideraran como la suma de dos componentes: uno de tendencia, T_t y uno cíclico C_t :

$$Y_t = T_t + C_t \text{ para } t=1, 2, 3, \dots, N$$

El cíclico C_t representa a las desviaciones desde el de tendencia T_t ; esto es:

$$C_t = Y_t - T_t$$

Por lo que el irregular I_t no es más que:

$$I_t = Y_t + T_t - C_t$$

Para determinar el componente de tendencia T_t , Hodrick y Prescott (1997) plantearon el siguiente problema de minimización:

$$\text{Min}_{T_t} \{ \sum_{t=1}^N (C_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(T_t - T_{t-1}) - (T_{t-1} - T_{t-2})]^2 \} \dots \dots \dots 1)$$

Lo que es equivalente a:

$$\text{Min}_{T_t} \{ \sum_{t=1}^N (C_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(T_t - 2T_{t-1}) - (T_{t-1} - T_{t-2})]^2 \} \dots\dots\dots 2)$$

El primer término de la ecuación corresponde a la suma de cuadrados de las desviaciones ($Y_t - T_t$). El segundo es un múltiplo λ de la suma de cuadrados de la segunda diferencia del componente de tendencia (T_t). La constante λ es el parámetro de castigo o suavidad con el que se controla la aceleración del componente de tendencia, es decir, las variaciones en su tasa de crecimiento y se elige de acuerdo con la periodicidad de los datos.

El parámetro lambda (λ) debe ser positivo para que se garantice la existencia de un mínimo al obtener la segunda derivada. Representa la importancia que se atribuye al grado de ajuste en relación con el grado de suavidad. Si λ tiende a 0, la tendencia es más suave. Si $\lambda = 0$, resulta que el componente de tendencia (T_t) es igual a la serie de tiempo original. En cambio, si λ tiende al infinito la suavidad se maximiza, de manera tal que los valores de la tendencia siguen el comportamiento dictado por la ecuación:

$$T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2} = 0 \quad \text{que corresponde a una línea recta.}$$

Hodrick y Prescott eligieron el valor de λ , en el supuesto de que el componente cíclico ($Y_t - T_t$) y la segunda diferencia de la tendencia ($T_t - 2T_{t-1} - T_{t-2}$) fueran variables independientes distribuidas, normales con media cero y varianzas σ_I^2 y σ_T^2 , respectivamente, entonces:

$$\lambda = \frac{\sigma_I^2}{\sigma_T^2} \dots\dots\dots 3)$$

Para series con datos trimestrales obtuvieron un valor de $\lambda=1600$, para series de tiempo con datos mensuales sugieren utilizar un valor de $\lambda=14400$, y para series de tiempo con datos anuales sugieren un valor de $\lambda=100$.

Por tanto, el componente de tendencia según Almendra y González (2008) puede estimarse resolviendo el siguiente problema de minimización:

$$\text{Min}_{T_t} \{ \sum_{t=1}^N (C_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2})]^2 \} \dots\dots\dots 4)$$

s.a: $Y_t = T_t + I_t$

Usando $L^m T_t = T_{t-m}$, entonces:

$$(1 - L)^2 T_t = (1 - 2L + L^2) T_t = T_t - 2T_{t-1} + T_{t-2} = (T_t - T_{t-1}) - (T_{t-1} - T_{t-2})$$

El problema se transforma en

$$\text{Min}\{\sum_{t=1}^N \{(Y_t - T_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N [(1 - L)^2 T_t]^2\}\} \dots \dots \dots 5)$$

Si se define $\nabla = 1 - L$

Implica que $\nabla^2 T_t = (1 - L)^2 T_t$

Por tanto, el problema de minimización se convierte en:

$$\text{Min} \left\{ \sum_{t=1}^N \{(Y_t - T_t)^2\} + \lambda \sum_{t=3}^N [\nabla^2 T_t]^2 \right\} \dots \dots \dots 6)$$

Obteniendo las condiciones de primer orden:

$$2(Y_t - T_t)(-1) + 2\lambda \nabla^2 T_{t+2}(1) + 2\lambda \nabla^2 T_{t+1}(-2) + 2\lambda \nabla^2 T_t(1) = 0 \dots \dots \dots 7)$$

$$(T_t - Y_t) + \lambda(\nabla^2 T_{t+2} - 2\nabla^2 T_{t+1} + \nabla^2 T_t) = 0 \dots \dots \dots 8)$$

$$T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (T_{t+2} - 2T_{t+1} + T_t) = 0 \dots \dots \dots 9)$$

$$T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 T_{t+2} = 0 \dots \dots \dots 10)$$

$$T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 \nabla^2 L^{-2} T_t = 0 \dots \dots \dots 11)$$

$$T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (1 - L)^2 L^{-2} T_t = 0 \dots \dots \dots 12)$$

$$T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (1 - 2L + L^2) L^{-2} T_t = 0 \dots \dots \dots 13)$$

$$T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (L^{-2} - 2L^{-1} + 1) T_t = 0 \dots \dots \dots 14)$$

$$T_t - Y_t + \lambda \nabla^2 (1 - L^{-1})^2 T_t = 0 \dots \dots \dots 15)$$

$$Y_t = [1 + \lambda(1 - L)^2(1 - L^{-1})^2] T_t \dots \dots \dots 16)$$

Por lo tanto, el Filtro de Hodrick-Prescott para obtener la componente de tendencia es:

$$\frac{Y_t}{1 + \lambda(1-L)^2(1-L^{-1})^2} \dots\dots\dots 17)$$

3.3 Estacionariedad

Las variables estacionarias, también conocidas como variables no integradas, se caracterizan por no tener raíz unitaria, esto implica que su media y varianza son constantes y la covarianza entre dos periodos dependerá exclusivamente de la distancia que exista entre ellos:

Media: $E(Y_t) = \mu$

Varianza: $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$

Covarianza: $\gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$

Donde Y_t es la serie de interés, μ y σ^2 son constantes para todo tiempo “t”, y donde γ_k es la covarianza entre los valores de Y_t y Y_{t+k} , es decir, entre dos valores Y separados k periodos.

Por su varianza finita, este tipo de series no se desvía de su media, en otras palabras, su comportamiento estadístico no cambia a través del tiempo (Gujarati y Porter, 2010).

3.4 Autocorrelación

La autocorrelación se produce cuando las perturbaciones del modelo presentan correlaciones entre ellas. Puede definirse como la correlación existente entre los elementos de series de observaciones ordenadas en el tiempo (como en datos de series de tiempo) o en el espacio (como en datos de corte transversal) (Quintana y Mendoza., 2016).

3.4.1 Función de autocorrelación (FAC)

La función de autocorrelación es utilizada como prueba de estacionariedad. Mide la existencia de correlación, es decir, la relación estadística entre las observaciones de una serie. Con un rezago k estará denotada por ρ_k , y se define como:

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{\text{Autocovarianza en el rezago } k}{\text{Varianza}}$$

donde si $k= 0$, entonces $\rho_0 = 1$, debido a que la covarianza y la varianza se miden en las mismas unidades, y ρ_k es un número sin unidad de medida que se encuentra entre -1 y 1 , como cualquier coeficiente de correlación.

Como en la práctica sólo se tiene una realización de un proceso estocástico (es decir, la muestra), debemos calcular primero la covarianza muestral en el rezago k , y la varianza muestral definidas como:

$$\hat{\gamma}_k = \frac{\sum(Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{n} \dots\dots\dots 1)$$

$$\hat{\gamma}_0 = \frac{\sum(Y_t - \bar{Y})^2}{n} \dots\dots\dots 2)$$

donde n es el tamaño de la muestra y \bar{Y} es la media muestral. Por lo que la función de autocorrelación muestral en el rezago k queda determinada por:

$$\hat{\rho}_K = \frac{\hat{\gamma}_K}{\hat{\gamma}_0} \dots\dots\dots 3)$$

La gráfica de función de autocorrelación muestral en el rezago k se conoce como correlograma muestral (Gujarati y Porter, 2010).

3.4.2 Prueba de Breusch-Godfrey (BG)

La prueba Breusch-Godfrey (BG), es una prueba general de autocorrelación que busca determinar la existencia de correlación serial de algún orden. Esta prueba es adecuada para estos casos debido a que puede aplicarse para modelos de regresión que contengan valores rezagados de la variable Y ; es decir, Y_{t-1} , Y_{t-2} , etc.; por lo tanto Y pueden aparecer como variable explicativa (Gujarati y Porter, 2010). Sea

$$Y_t = B_1 + B_2 X_t + u_t \dots\dots\dots 1)$$

Si se asume que el error u_t sigue el orden autorregresivo de orden p , $AR(p)$:

$$u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + \dots + \rho_p u_{t-p} + \varepsilon_t \dots\dots\dots 2)$$

Donde ε_t es un término de error de ruido blanco, la hipótesis nula que queda por demostrarse es

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$$

Es decir, que no existe correlación serial de ningún orden.

La prueba BG implica los siguientes pasos: (i) se estima (0.5) mediante MCO y se obtiene los residuos \hat{u}_t (ii) se realiza la regresión \hat{u}_t sobre la X_t original (si hay más de una variable X en el modelo también deben incluirse) y sobre los valores rezagados de residuos estimados en el paso anterior ($\hat{u}_{t-1}, \hat{u}_{t-2}, \dots, \hat{u}_{t-p}$). En esta regresión solo hay $(n - p)$ observaciones, y queda representada de la siguiente manera:

$$\hat{u}_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + \hat{\rho}_1 \hat{u}_{t-1} + \hat{\rho}_2 \hat{u}_{t-2} + \dots + \hat{\rho}_p \hat{u}_{t-p} + \varepsilon_t \dots \dots \dots 3)$$

3.5 Prueba de raíz unitaria

Esta prueba ayuda a determinar si las series de interés cumplen con estacionariedad, ya que de no cumplirse, el procedimiento establece a la diferenciación como método para cumplir con dicha condición (Quintana *et al.*, 2016).

En otras palabras, la prueba de raíz unitaria permite saber si es necesario hacer alguna transformación a las serie para hacerla estacionaria. Teóricamente, la raíz unitaria parte de un proceso estocástico expresado como:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad -1 \leq \rho \leq 1 \dots \dots \dots 1)$$

donde u_t es un término de error de ruido blanco¹⁶.

La raíz unitaria surge de considerar $\rho = 1$, ya que se estará hablando de un modelo de caminata aleatoria¹⁷ (proceso estocástico no estacionario).

Si restamos Y_{t-1} de ambos lados de la igualdad podrá ser escrita como:

¹⁶ El ruido blanco se caracteriza por que en los términos de perturbación ε_t presentan media cero, varianza constante y no está autocorrelacionados: $E(\varepsilon_t) = 0$, $var(\varepsilon_t) = \sigma^2$ y $cov(\varepsilon_t, \varepsilon_{t+s}) = 0$ (Gujarati y Porter, 2010).

¹⁷ La caminata aleatoria es un proceso estocástico no estacionario que se caracteriza por que su variable Y_t está explicada por ρ multiplicada por la misma variable rezagada un periodo, más un término de error aleatorio: $Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t$ donde $\rho=1$ y u_t es un término de error (Gujarati y Porter, 2010).

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + u_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t \dots\dots\dots 2)$$

la cual también se expresa como:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \dots\dots\dots 3)$$

donde $\delta = (\rho - 1)$ y Δ , es el operador de la primera diferencia. De esta manera, la hipótesis (nula) es $\delta = 0$. Si $\delta = 0$, entonces $\rho = 1$, es decir, existe raíz unitaria. Esta ecuación indica que, dado que u_t es ruido blanco, las primeras diferencias de una serie de tiempo de caminata aleatoria son estacionarias.

Por lo tanto, en la estimación de la ecuación 3), solo se toman las primeras diferencias de Y_t y se hace la regresión sobre Y_{t-1} , a fin de ver si el coeficiente estimado de la pendiente en esta regresión ($=\hat{\delta}$) es o no cero. Si es cero, se concluye que Y_t es no estacionaria; pero si es negativa, se concluye que Y_t es estacionaria. La única interrogante es saber con qué prueba averiguar si el coeficiente estimado de Y_{t-1} en la ecuación 3) es o no cero. (Gujarati y Porter, 2010).

En la actualidad, la Dickey-Fuller (DF) y Dickey-Fuller aumentada (ADF, por sus siglas en inglés) son consideradas las pruebas básicas para identificar si una variable tiene o no raíz unitaria, aunque existe un conjunto de pruebas que tienen la misma utilidad, todas están basadas en los principios básicos de la (ADF) (Quintana *et al.*, 2016).

3.5.1 Prueba Dickey-Fuller (DF)

La prueba DF supone posibilidades en el proceso de raíz unitaria. Ésta prueba se calcula en tres modelos diferentes, es decir, bajo tres distintas hipótesis nulas:

Y_t es una caminata aleatoria: $\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \dots\dots\dots 1)$

Y_t es una caminata aleatoria
con variaciones: $\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_t \dots\dots\dots 2)$

Y_t es una caminata aleatoria
con variaciones alrededor de
una tendencia estocástica: $\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + u_t \dots\dots\dots 3)$

donde “t” es el tiempo o la variable de tendencia. En cada caso, la hipótesis nula es que $\delta = 0$; es decir, existe una raíz unitaria; es decir, la serie de tiempo es no estacionaria (tiene tendencia estocástica). La hipótesis alternativa plantea que $\delta < 0$; es decir, la serie de tiempo es estacionaria. Por lo tanto, si se rechaza la hipótesis nula, se considerará que la serie de tiempo Y_t es estacionaria.

Si rechazamos la hipótesis nula, esto significa que Y_t es estacionaria con media cero en el caso de la ecuación (0.11) o que Y_t es estacionaria con una media distinta de cero en el caso de (0.12). En el caso de la ecuación (0.13), puede probarse si $\delta < 0$ (es decir, no hay tendencia estocástica) y $\alpha \neq 0$ (es decir, la existencia de una tendencia determinista) simultáneamente, mediante la prueba F pero con los valores críticos tabulados por Dickey y Fuller (Gujarati y Porter, 2010).

3.5.2 Dickey-Fuller Aumentada (ADF)

La prueba ADF se aplica cuando el término de error u_t está correlacionado. En esta prueba se busca contrarrestar la correlación, aumentando las diferencias rezagadas de la variable dependiente ΔY_t , a las tres ecuaciones anteriores. A manera de ejemplo, la prueba ADF de la ecuación (6) consiste en estimar la regresión:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \dots\dots\dots 1)$$

donde ε_t es un término de error puro con ruido blanco y $\Delta Y_{t-1}=(Y_{t-1}-Y_{t-2}), \Delta Y_{t-2}=(Y_{t-2}-Y_{t-3})$, etc. El número de términos de diferencia rezagados que se debe incluir, con frecuencia se determina de manera empírica, con la intención de incluir los términos suficientes para que el término error en (0.14) no esté serialmente relacionado y pueda estimarse de manera insesgada δ (coeficiente de Y_{t-1}) (Gujarati y Porter, 2010).

3.6 Cointegración

Se dice que dos variables están cointegradas cuando individualmente son no estacionarias, es decir son $I(1)$, pero existe una relación lineal estacionaria entre ellas, es decir, la combinación lineal es $I(0)$ ¹⁸. Se puede decir que la combinación lineal cancela las tendencias estocásticas de las dos

¹⁸ Una serie integrada de orden cero se denota como $Y_t \sim I(0)$, la cual es estacionaria desde el principio (no requiere diferenciación). Sin embargo, la mayoría de las series económicas son $I(1)$; es decir, se convierten en estacionarias sólo después de tomar sus primeras diferencias (Gujarati y Porter, 2010).

series. Estas variables se mueven juntas a través del tiempo porque existe una relación de largo plazo o de equilibrio entre ellas (Arias y Segura, 2001; Gujarati y Porter, 2010).

3.6.1 Cointegración de Variables I(1)

Las series integradas de orden 1 son las series no estacionarias más habituales, una forma de abordarlas es tomar diferencias y así trabajar con series estacionarias. Sin embargo, si existe una relación a largo plazo entre los niveles de las series estudiadas (cointegración), tomar diferencias hace perder esa relación porque no se detecta bien con los contrastes habituales de regresión (Hamilton, 1994).

Si se considera que tanto y_t como z_t son series no estacionarias I(1), entonces en la diferencia $\varepsilon_t = y_t - \beta z_t$, el término ε_t será también no estacionaria I(1), sin embargo, puede que exista un β tal que la diferencia $y_t - \beta z_t$ sea I(0) (estacionaria). Se dice entonces que las dos series están cointegradas, con vector de cointegración $[1, -\beta]'$.

Esto permite estudiar una relación a largo plazo definida por el vector de cointegración y una relación a corto plazo marcada por la serie estacionaria de residuos. Como ya se mencionó, diferenciar las dos series haría perder la relación a largo plazo. Además, si hay cointegración, la representación VAR de las series diferenciadas contiene infinitos términos (si no se incluyen niveles, sólo diferencias), por lo que no es práctico diferenciar (Hamilton, 1994).

$$y_{1t} = \gamma y_{2t} + \varepsilon_{1t} \dots\dots\dots 1)$$

$$y_{2t} = y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t} \dots\dots\dots 2)$$

donde, ε_{1t} , ε_{2t} son ruidos blancos independientes y γ es una constante. Aquí las dos series son I(1), pero la relación $y_{1t} - \gamma y_{2t}$ es estacionaria.

Intuitivamente, que dos series cointegran quiere decir que podemos conseguir que se muevan “casi” juntas si a una de ellas le cambiamos la escala y le sumamos un valor constante.

A modo de ejemplo se han representado distintas realizaciones del sistema cointegrado:

$$y_{1t} = b + \gamma y_{2t} + \varepsilon_{1t} \dots\dots\dots 3)$$

$$y_{2t} = \pi + y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t} \dots\dots\dots 4)$$

que incluye una deriva π y un desplazamiento b , también llamado “término constante de la relación de cointegración” (Hamilton, 1994).

3.6.2 Cointegración multivariable

Con carácter más general que el caso de dos variables, considerando un vector y_t de m variables no estacionarias $I(d)$, si existe un vector $\beta \neq 0$ tal que $\beta'y_t$ es $I(d-b)$ para algún $b > 0$, entonces se dice que las variables y_t están cointegradas $CI(d,b)$. A β se le denomina vector de cointegración. Con más de dos variables no estacionarias, puede ser que existan varios vectores linealmente independientes de cointegración.

El caso más habitual es el de series $I(1)$. Siendo y_t el vector de m variables $I(1)$, podemos tener r vectores independientes de cointegración ($0 \leq r < m$) agrupables en filas en la matriz Γ de dimensiones $r \times m$, de modo que $\Gamma y_t = u_t$, donde u_t es $I(0)$. A r se le denomina rango de cointegración, y es el rango de la matriz Γ (Hamilton, 1994).

3.6.3 Prueba de cointegración

Como prueba de cointegración se tiene Prueba de Engle-Granger (EG) o prueba de Engle-Granger aumentada (EGA), las cuales son la raíz unitaria Dickey Fuller (DF) o Dickey Fuller Aumentada (ADF) aplicada a los residuos estimados u_t a partir de la regresión cointegrante. Cuando existe cointegración, esta prueba de DF muestra que los residuos de las series son estacionarios (no integrados), pero alrededor de una tendencia de tiempo determinista que es lineal; residuos no integrados más una tendencia lineal. Una serie de tiempo puede tener tanto una tendencia determinística como una estocástica (Gujarati y Porter, 2010).

Tanto la raíz unitaria (prueba de estacionariedad) como la cointegración obligan a determinar si los residuos de la regresión son estacionarios (Gujarati y Porter, 2010). *“Una prueba para la cointegración puede considerarse como una preprueba para evitar las situaciones de regresiones espurias”* (Granger, 1986).

El procedimiento de cointegración de Johansen consiste en probar la existencia de cointegración en variables $I(1)$ e $I(0)$ (integradas de orden uno y orden cero). En este procedimiento, es necesario analizar las series previamente con el fin de conocer si presentan o no raíces unitarias. Las series que presenten raíces unitarias se colocan en un vector autorregresivo a partir del cual se puede

probar la existencia de una o más combinaciones lineales $J(U)$ o vectores de cointegración (Johansen, 1998).

De acuerdo con Johansen (1994), el análisis de cointegración para series $I(1)$ consiste en:

1. Determinar el orden de integración a cada una de las series incluidas en el modelo
2. Especificar un Vector Autorregresivo (VAR) con las series que resulten integradas de orden $I(1)$.
 - Seleccionar las Variables del Modelo.
 - Determinar el retardo óptimo del VAR para asegurar que los residuos sean ruido blanco (white noise).
 - Diagnóstico del VAR estimado.
3. Aplicar el procedimiento de Máxima Verosimilitud al vector autorregresivo con el fin de determinar el rango (r) de cointegración del sistema:
 - Prueba de la Traza.
 - Prueba del Eigenvalue Máximo (valor propio).
4. Estimar el modelo Vector de Corrección de Errores.
5. Determinar la relación causal entre las variables del modelo (mediante MCO).

3.7 Prueba de causalidad de Granger

En econometría, el análisis de regresión se basa en la dependencia de una variable sobre otras; sin embargo la relación entre variables no indica la existencia de causalidad. La prueba de causalidad de Granger fue desarrollada por Granger (1972) y Sims (1972), la cual infiere que, en una regresión de y_t sobre los valores rezagados de y_t y x_t , los valores rezagados de x_t tienen poder explicativo sobre los de una variable y_t (Greene, 2002).

A continuación, a manera de ejemplo se plantea si la variable x_t causa en el sentido de Granger a y_t o si la variable y_t causa en el sentido de Granger a x_t . La prueba involucra la estimación de las regresiones:

$$y_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j y_{t-j} + u_{1t}$$

.....1)

$$x_t = \sum_{i=1}^n \lambda_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j x_{t-j} + u_{2t}$$

.....2)

Bajo el supuesto de que las perturbaciones u_{1t} y u_{2t} no están correlacionadas, la ecuación 1) indica que y_t está relacionada con sus valores pasados y con los de x_t . La ecuación 2), que x_t está relacionada con sus valores pasados y con los de la y_t .

Si los cambio en las en x_t causan a y_t , entonces los cambios en x_t deben preceder a los cambios en y_t . Por consiguiente, en la regresión 1) los valores rezagados de x_t mejoran significativamente la predicción de y_t ; es decir, x_t causa en el sentido de Granger a y_t . Por otro lado, si los cambio en las en y_t causan a x_t , entonces los cambios en y_t deben preceder a los cambios en x_t . Por consiguiente, en la regresión 2) los valores rezagados de y_t mejoran significativamente la predicción de x_t ; es decir, y_t causa en el sentido de Granger a x_t . En general, pueden presentarse los siguientes casos:

- a) Causalidad unilateral de x_t hacia y_t , la cual ocurre cuando el conjunto de coeficientes estimados sobre x_t rezagada en 1) son estadísticamente diferentes de cero ($\sum \alpha_i \neq 0$) y el conjunto de coeficientes estimados sobre y_t rezagado 2) no es estadísticamente diferente de cero ($\sum \delta_j = 0$).
- b) Causalidad unidireccional de y_t hacia x_t , la cual ocurre cuando el conjunto de coeficientes estimados sobre x_t rezagada en 1) no son estadísticamente diferentes de cero ($\sum \alpha_i = 0$) y el conjunto de coeficientes de y_t rezagado 2) es estadísticamente diferente de cero ($\sum \delta_j \neq 0$).
- c) Causalidad bidireccional, también llamada retroalimentación, la cual ocurre cuando los coeficientes estimados de ambas variables, y_t y x_t , son estadísticamente significativos diferentes de cero en ambas regresiones ($\sum \delta_j \neq 0 ; \sum \alpha_i \neq 0$).
- d) Independencia causal, la cual ocurre cuando ninguno de los coeficientes retardados de alguna de las variables son estadísticamente significativos en ambas regresiones ($\sum \delta_j = 0 ; \sum \alpha_i = 0$).

3.8 Vectores Autorregresivos VAR

Un modelo de vectores autorregresivos (VAR), es un modelo de ecuaciones simultáneas formado por un sistema de ecuaciones reducido sin restringir, cuyo propósito es caracterizar las interacciones simultáneas entre un grupo de variables e identificar los efectos de cualquier variable sobre otra del modelo (Gujarati y Porter, 2010 y Quintana *et al.*, 2016).

Estos modelos econométricos fueron desarrollados por Christopher Sims a inicio de la década de los ochenta (Arias y Torres, 2004), quien plantea que en la teoría económica, y principalmente en la macroeconomía, no hay conocimiento suficiente para clasificar estrictamente a las variables endógenas y exógenas. Por lo que en estos modelos no se distingue entre variables endógenas o exógenas (todas son consideradas endógenas) (Gujarati y Porter, 2010 y Quintana *et al.*, 2016).

Como su nombre lo indica, en el modelo VAR se trata un vector de 2 o más vectores de variables, donde cada variable es explicada por su propio valor rezagado, así como el de las variables independientes; por lo tanto, este tipo de modelo es utilizado para situaciones donde puede existir causalidad bilateral entre variables (Enders, 1995; Gujarati y Porter, 2010). En cada ecuación aparece el mismo grupo de variables en forma alternada, donde el conjunto de variables explicativas de cada ecuación está constituido por un bloque de retardos de cada una de las variables del modelo (Gujarati y Porter, 2010 y Novales, 2014).

El modelo VAR es capaz de separar los efectos pasados que explican al vector de las variables endógenas mediante variables autorregresivas (Quintana *et al.*, 2016). De acuerdo con Novales (2014), el modelo VAR en su forma primitiva es representado por un sistema de ecuaciones simultáneas de dos variables y un retardo VAR₂(1); donde tanto y_{1t} como y_{2t} son consideradas endógenas y estacionarias:

$$y_{1t} = \beta_{10} + \beta_{11}y_{1t-1} + \beta_{12}y_{2t-1} + u_{1t} \dots\dots\dots 1)$$

$$y_{2t} = \beta_{20} + \beta_{21}y_{1t-1} + \beta_{22}y_{2t-1} + u_{2t} \dots\dots\dots 2)$$

o en forma matricial:

$$\begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t-1} \\ y_{2t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix} \dots\dots\dots 3)$$

Del lado izquierdo se tiene el vector (2x1) de variables del sistema en el periodo t. Del lado derecho se encuentra un vector (2x1) de términos constantes α , la siguiente matriz (2x2) es de los coeficientes autorregresivos β que multiplican al vector (2x1) de variables rezagadas t-1, y finalmente, el vector (2x1) de u que corresponde a los términos de error (innovaciones o impulsos) en el periodo t.

En este modelo teórico, valores negativos de β_{12} y β_{21} tienden a inducir correlación negativa entre y_{1t} e y_{2t} , si bien no la garantizan, y valores positivos tienden a generar correlación positiva. Un shock inesperado en y_{2t} , en la forma de un valor no nulo de la innovación u_{2t} ; además de afectar a y_{2t} ; influye sobre y_1 en períodos futuros, debido a la presencia del retardo y_{2t-1} como variable explicativa en la ecuación de y_{1t} (Novales, 2014).

Los elementos pueden estar correlacionados contemporáneamente pero no correlacionados a través de diferentes períodos. Así mismo, ninguno de los coeficientes β se supone cero apriori. El número de retardos óptimos “ p ”, que es el orden del modelo VAR, o número de retardos de las variables en cada modelo, se define de acuerdo al criterio de información Akaike (AIC). Será necesario decidir la longitud máxima de rezagos debido a que si se incluyen muchos términos se consumirá muchos grados de libertad, y muy pocos provoca errores de especificación, (mientras más bajo sea el valor del estadístico de información mejor será el modelo) (Gujarati y Porter, 2010).

En los modelos de vectores autorregresivos el término de error en cada una de las ecuaciones o vectores cumple con el supuesto de ruido blanco (homocedasticidad y no autocorrelación¹⁹), por lo que pueden ser estimados mediante MCO (mínimos cuadrados ordinarios).

De acuerdo con Arias y Torres (2004), en la técnica VAR no se acostumbra analizar los coeficientes de regresión estimados ni sus significancias estadísticas; tampoco la bondad del ajuste R^2 ajustado de las ecuaciones individuales. Sin embargo, Gujarati y Porter (2010) plantea que el estadístico F puede ayudar a identificar su significancia colectiva en estos modelos; así mismo,

¹⁹ El principio de homocedasticidad y no autocorrelación plantea que cada perturbación ε_i , tiene la misma varianza finita σ^2 , y no está correlacionada con cualquier otra perturbación ε_j . Por otro lado, las perturbaciones cuyas varianzas no son constantes a través de las observaciones se conocen se consideran heterocedásticas (Greene, 2002).

subraya la importancia del R^2 para el método de MCO multivariado²⁰, y el uso del estadístico t , como prueba de significancia de los coeficientes estimados²¹.

Por otro lado, generalmente en la metodología de los modelos VAR las variables se incorporan en su forma estacionaria; ya sea en niveles o diferenciadas (Arias y Torres, 2004). Sin embargo, existe discusión en cuanto a si las variables de un VAR necesitan ser estacionarias (Enders, 1995). De acuerdo con Montero (2013), las estimaciones con variables no estacionarias son espurias salvo que estas estén cointegradas.²² Es decir, si los residuos son estacionarios las estimaciones de variables no estacionarias no solo no son espurias, sino que son consistentes y existe una relación de equilibrio de largo plazo entre ellas (Montero, 2013).

²⁰ R^2 ajustada es una medida global que indica la forma en que el modelo escogido se ajusta a un conjunto dado de datos, ya que mide grado de asociación entre la variable dependiente y todas las variables explicativas en conjunto. (Gujarati y Porter 2010).

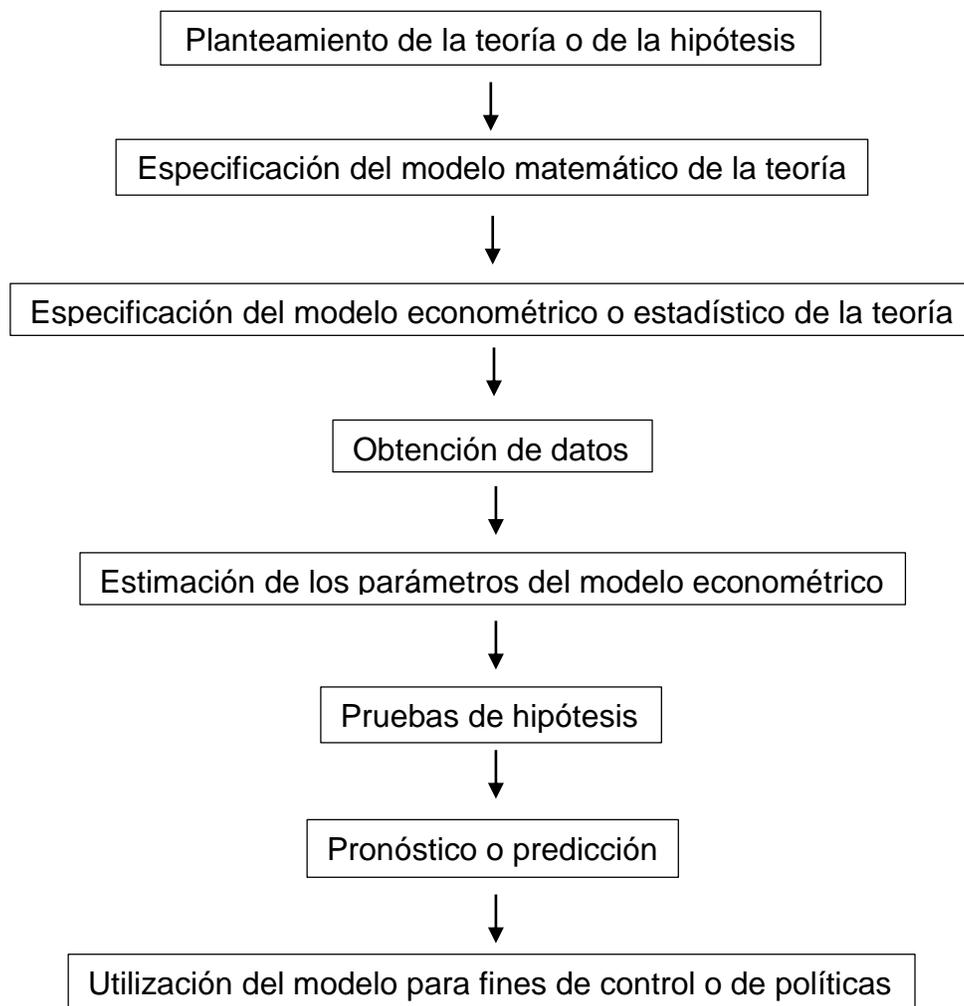
²¹ Se dice que un coeficiente es estadísticamente significativo si su t calculada cae en la región crítica (valor t crítico en el nivel de significancia designado). En forma alterna, si el valor p se encuentra por debajo del nivel de significancia asignado (10, 5 o 1 %), se puede rechazar la hipótesis nula de que el estadístico en cuestión es no significativo (Gujarati y Porter, 2010).

²² Dos variables no estacionarias cointegradas son aquellas cuyos residuos son estacionarios (Montero, 2013).

CAPÍTULO V: METODOLOGÍA

La presente investigación está basada en el método empírico-analítico que, de acuerdo con Bijarro (2007), busca la concepción teórica y la relación entre variables como resultado de la observación y análisis lógicos de los fenómenos experimentales y estadísticos. Este método es utilizado por una gran cantidad de investigadores de esta área de la ciencia²³.

Por otro lado, el soporte experimental está basado en la metodología econométrica clásica expuesta por Gujarati y Porter (2010). De acuerdo con el autor, esta metodología predomina en la investigación empírica de economía, y se ajusta a los siguientes lineamientos:



²³ Cantor y Parcker, 1996; Ziga, 2002; Bittencourt y Domingo, 2002; Jordaan, 2005; Alfaro y Charlton, 2009; Mendoza, 2011; Mongrovejo, 2005; Jadhav, 2012; Gomes *et al.*, 2013; Tang *et al.*, 2014; Meltem, 2014; Botello y Dávila, 2016.

4.1 Materiales y métodos

En esta investigación se utilizaron series de tiempo trimestrales desde enero del año 1995 hasta marzo de 2020. La IED se convirtió a moneda nacional con el tipo de cambio FIX²⁴ (Banxico, 2020), y se deflataron los valores a través del Índice de Precios al Consumidor (INPC) base 2018 (INEGI, 2020). La variable PIB son datos en millones de pesos (Banxico, 2020); la variable AC se conforma por la participación del comercio externo en el PIB, es decir $AC = \frac{X+M}{PIB}$ donde X representa al total de exportaciones, y M es el total de importaciones (Gomes *et al.*, 2013) (Banxico, 2020). La variable ISR es la recaudación por impuesto sobre la renta respecto al PIB, es decir $ISR = \frac{ISRT}{PIB} * 100$ donde ISRT representa el Impuesto Sobre la Renta Total del periodo (Caballero y López, 2012) (SHCP, 2020). La variable PP se refiere al precio de la mezcla mexicana de petróleo por barril en dólares (BANXICO, 2021), mientras que la variable INF está representada por el Índice Nacional de Precios al Consumidor con la segunda quincena del 2018 como base (BANXICO, 2021). La variable TI está explicada con la tasa de interés interbancaria de equilibrio (TIIE) a 28 días (Varela y Cruz, 2016) (Banxico, 2021). Finalmente, es importante mencionar que el paquete estadístico utilizado para la modelación fue SAS versión 9.4 (SAS Institute, Inc. 2002-2012).

4.1.1 Modelo VAR

Con el propósito de cumplir con la condición de estacionariedad²⁵, se trabaja con las variables en logaritmo natural y se utiliza la metodología Hodrick y Prescott (1997)²⁶ para descomponer cada variable. Es importante mencionar que este tipo de filtros permite descomponer una serie original y obtener una nueva serie, cuya magnitud está libre de algún efecto específico que dificulte la correcta interpretación de sus valores. Posteriormente, se comprueba la estacionariedad de las

²⁴ De acuerdo con Banxico (2020), este tipo de cambio se utiliza para solventar obligaciones en moneda extranjera.

²⁵ Las estimaciones con variables no estacionarias son espurias salvo que estas estén cointegradas. Es decir, si los residuos son estacionarios las estimaciones de variables no estacionarias no solo no son espurias, sino que son consistentes y existe una relación de equilibrio de largo plazo entre ellas (Montero, 2013).

²⁶ De acuerdo con autores como Pedregal y Young (2001), el filtro de Hodrick y Prescott puede ser superior a métodos alternativos si es empleado apropiadamente.

variables sin tendencia (IED2, PIB2, AC2, ISR2, PP2, INF2 y TI2) mediante pruebas de raíz unitaria (Quintana y M., 2016).

Con las variables estacionarias, se procede a implementar la metodología VAR. Cabe precisar que en estos modelos los grados de libertad son restringidos, por lo que se realizaron veinte combinaciones de tres variables de eficiencia para explicar la inversión. La ecuación 1 representa la relación lineal entre la IED2 y la primera combinación de variables (PIB2, AC2 e ISR2). Es importante mencionar que todas las variables se encuentran representadas en el tiempo “t” y el signo representa la relación esperada.

$$IED2 = c + \alpha_1 * PIB2_t + \alpha_2 * ACO2_t - \alpha_3 * ISR2_t + \alpha_4 * \varepsilon_t \dots \dots \dots 1)$$

Donde los términos α 's representan los coeficientes de las variables (*PIB2 ACO2 ISR2*), “c” simboliza el intercepto y ε es un término de error en el tiempo “t”. Cabe mencionar que esta ecuación representa solo la relación de equilibrio de largo plazo entre las variables.

Por otro lado, la formulación general del modelo VAR con la primera combinación de variables explicativas se define de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} IED2 \\ PIB2 \\ AC2 \\ ISR2 \end{bmatrix}_t = \begin{bmatrix} \alpha_{IED2} \\ \alpha_{PIB2} \\ \alpha_{AC2} \\ \alpha_{ISR2} \end{bmatrix}_t + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} & \beta_{14} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} & \beta_{24} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33} & \beta_{34} \\ \beta_{41} & \beta_{42} & \beta_{43} & \beta_{44} \end{bmatrix}_t \begin{bmatrix} \alpha_{IED2} \\ \alpha_{PIB2} \\ \alpha_{AC2} \\ \alpha_{ISR2} \end{bmatrix}_{t-1} + \dots + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} & \beta_{14} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} & \beta_{24} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33} & \beta_{34} \\ \beta_{41} & \beta_{42} & \beta_{43} & \beta_{44} \end{bmatrix}_p \begin{bmatrix} \alpha_{IED2} \\ \alpha_{PIB2} \\ \alpha_{AC2} \\ \alpha_{ISR2} \end{bmatrix}_{t-p} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{IED2} \\ \varepsilon_{PIB2} \\ \varepsilon_{AC2} \\ \varepsilon_{ISR2} \end{bmatrix}_t$$

t= 1,....., T

Donde del lado izquierdo se tiene el vector (4x1) conformado por las variables del sistema de ecuaciones en el periodo t. Del lado derecho está el vector de términos constantes α de (4x1), al que se le suma la matriz de coeficientes autorregresivos β de (4x4) multiplicada por el de variables rezagadas desde t-1 hasta t-p de (4x1). Finalmente, el vector de los errores ε (innovaciones o impulsos) en el periodo t.

Los elementos del modelo pueden estar correlacionados contemporáneamente pero no a través de diferentes periodos, además ninguno de los coeficientes β se supone cero a priori. La especificación es irrestricta en que todas las variables tienen el mismo número de rezagos “p” (orden del modelo VAR), el cual se define de acuerdo al criterio de información Akaike (AIC, por sus siglas en inglés). Una vez definido el orden del modelo, se verifica la causalidad de las

variables a través de la prueba de causalidad de Engle-Granger. Es importante realizar esta prueba porque, en el análisis de regresión, la significancia de una variable sobre otras no indica necesariamente la existencia de causalidad.

Posteriormente, en la ecuación de la IED2 se ubican las variables y rezagos estadísticamente significativos a través de su estadístico t calculada. Siguiendo con el ejemplo de la primera combinación de variables explicativas, la ecuación independiente de la IED2 queda expresada teóricamente de la siguiente manera:

$$[IED2]_t = [\alpha_{IED2}]_t + [\beta_1 \ \beta_2 \ \beta_3 \ \beta_4]_1 \begin{bmatrix} IED2 \\ PIB2 \\ AC2 \\ ISR2 \end{bmatrix}_{t-1} + \dots + [\beta_1 \ \beta_2 \ \beta_3 \ \beta_4]_p \begin{bmatrix} IED2 \\ PIB2 \\ AC2 \\ ISR2 \end{bmatrix}_{t-p} + [\varepsilon_{IED2}]_t$$

La IED2 en el tiempo t queda explicada por su término constante α , al que se le suma la matriz de coeficientes autorregresivos β de (1x4) multiplicada por el de variables rezagadas desde t-1 hasta t-p de (4x1) más el término de error ε (innovación o impulso) en el periodo t.

En la última etapa se identifica el modelo se incorpora el componente de tendencia a IED2 y se busca el mejor ajuste para la IED a través del criterio de AIC y el error porcentual medio absoluto (MAPE por sus siglas en inglés), éste último es un indicador estadístico porcentual que permite medir la distancia de la predicción respecto al valor observado. Así mismo, a manera de diagnóstico, se realiza una regresión simple de los datos pronosticados contra los observados, el R cuadrado ajustado resultante también permite medir la bondad de la predicción. Finalmente, con el propósito de identificar el impacto promedio de cada variable en términos monetarios, se realizan simulaciones mediante el programa Excel.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la metodología de Hodrick y Prescott (1997), se descompone cada variable y se resta el componente de tendencia, el resultado son siete variables sin tendencia (IED2, PIB2, AC2, ISR2, PP2, INF2, TI2). El Cuadro 3 presenta los resultados de los modelos de descomposición y las Figuras, los componentes tendencia, irregular y cíclico de cada variable.

Cuadro 3. Modelos de descomposición

Variable	AIC	R ² ajustada
IED	120.80	0.63016
PIB	-435.80	0.97293
AC	-284.90	0.99088
ISR	-90.09	0.95257
PP	-34.32	0.9122
INF	-560.80	0.9984
TI	-100.50	0.9545

Fuente: Elaboración propia

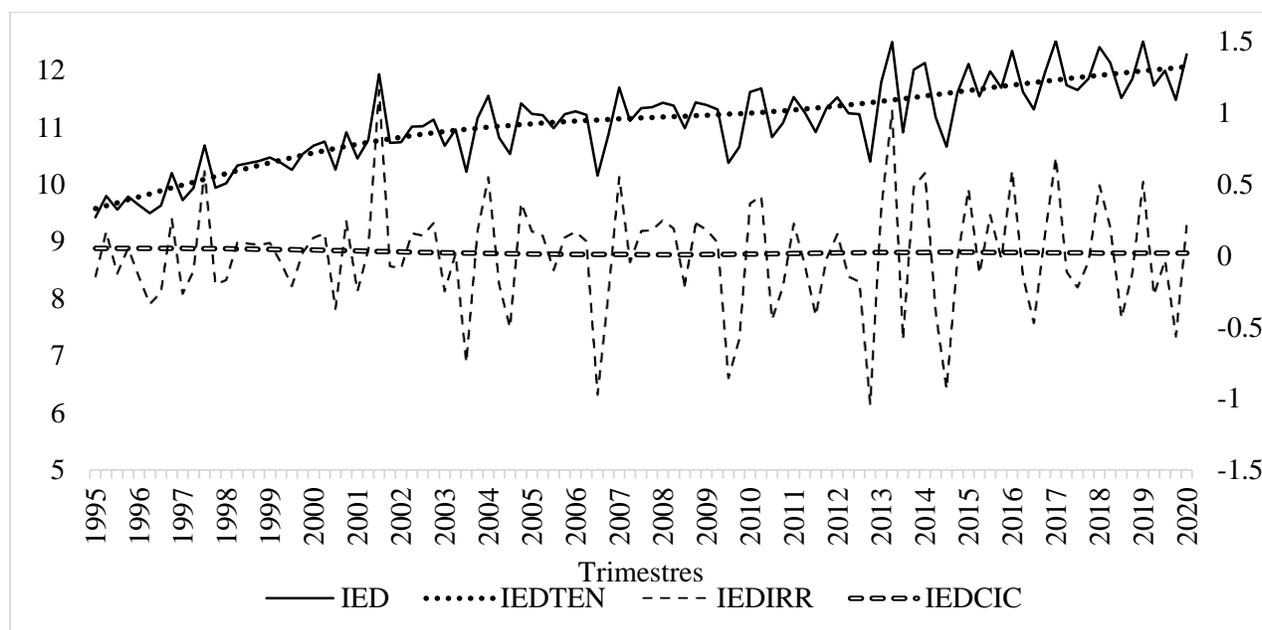


Figura 1. IED y sus componentes

Fuente: Elaboración propia

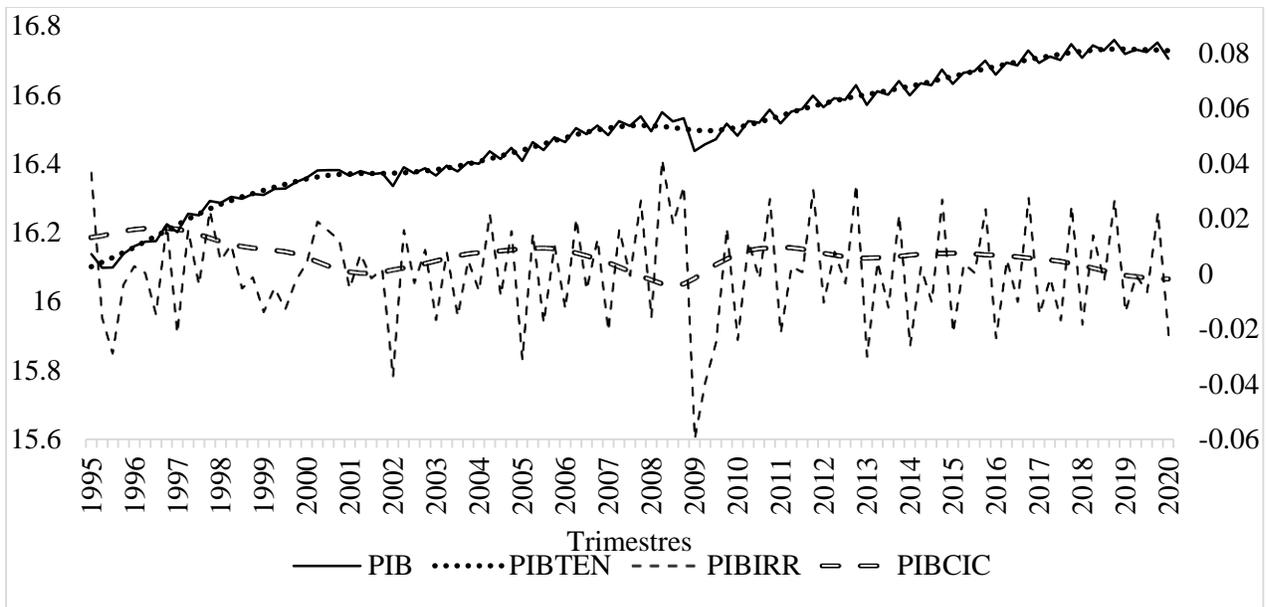


Figura 2. PIB y sus componentes

Fuente: Elaboración propia

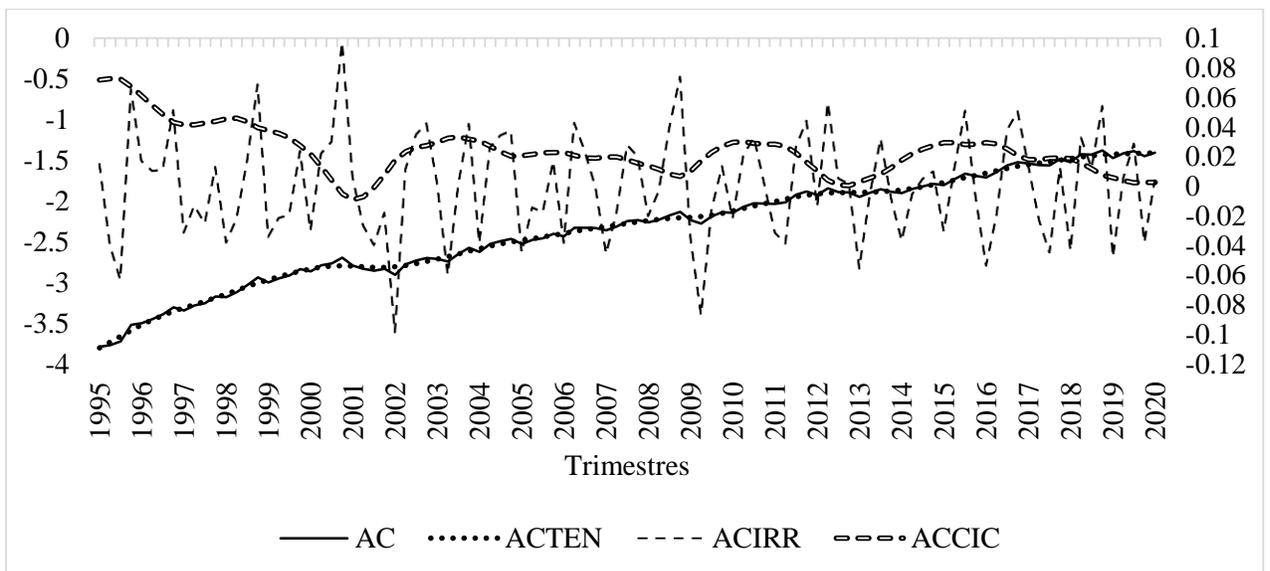


Figura 3. AC y sus componentes

Fuente: Elaboración propia

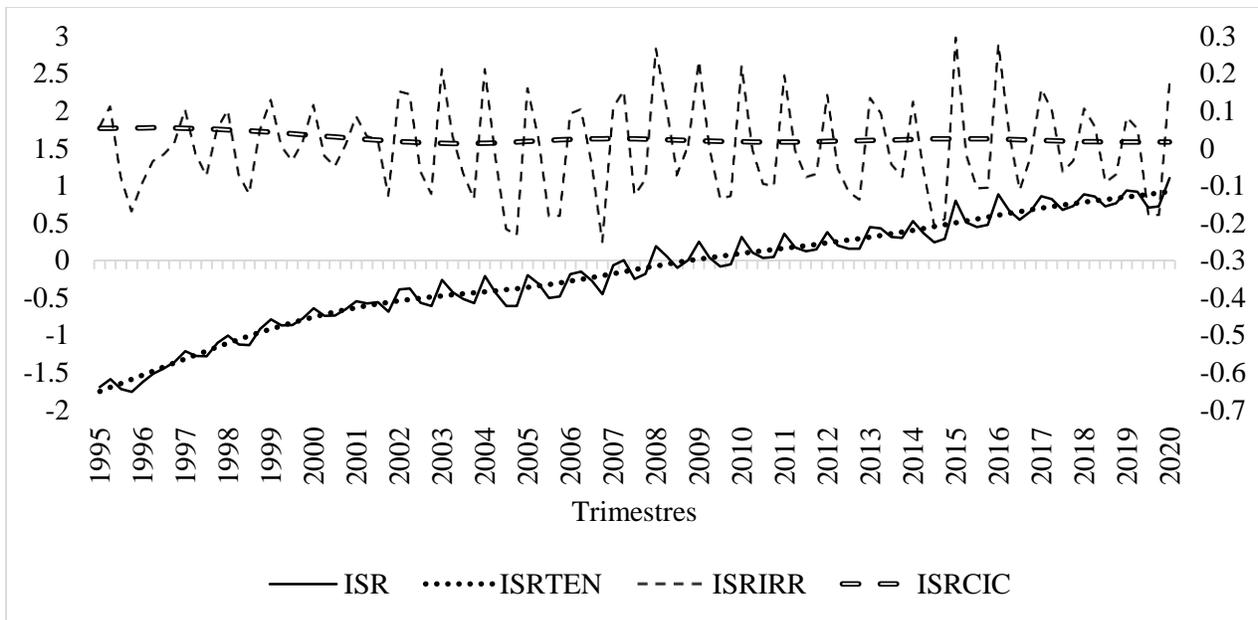


Figura 4. ISR y sus componentes

Fuente: Elaboración propia

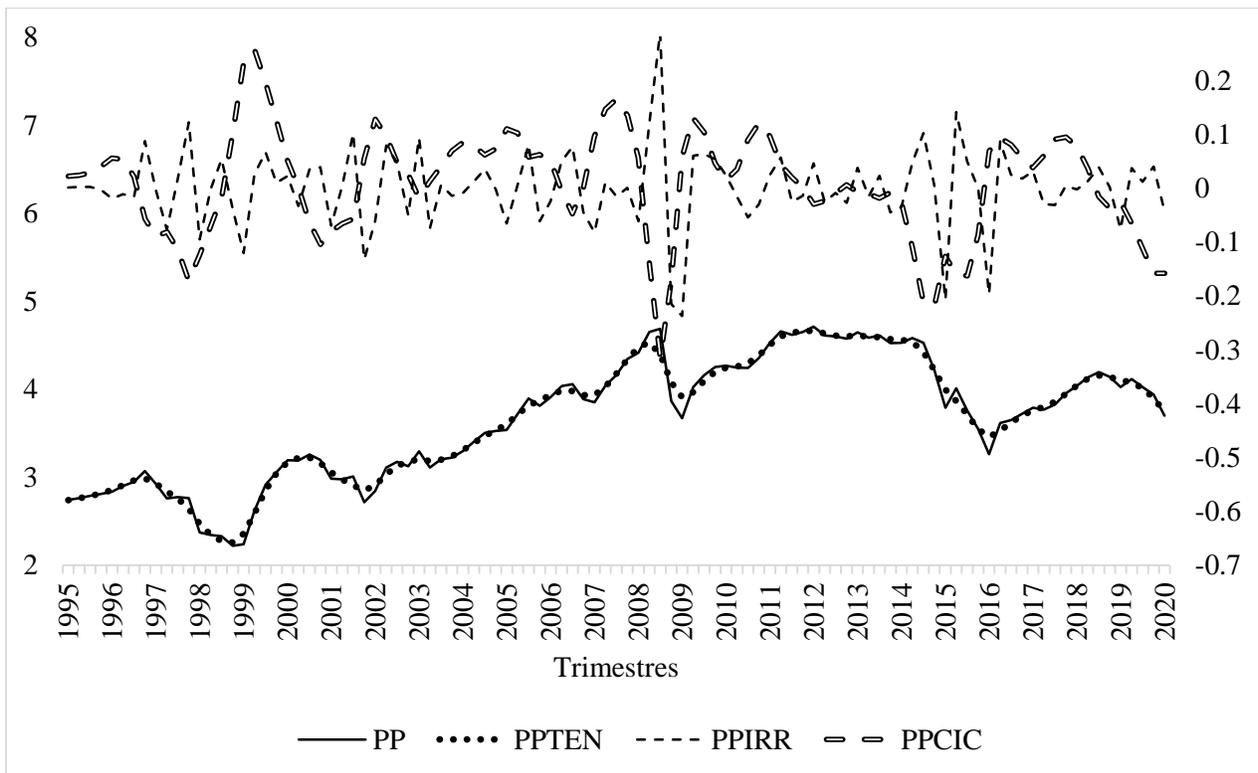


Figura 5. PP y sus componentes

Fuente: Elaboración propia

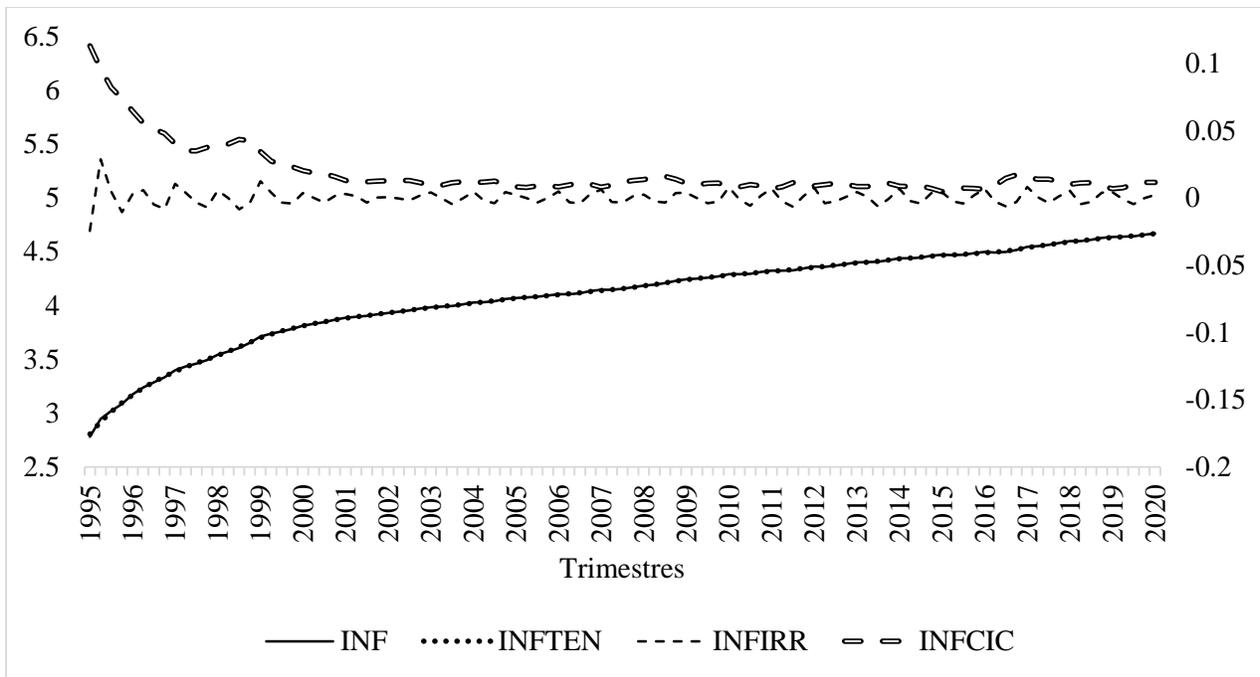


Figura 6. INF y sus componentes

Fuente: Elaboración propia

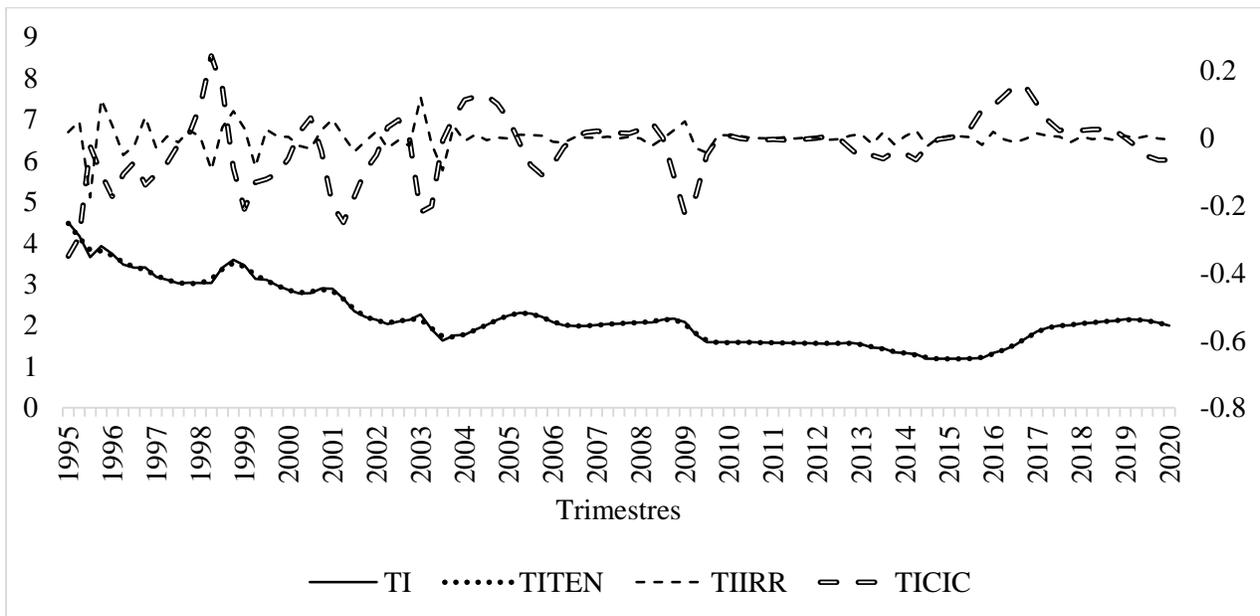


Figura 7. TI y sus componentes

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, a través de las pruebas de raíz unitaria Dickey Fuller Aumentada y Phillips Perron, se comprueba si las variables sin tendencia (IED2, PIB2, AC2, ISR2, PP2, INF2 y TI2) presentan un comportamiento estacionario (Cuadro 4).

Cuadro 4. Pruebas de raíz unitaria

Variable	Prueba DFA	Prueba PP
	Prob<F en niveles	Prob<T en niveles
IED2	< 0.0001	< 0.0001
PIB2	< 0.0001	< 0.0001
AC2	< 0.0001	< 0.0001
ISR2	< 0.0001	< 0.0001
PP2	< 0.0001	< 0.0001
INF2	< 0.0001	< 0.0001
TI2	< 0.0001	< 0.0001

Ho: Existe raíz unitaria

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican que a un nivel de significancia de 5%, se rechaza la existencia de raíz unitaria para todas las variables; por lo tanto son variables integradas de orden cero $I(0)$.

5.1 Modelo VAR

Se realiza un modelo VAR para veinte combinaciones de variables. De acuerdo con la evidencia estadística, el modelo VAR conformado por las variables IED2, AC2, ISR2 y TI2 es el que mejor se ajusta. A continuación, se muestra la prueba de exclusión de rezagos para dicha combinación, donde el criterio de información AIC indica que el número de rezagos óptimo es seis; es decir, seis trimestres (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de exclusión de rezagos

VAR	AICC	HQC	AIC	SBC	FPEC
1	-20.2006	-20.0452	-20.2139	-19.7971	1.66E-09
2	-20.866	-20.5834	-20.9228	-20.084	8.20E-10
3	-21.2784	-20.903	-21.4151	-20.149	5.03E-10
4	-21.6505*	-21.2243	-21.9112	-20.2124*	3.09E-10
5	-21.6194	-21.1942	-22.058	-19.921	2.70E-10
6	-21.6355	-21.2759*	-22.3187*	-19.7379	2.12E-10
7	-21.2194	-21.0064	-22.2304	-19.2001	2.39E-10

*Rezago óptimo de acuerdo a cada criterio

Fuente: Elaboración propia

Una vez establecido el número óptimo de rezagos del VAR, se realiza la prueba de causalidad de Engle Granger (Cuadro 6). Como puede observarse, la prueba 1 indica que las variables AC2, ISR2 y TI2 causan a IED2 en el sentido de Granger a un nivel de significancia de 5%.

Cuadro 6. Prueba de causalidad Engle Granger

Prueba	Rezagos	Tipo	Estadístico	Pr > ChiSq	Contraste
Prueba 1	6	Wald	57.67	<.0001	AC2, ISR2, TI2 → IED2
Prueba 2	6	Wald	54.14	<.0001	IED2, ISR2, TI2 → AC2
Prueba 3	6	Wald	33.48	0.0146	AC2, IED2, TI2 → ISR2
Prueba 4	6	Wald	73.65	<.0001	AC2, ISR2, IED2 → TI2

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del modelo VAR (6) indican un R cuadrado ajustado de 0.3616 y un AIC de -22.3187. A continuación, el Cuadro 7 presenta los parámetros del VAR (6) para la variable IED2.

Cuadro 7. Parámetros de IED2 VAR (6)

Parámetro	Coefficiente	Error estándar	Valor t	Pr > t 	Variable
AR1_1_1	-0.2543	0.10875	-2.34	0.0222	IED2(t-1)
AR1_1_2	-0.88542	1.35986	-0.65	0.5171	AC2(t-1)
AR1_1_3	1.16027	0.56279	2.06	0.0429	ISR2(t-1)
AR1_1_4	-0.64289	1.93209	-0.33	0.7403	TI2(t-1)
AR2_1_1	-0.37262	0.10879	-3.43	0.001	IED2(t-2)
AR2_1_2	-0.08674	1.37204	-0.06	0.9498	AC2(t-2)
AR2_1_3	1.01401	0.53896	1.88	0.064	ISR2(t-2)
AR2_1_4	-4.15316	2.32461	-1.79	0.0783	TI2(t-2)
AR3_1_1	0.00044	0.12112	0	0.9971	IED2(t-3)
AR3_1_2	1.36061	1.36425	1	0.322	AC2(t-3)
AR3_1_3	-0.01399	0.45044	-0.03	0.9753	ISR2(t-3)
AR3_1_4	-4.96693	2.78557	-1.78	0.0788	TI2(t-3)
AR4_1_1	-0.09248	0.12332	-0.75	0.4558	IED2(t-4)
AR4_1_2	-1.8241	1.39289	-1.31	0.1946	AC2(t-4)
AR4_1_3	0.16145	0.44615	0.36	0.7185	ISR2(t-4)
AR4_1_4	-5.83239	2.6409	-2.21	0.0304	TI2(t-4)
AR5_1_1	0.00858	0.11694	0.07	0.9417	IED2(t-5)
AR5_1_2	2.02062	1.52015	1.33	0.188	AC2(t-5)
AR5_1_3	-0.88334	0.51738	-1.71	0.0921	ISR2(t-5)
AR5_1_4	-8.27618	2.26286	-3.66	0.0005	TI2(t-5)
AR6_1_1	-0.02123	0.11697	-0.18	0.8565	IED2(t-6)
AR6_1_2	5.65457	1.60056	3.53	0.0007	AC2(t-6)
AR6_1_3	-1.10097	0.52654	-2.09	0.0401	ISR2(t-6)
AR6_1_4	-5.27623	1.72396	-3.06	0.0031	TI2(t-6)

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse en el Cuadro 7, la mayoría de los parámetros no son estadísticamente significativos, por lo tanto, se procede a mejorar el modelo descartando los parámetros no

significativos a través de la prueba t con un nivel de significancia del 10% (Cuadro 8). Como resultado, se obtiene un modelo ajustado para IED2 con un mejor R cuadrado ajustado de 0.4142:

$$\begin{aligned}
 IED2 = & -0.23791IED2_{t-1} - 0.34848IED2_{t-2} - 1.73006AC2_{t-4} + 2.214266AC2_{t-5} \\
 & + 5.131248AC2_{t-6} + 1.167704ISR2_{t-1} + 0.942447ISR2_{t-2} - 0.24974ISR2_{t-3}^* - 0.78221ISR2_{t-5} \\
 & - 1.17413ISR2_{t-6} - 3.17106TI2_{t-2} - 3.47677TI2_{t-3} - 5.15277TI2_{t-4} - 7.76068TI2_{t-5} \\
 & - 4.78638TI2_{t-6}
 \end{aligned}$$

* Parámetro estadísticamente no significativo al 10%.....I)

Cuadro 8. Parámetros del modelo ajustado IED2

Parámetro	Coefficiente	Error estándar	Valor t	Pr > t
A1	-0.23791	0.0886	-2.68	0.0088
A3	1.167704	0.4711	2.48	0.0153
A5	-0.34848	0.0878	-3.97	0.0002
A7	0.942447	0.4393	2.15	0.0349
A8	-3.17106	1.4519	-2.18	0.0319
A11	-0.24974	0.3288	-0.76	0.4497
A12	-3.47677	1.6257	-2.14	0.0355
A14	-1.73006	0.9979	-1.73	0.0868
A16	-5.15277	1.8803	-2.74	0.0076
A18	2.214266	1.1889	1.86	0.0662
A19	-0.78221	0.4076	-1.92	0.0585
A20	-7.76068	1.7931	-4.33	<.0001
A22	5.131248	1.2007	4.27	<.0001
A23	-1.17413	0.4020	-2.92	0.0045
A24	-4.78638	1.3919	-3.44	0.0009

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se imprimen los valores estimados de IED2 y se le añade la tendencia para obtener la IED estimada (IEDf). La Figura 8 muestra la IED observada y la estimada (IEDf).

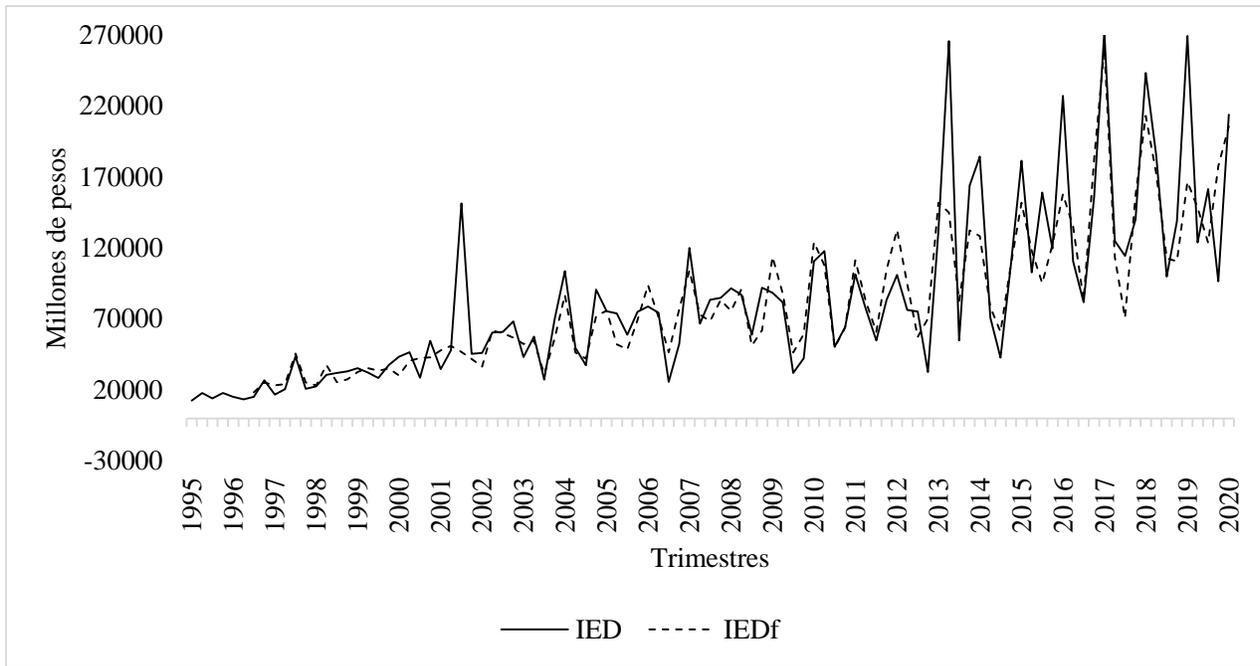


Figura 8. IED-IEDf

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con este modelo ajustado (Ecuación 1), la IED2 en tiempo “t” se relaciona inversamente con la IED2 del primero y segundo trimestre anterior; así mismo, existe una relación inversa con el cuarto trimestre rezagado de la AC2, pero positiva con los trimestres quinto y sexto. Por otro lado, el modelo plantea que existe una relación positiva con los primeros dos trimestres rezagados del ISR2, pero inversa con su tercero, quinto y sexto rezago. Finalmente, puede observarse una relación inversa con el segundo, tercero, cuarto, quinto y sexto trimestre rezagado de la TI2.

Como se mencionó anteriormente, se aplica esta metodología VAR para cada una de las veinte combinaciones de variables. El Cuadro 9 presenta el rezago óptimo de cada modelo de acuerdo al criterio AIC, así como el error porcentual medio absoluto (MAPE por sus siglas en inglés) y el R cuadrado ajustado de cada combinación.

Cuadro 9. Modelos VAR.

	Combinación	Rezago óptimo	AIC	MAPE	R² ajustado.
1	IED2, PIB2, AC2, ISR2	6	-23.1724	22.9759	0.3646
2	IED2, PIB2, AC2, PP2	6	-24.3279	22.4921	0.3834
3	IED2, PIB2, AC2, INF2	6	-30.5444	23.5534	0.3580
4	IED2, PIB2 AC2, TI2	6	-25.9696	22.6441	0.3849
5	IED2, PIB2, ISR2, PP2	6	-22.1526	22.3487	0.3956
6	IED2, PIB2, ISR2, INF2	6	-28.2819	24.2088	0.3294
7	IED2, PIB2, ISR2, TI2	6	-23.8619	24.9859	0.3040
8	IED2, PIB2, PP2, INF2	6	-29.2567	24.8307	0.2348
9	IED2, PIB2, PP2, TI2	6	-24.7623	24.7801	0.2208
10	IED2, PIB2, INF2, TI2	6	-310425	24.0869	0.2411
11	IED2, AC2, ISR2, PP2	6	-19.9174	22.0884	0.3970
12	IED2, AC2, ISR2, INF2	6	-26.5629	23.8529	0.3342
*13	IED2, AC2, ISR2, TI2	6	-22.3187	20.5978	0.4142
14	IED2, AC2, PP2, INF2	6	-27.2160	25.8303	0.2258
15	IED2, AC2, PP2, TI2	6	-22.0039	21.1440	0.4138
16	IED2, AC2, INF2, TI2	6	-29.3587	25.0514	0.2370
17	IED2, ISR2, PP2, INF2	6	-25.1388	23.2788	0.3455
18	IED2, ISR2, PP2, TI2	6	-20.5827	23.3388	0.3702
19	IED2, ISR2, INF2, TI2	6	-27.3035	25.1417	0.2546
20	IED2, PP2, INF2, TI2	6	-27.6072	25.5597	0.2317

*Mejor combinación

Fuente: Elaboración propia

El modelo seleccionado presentó un MAPE de 20.6%, esto indica que predice el comportamiento de la IED en un 79.4%. Así mismo, a manera de diagnóstico, se realiza una regresión entre las IED e IEDf, cuyo resultado es un R cuadrado ajustado de 0.7714; Es importante mencionar que investigaciones como Cuevas et al., 2005 y Rivas y Puebla (2016) obtuvieron una bondad de ajuste similar para explicar la inversión en México, lo que sugiere que esta precisión en el modelo es aceptable para la inversión dado el nivel de volatilidad que presenta esta variable.

Para captar el impacto de las variables de eficiencia en la IED, se realizan simulaciones en el periodo 1995-2020. Los resultados indican que un incremento de 10% en los trimestres rezagados de la IED2 genera una disminución promedio del 2.87% en la IED, lo que representa una caída de 2,473.8 mdp. Por otro lado, un incremento del 10% en los trimestres rezagados de la AC2 genera un incremento del 0.47% en la IED, lo que representa un aumento promedio de 347.7 mdp. Así mismo, un incremento de 10% en los trimestres rezagados del ISR2 genera una disminución del 0.09% en la IED, que representa una caída de 3.0 mdp. Finalmente, un incremento del 10% en los trimestres rezagados de TI2 genera un decremento del 3.80% en la IED, lo que representa una caída promedio de 2,229.8 mdp. Estos resultados son importantes debido a que muestran la relación entre variables y revelan la sensibilidad de la IED en México ante cambios en las variables de eficiencia.

5.2 Análisis y discusión

De acuerdo con los resultados, la tasa de interés es la variable de eficiencia con mayor impacto en la inversión productiva externa; existe una relación inversa significativa en el periodo 1995-2020. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que, en los últimos años, el objetivo central de la política monetaria ha sido la estabilidad inflacionaria, en muchas ocasiones, a costa de tasas de interés menos competitivas en el mercado²⁷. Al respecto, León y De la Rosa (2005), coinciden en que la política monetaria ha logrado el control de los precios en los mercados, pero no ha sido encaminada a favorecer localmente la inversión privada a través de los canales de crédito bancario. La tasa de interés impacta la disponibilidad crediticia y con ello la capacidad de consumo del mercado y la inversión (Varela y Cruz, 2016); por lo tanto, en la medida que la estabilidad inflacionaria lo permita, una política monetaria encaminada a lograr tasas de interés competitivas permitiría un mayor acceso a créditos, los cuales beneficiarían el consumo y serían una alternativa para los inversores que buscan financiamiento interno para construcción, adquisición de insumos, y cualquier otra actividad relacionada con los procesos productivos.

²⁷ A partir de 1995, en un entorno de crisis y de inserción al comercio internacional con Norteamérica, Banxico adopta una rígida política monetaria, cuyo principal objetivo es el control inflacionario. Política que se mantiene hasta la actualidad (Varela y Cruz, 2016).

La segunda variable de mayor impacto son los valores rezagados de la propia IED. Cabe mencionar que este resultado coincide con otras investigaciones²⁸, e indica que la IED evoluciona en función de su dinámica pasada debido a una expectativa adaptativa en el corto plazo (Reig, 2016), o lo que puede llamarse efecto de reforzamiento por flujos pasados (Tinoco y Guzmán, 2020). De cualquier manera, este resultado sugiere que las Empresas Multinacionales toman sus decisiones de inversión o reinversión en México considerando la dinámica de los flujos históricos de inversión.

En tercer lugar, la relación causal positiva de la apertura comercial es determinante para la atracción de IED en México. Una mayor apertura estimula la inversión, lo que sugiere que el proceso de apertura comercial iniciado en la década de 1990, el fomento al comercio, la reducción de los aranceles a importaciones y la ratificación de tratados internacionales han beneficiado al flujo de inversión²⁹. Diversas investigaciones³⁰ coinciden en que mayores importaciones favorecen el flujo de bienes de capital y tecnologías que mejoran los costos de transacción asociados a los costos de producción. Así mismo, mayores exportaciones se relacionan con sectores productivos más atractivos para los capitales externos porque el acceso a mercados internacionales favorece la competitividad. Por lo tanto, será indispensable una política exterior encaminada no solo a ratificar acuerdos, sino a lograr convenios que fomenten una apertura comercial beneficiosa para México.

Finalmente, el ISR es la variable de menor influencia en la IED; su relación inversa significativa indica que elevados impuestos desalientan la inversión debido a su estrecha relación con la rentabilidad de las empresas. Lo anterior sugiere que la política tributaria de México en los últimos años, enfocada a mantener una relativa estabilidad en los impuestos al ingreso, ha beneficiado el flujo de inversiones³¹. Moderadas tarifas fiscales de ISR representan menores costos en la puesta en marcha u operación de proyectos de inversión. Así mismo, investigaciones como Caballero y López (2012) enfatizan en la importancia de una buena administración de los recursos captados

²⁸ Entre las que destacan Gomes *et al.* (2013); Chiatchoua y Sibe (2015); Varela y Cruz (2016); Elizalde *et al.* (2020); Tinoco y Guzmán (2020).

²⁹ La entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) de 1994 y las modificaciones a la ley de inversión extranjera fueron los principales cambios que impulsaron la IED en México a finales del siglo XX (Dussel, 2000 y Cuevas *et al.*, 2005).

³⁰ Autores como Jadhav (2012); Gomes *et al.* (2013); Rivas y Puebla (2016).

³¹ La carga fiscal en México ha sido una de las más bajas del mundo y la segunda más baja de Latinoamérica. Así mismo, se han orientado políticas enfocadas a incrementos en los impuestos al consumo (IVA) en detrimento de los impuestos al ingreso (ISR), aunque este último es el que más contribuye a la recaudación tributaria total (Caballero y López, 2012).

por la tributación. De acuerdo con los autores, el gasto público orientado hacia la reactivación y expansión económica, proveniente del buen manejo de recursos, permite mejores beneficios económicos debido a que la inversión privada se verá estimulada por la infraestructura brindada por el Estado, y por la demanda adicional resultante del gasto de gobierno. Por lo tanto, una política tributaria orientada a atraer inversión mediante moderadas tarifas fiscales de ISR y el buen manejo de los ingresos tributarios podría generar certidumbre en los inversores y a su vez se estaría contribuyendo a tasas de crecimiento sostenido y estable.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Se confirma la hipótesis de que variables macroeconómicas de eficiencia y un componente autorregresivo de la misma IED se relacionan significativamente con los flujos de IED en México en el periodo 1995-2020; sin embargo, no todas las variables de eficiencia consideradas en un primer momento resultaron estadísticamente significativas.

Así mismo, este análisis permite precisar que la implementación de medidas en política monetaria, comercio exterior y política tributaria pueden ser alternativas para favorecer la IED en México. En primer lugar, si este país busca ser más atractivo para la inversión debe considerarse, en la medida que la estabilidad inflacionaria lo permita, una política monetaria encaminada a lograr tasas de interés que permitan mayor acceso a créditos, los cuales beneficiarían la capacidad de consumo y serían una alternativa para los inversionistas que buscan financiamiento interno de sus procesos productivos. En segundo lugar, será indispensable una política exterior encaminada no solo a ratificar acuerdos, sino a lograr convenios que fomenten una apertura comercial beneficiosa para México. Y finalmente, una política tributaria orientada a atraer inversión mediante moderadas tarifas fiscales de ISR y el buen manejo de los ingresos tributarios podrían mejorar la rentabilidad y productividad de las empresas.

Estas políticas están enfocadas en promover eficiencia en la IED porque se relacionan estrechamente con la productividad, competitividad y redes de distribución que los capitales invertidos en México necesitan. Adicionalmente, es importante mencionar que estas medidas pueden generar el ambiente de certidumbre que los inversionistas están buscando en una situación de emergencia sanitaria como la que estamos enfrentando. Finalmente, se recomienda utilizar el enfoque de este documento en futuras investigaciones; analizar las variables de eficiencia en el flujo de la IED de otras economías o regiones puede ayudar a complementar o contrastar los resultados y contribuir a la evidencia empírica.

CAPÍTULO VIII LITERATURA CITADA

- Aitken, B., Harrison, A., & Lipsey, R. (1996). Wages and foreign ownership. A comparative study of Mexico, Venezuela, and the United States. *Journal of International Economics*, Vol. 40, no. 3, pp. 345-371. doi: [https://doi.org/10.1016/0022-1996\(95\)01410-1](https://doi.org/10.1016/0022-1996(95)01410-1)
- Alfaro, L. y Charlton, A. (2009). Intra-Industry Foreign Direct Investment. *American Economic Review*. pp. 1-27
- Alguacil, M., Cuadros, A. and Orts, V. (2002). Foreign direct Investment, exports and domestic performance in México: a causality analysis. *Elsevier. Economics letters*, Vol. 77, no. 3, pp. 371-376. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165176502001507>
- Almendra, A. y González, A. (2008). Soluciones explícitas para el Filtro estadístico Hodrick-Prescott. *Revista mexicana de Economía agrícola y de los Recursos Naturales. Universidad Autónoma Chapingo*, Vol. 1, no. 1.
- Arias, J. y Segura, O. (2001). Los Mercados de Futuros y La Cobertura de Riesgos: Factibilidad de su uso en Bolsas de Físicos de América Latina. Ed. AGROAMERIICA, Instituto Interamericano para la Agricultura (IICA). Costa Rica. pp 18-21, 41-43, 59-61.
- Arias, E. y Torres, C. (2004). Modelos VAR y VECM para el pronóstico de corto plazo de las importaciones de Costa Rica. Banco central de Costa Rica. Departamento de investigaciones económicas. pp. 1-32
- Ariel, E., López, S. y Espinosa, D. Factores. (2013). Determinantes de la Inversión Extranjera Directa en América del Sur. *Revista de Universidad de Antioquía*, Vol. 22, pp. 55-85. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86131758003>
- BANXICO (2020). Componentes de Inversión Extranjera directa en México. *Banco de México*. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=1&accion=consultarCuadro&idCuadro=CE131&locale=es>
- Bengoa, M. y Sánchez-Robles, B. (2003). Foreign direct Investment, economic freedom and growth: new evidence from Latin America. *European Journal of Political Economy*, Vol.19, no. 3, pp. 529-545. [https://doi.org/10.1016/S0176-2680\(03\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S0176-2680(03)00011-9)
- Bhavan, T., Xu, Ch. and Zhong, C. (2011). Determinants and Growth Effect of FDI in South Asian Economies: Evidence from a Panel Data Analysis. *International Business Research*, Vol. 4, no. 1, pp. 43-50
- Bittencourt, G. y Domingo, R. (2002). Los determinantes de la IED y el impacto del Mercosur. *Documentos de trabajo, UDELAR*, pp. 1-52. https://www.researchgate.net/publication/23692600_Los_determinantes_de_la_IED_y_el_impacto_del_MERCOSUR
- Botello, J. and Dávila, M. (2016). How to increase FDI flows: A demonstration of the new determinant creation theory for Mexico and Chile. *The Business and Management Review*, Vol.7, no. 5, pp. 386-398. https://jbrmr.com/cdn/article_file/i-25_c-245.pdf

- Borensztein, E., De Gregorio, J. and Lee, J-W. (1998). How does foreign direct investment affect economic growth? *Elsevier. Journal of International Economics*, Vol. 45, pp. 115-135.
- Bouchet, M., Clark, E. and Gros Lambert, B. (2003). Country Risk Assessment. A Guide to Global Investment Strategy. Ed. Wiley Finance Series, pp.1-288.
- Bravo, O. (2004). El Riesgo País, concepto y metodologías de cálculo. pp. 1-36
- Cantor, R. and Packer, F. (1996). Determinants and impact of sovereign credit ratings. *FRBNY Economic Policy Review*, pp. 37-53.
- Caballero, E. y López, J. (2012). Gasto Público, Impuesto sobre la Renta e inversión privada en México. *Investigación Económica*, Vol. 71, no. 280, pp. 55-84. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16672012000200003
- Cuevas, A., Messmacher, M. and Warner, A. (2005). Foreign Direct Investment in México since the Approval of NAFTA. *The world bank economic review*, Vol. 19, no. 3, pp. 473-488. Doi:10.1093/wber/lhi015.
- Dans, R. (2012). El riesgo país en la inversión extranjera directa: Concepto y modalidades. Universidad Complutense de Madrid. Ed. Servicio de publicaciones de la Universidad Complutense, pp. 1-21.
- De la Mora, L. (2017). Políticas para la atracción de inversión extranjera directa como impulsora de la creación de capacidades locales y del cambio estructura. El caso de México. *Series Desarrollo Productivo. Cepal*. No. 216, pp. 1-108. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43136/1/S1701070_es.pdf
- DGIE (2016). Dirección General de Inversión Extranjera, Secretaría de Economía. http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99366/Carpeta_IED_2015_0601.pdf
- Dussiel, P. (2000). La inversión Extranjera en México. *Red de Inversiones y Estrategias Empresariales Unidad de Inversiones y Estrategias Empresariales. CEPAL*, pp. 1-103.
- Elizalde, H., Arana, J. y Martínez, M. (2020). Determinantes macroeconómicos de la inversión extranjera directa en México 2000-2016. *Análisis Económico*, Vol. 35, no. 89, pp. 117- 142. <https://www.researchgate.net/publication/342313785>
- Enders, W. (1995). Applied econometric time series. pp. 1-433
- Feenstra, R. and Taylor, A. (2014). International macroeconomics. (3th Ed.) New York: Worth Publishers, pp. 1-516.
- García, P. y López, A. (2020). La inversión Extranjera Directa. Definiciones, determinantes, impactos y políticas públicas. *Banco Internacional de Desarrollo*, pp. 1-48. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-inversion-extranjera-directa-Definiciones-determinantes-impactos-y-politicas-publicas.pdf>

- Garriga, A. (2017). Inversión Extranjera Directa en México: Comparación entre la inversión procedente de los Estados Unidos y del resto del mundo. *Foro Internacional* 228, Vol. 57, no. 2, pp. 317-355. <https://doi.org/10.24201/fi.v57i2.2429>
- Gomes, P., Aparecida, E. and Carvalho, A. (2013). The determinants of foreign direct investment in Brazil and Mexico: an empirical analysis. *Elsevier. Procedia, Economics and Finance*, Vol. 5, pp. 231-240. Doi: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00029-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00029-4)
- Granger, C. (1986). Developments in the Study of Co-Integrated Economic Variables. In *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 48, pp. 1-226
- Greene, W. H. (2002). *Econometric Analysis*. 5ª Edición. Ed. Prentice Hall. pp. 1-827
- Groh, A. y Wich, M. (2009). A composite measure to determine a host country's attractiveness for Foreign Direct Investment. IESE Business School. pp. 1-30
- Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. 5ª Edición. Ed. Mc Graw Hill, pp. 1-946.
- Hamilton, J. (1994). *Time Series Analysis*. Princenton University Press. United States of America. pp. 1-818
- Hodrick, R. and Prescott, E. (1997). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 29, no. 1, pp. 1-16.
- Iamsiraroj, S. (2016). The foreign direct investment–economic growth nexus. *Elsevier. International Review of Economics and Finance*, Vol. 42, pp. 116-133.
- Imad A. M. (2006). *Foreign Direct Investment; Theory, Evidence and Practice*. Palgrave, pp. 1-97.
- Jadhav, P. (2012). Determinants of foreign direct investment in BRICS economies: Analysis of economic, institutional and political factor. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 37, pp. 5-14.
- Jordaan, J. (2005). Determinants of FDI-Induced Externalities: New Empirical Evidence for Mexican Manufacturing Industries. *Elsevier. World Development*, Vol. 33, no. 2, pp. 2103-2118.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*. Research Department of Statistics (Norway), pp. 12: 231-254, 129.
- Johansen, S. (1994). The Role of the Constant and Linear Terms in Cointegration Analysis of Nonstationary Variables. *Econometric Reviews*, Vol. 13, no. 2, pp. 205-229.
- Krugman, P. (1988). Financing vs Forgiving a debt overhang. *NBER Working paper, The National Bureau of Economic Research*, no. 2486, pp. 1-32. <https://www.nber.org/papers/w2486.pdf>
- León, J. y De la Rosa, J. (2005). Política monetaria, cortos y estabilidad macroeconómica. *Análisis Económico*, Vol. 20, no. 43, pp. 291-326. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41304313>

- Madura, J. (2010). *Administración Financiera Internacional*. 9ª Edición. Ed. Cengage Learning, pp. 1-673.
- Meltem, S. (2014). Panel Data Analysis of Foreign Direct Investment and Poverty from the Perspective of Developing Countries. *Elsevier. Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 109, pp. 1101- 1105.
- Mendoza, J. (2011). Impacto de la Inversión Extranjera Directa en el Crecimiento Manufacturero en México. *Revista Problemas del Desarrollo, Latinoamericana de Economía*, Vol. 167, no. 42, pp. 45-69.
- Meza, A. (2012). *Econometría de Series de Tiempo: elementos y fundamentos*, Editorial Académica Española, Alemania.
- Mongrovejo, J. (2005). Factores determinantes de la Inversión Extranjera Directa en algunos países de Latinoamérica. *Estudios Económicos de Desarrollo Internacional*, Vol. 5, no. 2, pp. 63-90.
- Montero, R. (2013). Variables no estacionarias y cointegración. *Economía aplicada. Universidad de Granada*, pp. 1-8.
- Morales, J. (2010). Inversión extranjera directa y desarrollo en América Latina. In: *Estudios Económicos, Perú 1998*. Pp. 1-26.
- Morales, J. y Tuesta, P. (1998). Calificaciones de crédito y Riesgo-país. *Estudios Económicos*, 1-26. Recuperado de <https://nanopdf.com/download/calificaciones-de-credito-y-riesgo-pais-5b393b96cde9e.pdf>
- Moreno-Brid, J. C., Santamaría, J. y Rivas Valdivia, J.C. (2005). Industrialization and Economic Growth in Mexico after NAFTA: The Road Travelled. *Development and Change*, Vol.36, no. 6, pp. 1095 – 1119.
- Novales, A. (2014). *Modelos de Vectores Autorregresivos VAR*. Versión preliminar. Universidad Complutense. 41 p.
- Oetzel, J., Bettis, R. y Zenner, M. (2001). Country Risk Measures: How Risky Are They?. *Journal of World Business*. Pp. 1-8.
- Pedregal, D. and Young, P. (2001). Some comments on the use and abuse of the Hodrick Prescott filter. *Review on Economic Cycles*, Vol. 2, no. 1, pp. 1-20.
- Quintana, L. y Mendoza, M. (2016). *Econometría aplicada utilizando R*. 1ª Edición. Ed. DGAPA, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 1-446. http://saree.com.mx/econometriaR/sites/default/files/Ebook_econometriaR.pdf
- Reig, N. (2016). Efectos macroeconómicos de la inversión extranjera directa sobre la inversión en Uruguay 1990-2013. *Revista análisis económico*, Vol. 31, no. 76, pp. 7-28. <https://www.redalyc.org/pdf/413/41344590002.pdf>

- Rivas, A. y Puebla, A. (2016). La Inversión Extranjera Directa y el Crecimiento Económico. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, Vol. 11, no. 2, pp. 51-75. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmef/v11n2/1665-5346-rmef-11-02-00051.pdf>
- Rodríguez, C. y San Martín, A. (2016). El análisis del Riesgo-país: un asunto de interés renovado. *Boletín de estudios económicos*, 66(202), 29-48. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3636058>
- Rosales A., Perdomo C., Morales T. y Urrego M. (2010). Fundamentos de econometría intermedia: teoría y aplicaciones. Bogotá, D. C., Colombia.
- Schwartz, M. y Torres, A. (2000). Expectativas de Inflación, Riesgo País y política monetaria en México. *Documento de Investigación. Banxico*, Vol. 2000, no. 06, pp. 629-658. <https://www.banxico.org.mx/publications-and-press/banco-de-mexico-working-papers/%7BFE91F749-243D-11A5-286D-2588932B2F34%7D.pdf>
- SHCP (2020). Secretaría de Hacienda y Crédito Público. *Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas*. http://www.shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/FINANZASPUBLICAS/Estadisticas_Oportunas_Finanzas_Publicas/Paginas/unica2.aspx
- Tang, C., Yip, C. and Ozturk, I. (2014). The determinants of foreign direct investment in Malaysia: A case for electrical and electronic industry. *Elsevier. Economic Modelling*, Vol. 43, pp. 287-292. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.08.017>
- Tinoco, M. y Guzmán, L. (2020). Factores Regionales de Atracción de Inversión Extranjera Directa en México. *Análisis Económico*, Vol. 35, no. 88, pp. 89-117. <http://www.analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/513>
- Topal, M. y Gül, Ö. (2016). The Effect of Country Risk on Foreign Direct Investment: A Dynamic Panel Data Analysis for Developing Countries. *Journal of Economics Library*, vol. 3(1), pp. 140-155. <http://www.kspjournals.org/index.php/JEL/article/view/771/825>
- UNCTAD. (2003). NACIONES UNIDAS, Alcance y Definición. In UNCTAD, temas relacionados con acuerdos internacionales de inversión, pp. 1-11.
- Varela, R. y Cruz, L. (2016). Inversión extranjera directa y tasa de interés en México: un análisis dinámico. *Nóesis, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, Vol. 25, no. 50, pp. 128-149. Doi: <http://dx.doi.org/10.20983/noesis.2016.2.5>
- Vega, B. y Armijo, J. (2021). La implementación del T-MEC: Una prueba para América del Norte. *Centro de Estudios de la Secretaría de Economía*, pp. 1-267. https://centro gilbertobosques.senado.gob.mx/docs/La_implementacion_del_T-MEC_una_prueba_para_America_Norte.pdf
- ZIGA, V. (2002). Inversión extranjera directa en América Latina; El papel de los inversores europeos. *Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C.*, pp. 1-406.

ANEXOS

COMANDOS DE PROGRAMACIÓN SAS:

```

DATA Mod;
date = intnx( 'qtr', '01jan1995'd, _n_-1 );
format date yyq. ;
INPUT IED1 PIB1 AC1 ISR1 PP1 INF1 TI1;
IED=log(IED1); PIB=log(PIB1); AC=log(AC1); ISR=log(ISR1); PP=log(PP1); INF=log(INF1); TI=log(TI1);
N=_N_;

```

DATALINES;

12394.26	10189745.50	0.022683139	0.183049321	15.507	16.12643833	89.480
17960.74	9795719.00	0.023072656	0.204302839	15.875	19.038749	65.057
14111.01	9802904.40	0.024234526	0.178603068	16.252	20.46273733	38.693
17760.95	10198513.30	0.029617894	0.171907046	16.637	21.87151233	50.467
15267.19	10426430.90	0.03019046	0.195793826	17.032	23.86794733	41.900
13318.95	10569227.50	0.031870724	0.219452387	18.164	25.53706467	32.343
15182.70	10583112.10	0.033698684	0.23603986	19.066	26.711618	29.890
26775.29	11116526.60	0.036815502	0.257030852	21.585	28.02586233	30.293
16681.99	10862932.00	0.035404296	0.297060674	18.591	29.953791	24.007
20599.61	11460068.10	0.037578189	0.278411059	15.822	30.97434933	22.387
43605.04	11408200.80	0.038708761	0.276860204	16.005	31.84210867	20.457
20794.80	11887380.10	0.041963546	0.330942097	15.861	32.852286	20.783
22478.56	11827638.00	0.041682276	0.365650276	10.748	34.53589833	20.650
30712.99	12034464.20	0.044344701	0.323921309	10.437	35.659981	20.640
31947.39	11972371.60	0.048275104	0.322419987	10.270	36.81362867	29.900
33145.88	12139816.60	0.053086699	0.400706795	9.214	38.62267633	36.373
35264.29	12100154.50	0.049845592	0.454587501	9.386	40.95936567	31.627
32116.82	12315219.10	0.052420038	0.419234929	13.723	42.03415333	22.887
28401.08	12325229.10	0.054439887	0.420207199	18.465	42.87928433	22.427
37501.47	12554685.80	0.058714269	0.459560796	21.237	43.913381	19.463
43348.06	12725022.10	0.057208687	0.526341946	24.363	45.280297	17.490
46546.34	12994568.90	0.061579734	0.475689601	24.271	46.04510567	16.033
28543.83	13008792.20	0.062920455	0.477511586	25.976	46.748441	16.173
54640.89	13003302.20	0.067553822	0.521750375	24.476	47.82769833	18.137
34632.53	12796119.50	0.061380245	0.579151578	19.778	48.656564	18.007
47853.19	12967530.20	0.058880467	0.563300743	19.655	49.21121433	14.030
151452.00	12857408.60	0.057710863	0.571535154	20.269	49.54609033	10.447
45466.41	12901429.20	0.058944188	0.502916437	15.157	50.32539433	9.060
46091.28	12415541.40	0.054809024	0.678930296	17.179	50.96539	8.477
60465.32	13112362.80	0.062231815	0.686257979	22.456	51.56041667	7.667
60994.28	12889950.10	0.065234465	0.56707955	23.971	52.14724167	8.107
68235.00	13084104.40	0.067489756	0.542693293	22.781	53.01394767	8.420
43240.13	12803323.70	0.066667166	0.769233414	26.994	53.73749767	9.670
57458.92	13182930.00	0.064536532	0.651476637	22.421	54.00360533	6.763
27390.46	12954912.90	0.070859471	0.597833174	24.619	54.26902233	5.107
70045.85	13305707.40	0.07631074	0.565137416	25.109	55.12018667	5.783
103803.27	13252629.60	0.072698668	0.810801526	27.045	56.060111	5.880
49820.74	13732336.00	0.079956804	0.649620167	30.078	56.31879333	6.713
37422.74	13438260.10	0.082822244	0.544225811	33.273	56.86844933	7.463
90832.89	13872034.50	0.08503192	0.543701964	34.047	58.06291133	8.527
75517.55	13354787.90	0.079965714	0.819878345	34.396	58.52657067	9.407
73999.35	14104833.90	0.084139947	0.731194849	41.293	58.85881633	10.047
58868.54	13782144.40	0.085698094	0.604971821	49.239	59.127687	9.880
75002.21	14306523.80	0.090734898	0.618717155	45.217	59.86246167	9.100

78843.45	14107960.00	0.087866666	0.832074247	49.947	60.690832	8.020
74433.58	14700503.90	0.097471979	0.862535386	56.555	60.69843	7.387
25713.50	14435867.70	0.097672883	0.760750772	57.811	61.22183833	7.307
52351.98	14800897.30	0.097124904	0.63572572	48.806	62.3436	7.317
120137.58	14393727.40	0.0946726	0.935419431	47.103	63.17922267	7.443
66744.82	14993339.40	0.099334736	1.00391025	56.876	63.11066633	7.623
83649.24	14783298.20	0.106020941	0.779181029	64.147	63.662568	7.703
85003.84	15204938.90	0.107121315	0.834160452	76.829	64.71922733	7.863
91707.11	14563428.40	0.104515078	1.212294792	82.657	65.63842967	7.930
87245.53	15386334.10	0.107742043	1.056410708	104.733	66.21364333	7.957
58903.05	14979494.70	0.113787269	0.907162115	108.413	67.15149533	8.500
92162.76	15125053.60	0.118699751	1.001819756	47.739	68.71999333	8.717
88561.96	13752148.80	0.107224822	1.28514457	39.223	69.69186433	7.997
81715.70	14012937.50	0.102826036	1.038253944	55.993	70.16156733	5.907
31982.39	14231941.50	0.112316158	0.923021504	63.955	70.60070533	4.907
42415.94	14882965.70	0.118368068	0.948785871	70.260	71.45169733	4.923
110801.81	14371721.70	0.117424855	1.367231527	71.411	73.00448067	4.917
117887.33	14998399.50	0.126215694	1.112912661	69.719	72.940242	4.940
50357.94	14921452.60	0.131661021	1.03386162	69.439	73.19201667	4.907
64211.87	15499604.90	0.131312481	1.04480655	77.778	74.48715367	4.877
101513.37	14902732.40	0.130801555	1.430430739	92.648	75.532634	4.847
77145.46	15413046.00	0.133567716	1.191047471	105.325	75.344071	4.850
54937.45	15526015.60	0.146469724	1.128921533	101.239	75.65759167	4.803
83416.72	16139540.40	0.152456477	1.159520786	104.485	77.09447667	4.797
101016.92	15619755.70	0.146249589	1.458362834	111.152	78.46425067	4.780
76483.68	16027466.90	0.158528580	1.218847125	100.398	78.25615533	4.753
75340.59	15952810.20	0.15122977	1.16878765	99.612	79.127852	4.790
32718.64	16638861.90	0.150812253	1.167743099	96.922	80.26423867	4.833
131993.78	15719776.60	0.142521691	1.564740015	104.104	81.35705267	4.713
265978.56	16361859.40	0.150269053	1.534976828	97.926	81.74319367	4.317
54836.30	16186113.50	0.156926491	1.369016403	100.719	81.84962033	4.243
164060.16	16840998.80	0.151952909	1.353989752	92.349	83.19510367	3.853
184599.99	16162105.40	0.149579359	1.694590767	92.499	84.739167	3.790
70952.54	16743434.80	0.157093169	1.442843725	97.766	84.67481	3.680
42672.29	16649865.10	0.162257939	1.274148299	92.432	85.24375467	3.297
109200.65	17408794.60	0.167228844	1.333980634	67.981	86.67412933	3.293
181568.29	16710133.50	0.165091669	2.22279735	44.227	87.33873233	3.300
102823.04	17261322.90	0.177528295	1.667196187	55.196	87.161438	3.300
159109.48	17331683.50	0.189942757	1.562841035	42.987	87.47270467	3.317
119678.54	17866292.70	0.184435125	1.60739629	34.711	88.64540167	3.350
227393.86	17166731.00	0.181157667	2.421480671	26.157	89.69138767	3.790
110794.41	17780824.70	0.193098406	1.951987423	37.190	89.39164033	4.080
81832.77	17625370.60	0.210375976	1.720434703	38.383	89.907997	4.587
156033.60	18416030.80	0.218482473	1.924909286	41.302	91.52067433	5.430
272992.27	17756201.20	0.214975166	2.360659702	44.276	94.15705033	6.400
125013.50	18086200.10	0.211136115	2.274562572	43.279	94.842689	7.020
114512.84	17901908.90	0.21027751	1.970018543	45.885	95.736673	7.377
140113.57	18744735.10	0.226986039	2.070778324	52.038	97.555442	7.423
243478.53	18023815.40	0.218759705	2.426478882	56.824	99.15284367	7.750
185255.28	18674643.60	0.240503997	2.353417894	62.364	99.17513067	7.873
99944.51	18407552.30	0.239341958	2.0643041	66.301	100.4393663	8.107
138881.66	18979284.40	0.252569798	2.14664245	62.929	102.2543333	8.260
269523.99	18228099.40	0.229847691	2.545228595	56.081	103.221	8.557
124050.82	18460530.80	0.24393532	2.506840958	61.208	103.3543333	8.507
161709.00	18331137.00	0.250572598	2.025447548	55.934	103.7663333	8.350
96496.90	18840258.80	0.235026603	2.062643872	51.384	105.261	7.857

214151.94 17977622.10 0.24589825 3.015205005 40.418 106.7246667 7.340

```
;  
PROC PRINT; RUN;  
/* GRÁFICA DE LAS VARIABLES.*/  
/*IED*/
```

```
proc gplot data=Mod;  
plot IED*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;  
axis1 label=('TRIMESTRE');  
axis2 label=('lnIED');  
run;
```

/*PIB*/

```
proc gplot data=Mod;  
plot PIB*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;  
axis1 label=('TRIMESTRE');  
axis2 label=('lnPIB');  
run;
```

/*AC*/

```
proc gplot data=Mod;  
plot AC*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;  
axis1 label=('TRIMESTRE');  
axis2 label=('lnAC');  
run;
```

/*ISR*/

```
proc gplot data=Mod;  
plot ISR*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;  
axis1 label=('TRIMESTRE');  
axis2 label=('lnISR');  
run;
```

/*PP*/

```
proc gplot data=Mod;  
plot PP*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;  
axis1 label=('TRIMESTRE');  
axis2 label=('lnPP');  
run;
```

/*INF*/

```
proc gplot data=Mod;  
plot INF*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;  
axis1 label=('TRIMESTRE');  
axis2 label=('lnINF');  
run;
```

/*TI*/

```
proc gplot data=Mod;  
plot TI*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;  
axis1 label=('TRIMESTRE');  
axis2 label=('lnTI');  
run;
```

/* Modelo UCM para IED*/

```
proc ucm data = Mod;  
id date interval = quarterly;  
model IED;  
irregular print=smooth plot=smooth;  
level variance=0 noest print=smooth plot=smooth;  
slope variance=0.000625;  
estimate profile;  
forecast lead=0 print=fdecomp plot=(decomp) outfor =a;  
run;
```

```

proc print data =a;
run;
data Irregulara;
set a(keep=date IED S_IRREG S_LEVEL);
proc print;
run;
/* Se renombran y se restan a la variable original*/
data Irregulara1;
set Irregulara(rename=(s_IRREG=IEDIRR S_LEVEL=IEDTEN));
proc print;
run;
/* Gráficas de IED Y SUS COMPONENTES*/
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=PURPLE;
SYMBOL3 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregulara1;
plot (IED IEDIRR IEDTEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'IED y sus componentes';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
data Irregulara2;
set Irregulara1;
IED2= (IED-IEDTEN);
keep date obs IED IEDTEN IED2 forecast;
run;
proc print data = Irregulara2;
run;
/* Gráficas de IED2*/
proc gplot data=Irregulara2;
plot IED2*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'IED2';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* PRUEBAS DFA Y PP PARA IED2 EN NIVELES*/
proc arima data=Irregulara2;
identify var=IED2 stationarity=(adf=1); run;
identify var=IED2 stationarity=(pp=1); run;
/* Modelos UCM para PIB*/
proc ucm data = Mod;
id date interval = quarterly;
model PIB;
irregular print=smooth plot=smooth;
level variance=0 noest print=smooth plot=smooth;
slope variance=0.000625;
estimate profile;
forecast lead=0 print=fdecomp plot=(decomp) outfor =b;
run;
proc print data =b;
run;
data Irregularb;
set b(keep=date PIB S_IRREG S_LEVEL);
proc print;
run;
/* Se renombran y se restan a la variable original*/
data Irregularb1;
set Irregularb(rename=(s_IRREG=PIBIRR S_LEVEL=PIBTEN));

```

```

proc print;
run;
/* Gráficas de PIB Y SUS COMPONENTES*/
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=PURPLE;
SYMBOL3 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregularb1;
plot (PIB PIBIRR PIBTEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'PIB y sus componentes';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* Gráficas de PIB Y tendencia*/
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregularb1;
plot (PIB PIBTEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'PIB y TEND';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
data Irregularb2;
set Irregularb1;
PIB2= (PIB-PIBTEN);
keep date obs PIB PIBTEN PIB2 forecast;
run;
proc print data = Irregularb2;
run;
/* Gráficas de PIB2*/
proc gplot data=Irregularb2;
plot PIB2*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'PIB2';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* PRUEBAS DFA Y PP PARA PIB2 EN NIVELES*/
proc arima data=Irregularb2;
identify var=PIB2 stationarity=(adf=1); run;
identify var=PIB2 stationarity=(pp=1); run;
/* Modelos UCM para AC*/
proc ucm data = Mod;
id date interval = quarterly;
model AC;
irregular print=smooth plot=smooth;
level variance=0 noest print=smooth plot=smooth;
slope variance=0.000625;
estimate profile;
forecast lead=0 print=fdecomp plot=(decomp) outfor =c;
run;
proc print data =c;
run;
data Irregularc;
set c(keep=date AC S_IRREG S_LEVEL);
proc print;
run;
/* Se renombran y se restan a la variable original*/
data Irregularc1;
set Irregularc(rename=(s_IRREG=ACIRR S_LEVEL=ACTEN));
proc print;

```

```

run;
/* Gráficas de AC Y SUS COMPONENTES*/
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=PURPLE;
SYMBOL3 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregularc1;
plot (AC ACIRR ACTEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'AC y sus componentes';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* Gráficas de AC Y tendencia*/
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregularc1;
plot (AC ACTEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'AC y TEND';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
data Irregularc2;
set Irregularc1;
AC2= (AC-ACTEN);
keep date obs AC ACTEN AC2 forecast;
run;
proc print data = Irregularc2;
run;
/* Gráficas de AC2*/
proc gplot data=Irregularc2;
plot AC2*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'AC2';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* PRUEBAS DFA Y PP PARA AC2 EN NIVELES*/
proc arima data=Irregularc2;
identify var=AC2 stationarity=(adf=1); run;
identify var=AC2 stationarity=(pp=1); run;
/* Modelos UCM para ISR*/
proc ucm data = Mod;
id date interval = quarterly;
model ISR;
irregular print=smooth plot=smooth;
level variance=0 noest print=smooth plot=smooth;
slope variance=0.000625;
estimate profile;
forecast lead=0 print=fdecomp plot=(decomp) outfor =d;
run;
proc print data =d;
run;
data Irregulard;
set d(keep=date ISR S_IRREG S_LEVEL);
proc print;
run;
/* Se renombran y se restan a la variable original*/
data Irregulard1;
set Irregulard(rename=(s_IRREG=ISRIRR S_LEVEL=ISR TEN));
proc print;
run;

```

```

/* Gráficas de ISR Y SUS COMPONENTES*/
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=PURPLE;
SYMBOL3 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregulard1;
plot (ISR ISIRR ISRTEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'ISR y sus componentes';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* Gráficas de ISR Y tendencia*/
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregulard1;
plot (ISR ISRTEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'ISR y TEND';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
data Irregulard2;
set Irregulard1;
ISR2= (ISR-ISRTEN);
keep date obs ISR ISRTEN ISR2 forecast;
run;
proc print data = Irregulard2;
run;
/* Gráficas de ISR2*/
proc gplot data=Irregulard2;
plot ISR2*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'ISR2';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* PRUEBAS DFA Y PP PARA ISR2 EN NIVELES*/
proc arima data=Irregulard2;
identify var=ISR2 stationarity=(adf=1); run;
identify var=ISR2 stationarity=(pp=1); run;
/* Modelos para PP*/
proc ucm data = Mod;
id date interval = quarterly;
model PP;
irregular print=smooth plot=smooth;
level variance=0 noest print=smooth plot=smooth;
slope variance=0.000625;
estimate profile;
forecast lead=0 print=fdecomp plot=(decomp) outfor =e;
run;
proc print data =e;
run;
data Irregulare;
set e(keep=date PP S_IRREG S_LEVEL);
proc print;
run;
/* Se renombran y se restan a la variable original*/
data Irregulare1;
set Irregulare(rename=(s_IRREG=PPIRR S_LEVEL=PPTEN));
proc print;
run;
/* Gráficas de pp Y SUS COMPONENTES*/

```

```

SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=PURPLE;
SYMBOL3 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregulare1;
plot (PP PPIRR PPTEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'PP y sus componentes';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
data Irregulare2;
set Irregulare1;
PP2= (PP-PPTEN);
keep date obs PP PPTEN PP2 forecast;
run;
proc print data = Irregulare2;
run;
/* Gráficas de PP2*/
proc gplot data=Irregulare2;
plot PP2*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'PP2';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* PRUEBAS DFA Y PP PARA PP2 EN NIVELES*/
proc arima data=Irregulare2;
identify var=PP2 stationarity=(adf=1); run;
identify var=PP2 stationarity=(pp=1); run;
/* Modelos UCM para INF*/
proc ucm data = Mod;
id date interval = quarterly;
model INF;
irregular print=smooth plot=smooth;
level variance=0 noest print=smooth plot=smooth;
slope variance=0.000625;
estimate profile;
forecast lead=0 print=fdecomp plot=(decomp) outfor =f;
run;
proc print data =f;
run;
data Irregularf;
set f(keep=date INF S_IRREG S_LEVEL);
proc print;
run;
/* Se renombran y se restan a la variable original*/
data Irregularf1;
set Irregularf(rename=(s_IRREG=INFIRR S_LEVEL=INF TEN));
proc print;
run;
/* Gráficas de INF Y SUS COMPONENTES*/
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=PURPLE;
SYMBOL3 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregularf1;
plot (INF INFIRR INF TEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'INF y sus componentes';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* Gráficas de INF Y tendencia*/

```

```

SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregularf1;
plot (INF INFTEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'INF y TEND';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
data Irregularf2;
set Irregularf1;
INF2= (INF-INFTEN);
keep date obs INF INFTEN INF2 forecast;
run;
proc print data = Irregularf2;
run;
/* Gráficas de INF2*/
proc gplot data=Irregularf2;
plot INF2*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'INF2';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* PRUEBAS DFA Y PP PARA INF2 EN NIVELES*/
proc arima data=Irregularf2;
identify var=INF2 stationarity=(adf=1); run;
identify var=INF2 stationarity=(pp=1); run;
/* Modelos UCM para TI*/
proc ucm data = Mod;
id date interval = quarterly;
model TI;
irregular print=smooth plot=smooth;
level variance=0 noest print=smooth plot=smooth;
slope variance=0.000625;
estimate profile;
forecast lead=0 print=fdecomp plot=(decomp) outfor =g;
run;
proc print data =g;
run;
data Irregularg;
set g(keep=date TI S_IRREG S_LEVEL);
proc print;
run;
/* Se renombran y se restan a la variable original*/
data Irregularg1;
set Irregularg(rename=(s_IRREG=TIIRR S_LEVEL=TITEN));
proc print;
run;
/* Gráficas de TI Y SUS COMPONENTES*/
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=PURPLE;
SYMBOL3 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregularg1;
plot (TI TIIRR TITEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'TI y sus componentes';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* Gráficas de TI Y tendencia*/
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=GREEN;

```

```

SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=red;
proc gplot data=Irregularg1;
plot (TI TITEN)*date / overlay haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'TI y TEND';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
data Irregularg2;
set Irregularg1;
TI2= (TI-TITEN);
keep date obs TI TITEN TI2 forecast;
run;
proc print data = Irregularg2;
run;
/* Gráficas de TI2*/
proc gplot data=Irregularg2;
plot TI2*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
title1 'TI2';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run;
/* PRUEBAS DFA Y PP PARA TI2 EN NIVELES*/
proc arima data=Irregularg2;
identify var=TI2 stationarity=(adf=1); run;
identify var=TI2 stationarity=(PP=1); run;
/*MODELO VAR CON VARIABLES "SIN TENDENCIA" (IED2 AC2 ISR2 TI2)*/
DATA Mod2;
date = intnx( 'qtr', '01jan1995'd, _n_-1 );
format date yyq. ;
INPUT IED2 AC2 ISR2 TI2;
IEDL1=LAG(IED2); IEDL2=LAG2(IED2); IEDL3=LAG3(IED2); IEDL4=LAG4(IED2); IEDL5=LAG5(IED2);
IEDL6=LAG6(IED2);
ACL1=LAG(AC2); ACL2=LAG2(AC2); ACL3=LAG3(AC2); ACL4=LAG4(AC2); ACL5=LAG5(AC2);
ACL6=LAG6(AC2);
ISRL1=LAG(ISR2); ISRL2=LAG2(ISR2); ISRL3=LAG3(ISR2); ISRL4=LAG4(ISR2); ISRL5=LAG5(ISR2);
ISRL6=LAG6(ISR2);
TIL1=LAG(TI2); TIL2=LAG2(TI2); TIL3=LAG3(TI2); TIL4=LAG4(TI2); TIL5=LAG5(TI2); TIL6=LAG6(TI2);
DATALINES;
-0.14912 0.015412 0.05615 0.01755
0.16981 -0.039503 0.11198 0.04906
-0.12343 -0.063119 -0.07653 -0.17633
0.05463 0.065189 -0.16908 0.11481
-0.14861 0.017051 -0.09367 0.03589
-0.33704 0.010085 -0.03457 -0.05051
-0.25791 0.011145 -0.01676 -0.02236
0.25773 0.051043 0.01354 0.06303
-0.26683 -0.031303 0.10381 -0.03074
-0.10694 -0.013188 -0.01485 0.00555
0.59238 -0.025115 -0.07347 -0.01238
-0.19807 0.012767 0.05284 0.02269
-0.16952 -0.037978 0.1016 0.00306
0.09403 -0.021791 -0.06925 -0.09506
0.08569 0.017126 -0.12222 0.03175
0.07571 0.068432 0.04831 0.07956
0.09186 -0.03429 0.12937 0.02766
-0.04636 -0.021569 0.00525 -0.08546
-0.21293 -0.019414 -0.03357 0.02499
0.02259 0.023527 0.01688 0.00533

```

0.1263	-0.030049	0.11565	0.003
0.15767	0.021834	-0.02022	-0.02282
-0.36973	0.029862	-0.04889	-0.03184
0.24269	0.096875	0.00935	0.02358
-0.24867	0.006147	0.08552	0.05478
0.04094	-0.026554	0.03174	0.005
1.16107	-0.039671	0.02231	-0.03991
-0.07241	-0.017826	-0.12759	-0.00932
-0.08721	-0.098353	0.15232	0.02056
0.15746	0.011067	0.14466	-0.03005
0.14101	0.034619	-0.06286	-0.0066
0.22956	0.042305	-0.12232	-0.0229
-0.24882	0.002447	0.21203	0.12098
0.01457	-0.059694	0.03224	-0.01693
-0.74602	0.00115	-0.06685	-0.09571
0.17432	0.041898	-0.13618	0.03537
0.55015	-0.038547	0.21142	-0.00859
-0.20035	0.026046	-0.02402	0.01093
-0.50194	0.034053	-0.21573	-0.00611
0.37028	0.037171	-0.23265	0.00171
0.17204	-0.044634	0.16073	-0.00103
0.13902	-0.014388	0.02757	0.00988
-0.10163	-0.017701	-0.18198	0.00907
0.12939	0.016709	-0.18102	0.00689
0.16878	-0.038243	0.09239	-0.01098
0.1012	0.04258	0.10445	-0.01404
-0.9713	0.023662	-0.04582	0.00228
-0.26968	-0.001187	-0.25078	0.00113
0.55189	-0.045651	0.10945	0.00089
-0.04462	-0.017504	0.15399	0.00396
0.17267	0.027705	-0.12537	-0.00145
0.18052	0.020024	-0.08282	0.00407
0.24842	-0.020199	0.26598	-0.00121
0.19065	-0.003525	0.10427	-0.02281
-0.21007	0.039688	-0.07109	-0.00169
0.22955	0.073614	0.00609	0.02289
0.18138	-0.034748	0.23408	0.04989
0.09219	-0.086916	0.00071	-0.02949
-0.8552	-0.015923	-0.1362	-0.04392
-0.58298	0.013384	-0.1274	0.00923
0.36626	-0.021728	0.21966	0.00837
0.41643	0.020667	-0.00396	0.00597
-0.44682	0.032806	-0.09517	0.00017
-0.21742	0.001062	-0.10207	-0.00079
0.22596	-0.03133	0.19465	-0.00173
-0.06414	-0.038758	-0.00588	0.00245
-0.42024	0.026409	-0.07698	-0.0016
-0.02022	0.043937	-0.0681	0.00095
0.15261	-0.013831	0.14291	0.00041
-0.14514	0.05644	-0.05525	-0.00499
-0.18065	0.005057	-0.11657	-0.00297
-1.03603	0.001445	-0.13759	0.00692
0.33669	-0.055507	0.13419	0.01158
1.0147	-0.005588	0.09356	-0.01745
-0.58738	0.032003	-0.04282	0.01602
0.48513	-0.008557	-0.07645	-0.01878

```

0.57949 -0.036768    0.12468 0.0049
-0.40048    -0.005413    -0.06002    0.02178
-0.93296    0.004937    -0.20895    -0.02362
-0.01756    0.0099 -0.18838    0.00029
0.46658 -0.030516    0.29638 0.00602
-0.12625    0.01257 -0.01717    0.00508
0.28631 0.05058 -0.10773    0.00244
-0.02221    -0.007178    -0.10543    -0.02075
0.59629 -0.053539    0.27889 0.01796
-0.14567    -0.019213    0.03861 -0.00466
-0.47122    0.037724    -0.11165    -0.01292
0.15202 0.050344    -0.02261    -0.00112
0.68971 0.013396    0.15905 0.01355
-0.11247    -0.02274    0.1005 0.0059
-0.22091    -0.044756    -0.06368    0.004
-0.03942    0.012652    -0.03342    -0.01246
0.49329 -0.043378    0.1062 0.00423
0.20055 0.032596    0.05743 -0.00299
-0.43568    0.011947    -0.09133    0.00053
-0.12555    0.05387 -0.0696 -0.0061
0.51881 -0.048009    0.0835 0.00588
-0.27565    0.005648    0.0512 -0.00028
-0.02897    0.028465    -0.17914    0.0061
-0.56366    -0.038085    -0.17828    -0.00131
0.21508 0.004404    0.18386 -0.0038

```

```
;
```

```
PROC PRINT;
```

```
RUN;
```

```
/* PRUEBAS DFA Y PP PARA LAS VARIABLES EN NIVELES*/
```

```
proc arima data=Mod2;
```

```
identify var=IED2 stationarity=(adf=1); run;
```

```
identify var=IED2 stationarity=(pp=1); run;
```

```
identify var=AC2 stationarity=(adf=1); run;
```

```
identify var=AC2 stationarity=(pp=1); run;
```

```
identify var=ISR2 stationarity=(adf=1); run;
```

```
identify var=ISR2 stationarity=(pp=1); run;
```

```
identify var=TI2 stationarity=(adf=1); run;
```

```
identify var=TI2 stationarity=(PP=1); run;
```

```
/*REZAGOS ÓPTIMOS COMPARANDO LOS ESTADÍSTICOS AICC Y SBS*/
```

```
PROC VARMAX DATA=Mod2;
```

```
MODEL IED2 AC2 ISR2 TI2 /p=1 noint; RUN;
```

```
PROC VARMAX DATA=Mod2;
```

```
MODEL IED2 AC2 ISR2 TI2 /p=2 noint; RUN;
```

```
PROC VARMAX DATA=Mod2;
```

```
MODEL IED2 AC2 ISR2 TI2 /p=3 noint; RUN;
```

```
PROC VARMAX DATA=Mod2;
```

```
MODEL IED2 AC2 ISR2 TI2 /p=4 noint; RUN;
```

```
PROC VARMAX DATA=Mod2;
```

```
MODEL IED2 AC2 ISR2 TI2 /p=5 noint; RUN;
```

```
PROC VARMAX DATA=Mod2;
```

```
MODEL IED2 AC2 ISR2 TI2 /p=6 noint; RUN;
```

```
PROC VARMAX DATA=Mod2;
```

```
MODEL IED2 AC2 ISR2 TI2 /p=7 noint; RUN;
```

```
/*El modelo de menores estadísticas es el VAR(4) (sin intercepto)*/
```

```
proc varmax data=Mod2;
```

```
id date interval=qtr;
```

```

model IED2 AC2 ISR2 TI2 / p=6 NOINT
      print=(estimates diagnose)
      printform=both lagmax=3;
output out=for lead=0;
run;
quit;
/*Replicando el Modelo VAR(6)con PROC MODEL*/
PROC MODEL DATA=Mod2;
ENDOGENOUS IED2 AC2 ISR2 TI2;
EXOGENOUS IEDL1 ACL1 ISRL1 TIL1 IEDL2 ACL2 ISRL2 TIL2 IEDL3 ACL3 ISRL3 TIL3 IEDL4 ACL4
ISRL4 TIL4 IEDL5 ACL5 ISRL5 TIL5 IEDL6 ACL6 ISRL6 TIL6;
PARMS A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24
B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B11 B12 B13 B14 B15 B16 B17 B18 B19 B20 B21 B22 B23 B24
C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12 C13 C14 C15 C16 A17 C18 C19 C20 C21 C22 C23 C24
D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10 D11 D12 D13 D14 D15 D16 D17 D18 D19 D20 D21 D22 D23 D24
;
IED2=A1*IEDL1+A2*ACL1+A3*ISRL1+A4*TIL1+A5*IEDL2+A6*ACL2+A7*ISRL2+A8*TIL2+A9*IEDL3+
A10*ACL3+A11*ISRL3+A12*TIL3+A13*IEDL4+A14*ACL4+A15*ISRL4+A16*TIL4+A17*IEDL5+A18*ACL
5+A19*ISRL5+A20*TIL5+A21*IEDL6+A22*ACL6+A23*ISRL6+A24*TIL6;
AC2=B1*IEDL1+B2*ACL1+B3*ISRL1+B4*TIL1+B5*IEDL2+B6*ACL2+B7*ISRL2+B8*TIL2+B9*IEDL3+B1
0*ACL3+B11*ISRL3+B12*TIL3+B13*IEDL4+B14*ACL4+B15*ISRL4+B16*TIL4+B17*IEDL5+B18*ACL5+B
19*ISRL5+B20*TIL5+B21*IEDL6+B22*ACL6+B23*ISRL6+B24*TIL6;
ISR2=C1*IEDL1+C2*ACL1+C3*ISRL1+C4*TIL1+C5*IEDL2+C6*ACL2+C7*ISRL2+C8*TIL2+C9*IEDL3+C1
0*ACL3+C11*ISRL3+C12*TIL3+C13*IEDL4+C14*ACL4+C15*ISRL4+C16*TIL4+C17*IEDL5+C18*ACL5+C
19*ISRL5+C20*TIL5+C21*IEDL6+C22*ACL6+C23*ISRL6+C24*TIL6;
TI2=D1*IEDL1+D2*ACL1+D3*ISRL1+D4*TIL1+D5*IEDL2+D6*ACL2+D7*ISRL2+D8*TIL2+D9*IEDL3+D1
0*ACL3+D11*ISRL3+D12*TIL3+D13*IEDL4+D14*ACL4+D15*ISRL4+D16*TIL4+D17*IEDL5+D18*ACL5+
D19*ISRL5+D20*TIL5+D21*IEDL6+D22*ACL6+D23*ISRL6+D24*TIL6;
FIT IED2 AC2 ISR2 TI2/SUR OUTS=SIGMA4 VARDEF=N ;
RUN;
quit;
/* PRUEBA DE CAUSALIDAD "WALD" */
PROC MODEL DATA=Mod2;
ENDOGENOUS IED2 AC2 ISR2 TI2;
EXOGENOUS IEDL1 ACL1 ISRL1 TIL1 IEDL2 ACL2 ISRL2 TIL2 IEDL3 ACL3 ISRL3 TIL3 IEDL4 ACL4
ISRL4 TIL4 IEDL5 ACL5 ISRL5 TIL5 IEDL6 ACL6 ISRL6 TIL6;
PARMS A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24
B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B11 B12 B13 B14 B15 B16 B17 B18 B19 B20 B21 B22 B23 B24
C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12 C13 C14 C15 C16 A17 C18 C19 C20 C21 C22 C23 C24
D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10 D11 D12 D13 D14 D15 D16 D17 D18 D19 D20 D21 D22 D23 D24;
IED2=A1*IEDL1+A2*ACL1+A3*ISRL1+A4*TIL1+A5*IEDL2+A6*ACL2+A7*ISRL2+A8*TIL2+A9*IEDL3+
A10*ACL3+A11*ISRL3+A12*TIL3+A13*IEDL4+A14*ACL4+A15*ISRL4+A16*TIL4+A17*IEDL5+A18*ACL
5+A19*ISRL5+A20*TIL5+A21*IEDL6+A22*ACL6+A23*ISRL6+A24*TIL6;
AC2=B1*IEDL1+B2*ACL1+B3*ISRL1+B4*TIL1+B5*IEDL2+B6*ACL2+B7*ISRL2+B8*TIL2+B9*IEDL3+B1
0*ACL3+B11*ISRL3+B12*TIL3+B13*IEDL4+B14*ACL4+B15*ISRL4+B16*TIL4+B17*IEDL5+B18*ACL5+B
19*ISRL5+B20*TIL5+B21*IEDL6+B22*ACL6+B23*ISRL6+B24*TIL6;
ISR2=C1*IEDL1+C2*ACL1+C3*ISRL1+C4*TIL1+C5*IEDL2+C6*ACL2+C7*ISRL2+C8*TIL2+C9*IEDL3+C1
0*ACL3+C11*ISRL3+C12*TIL3+C13*IEDL4+C14*ACL4+C15*ISRL4+C16*TIL4+C17*IEDL5+C18*ACL5+C
19*ISRL5+C20*TIL5+C21*IEDL6+C22*ACL6+C23*ISRL6+C24*TIL6;
TI2=D1*IEDL1+D2*ACL1+D3*ISRL1+D4*TIL1+D5*IEDL2+D6*ACL2+D7*ISRL2+D8*TIL2+D9*IEDL3+D1
0*ACL3+D11*ISRL3+D12*TIL3+D13*IEDL4+D14*ACL4+D15*ISRL4+D16*TIL4+D17*IEDL5+D18*ACL5+
D19*ISRL5+D20*TIL5+D21*IEDL6+D22*ACL6+D23*ISRL6+D24*TIL6;
FIT IED2 AC2 ISR2 TI2/SUR OUTS=SIGMA6 VARDEF=N ;
TEST
A2=0,A3=0,A4=0,A6=0,A7=0,A8=0,A10=0,A11=0,A12=0,A14=0,A15=0,A16=0,A18=0,A19=0,A20=0,A22=0,A
23=0,A24=0,/ WALD; /* primer juego de hipótesis */

```

```

TEST
B1=0,B3=0,B4=0,B5=0,B7=0,B8=0,B9=0,B11=0,B12=0,B13=0,B15=0,B16=0,B17=0,B19=0,B20=0,B21=0,B23=
0,B24=0,/ WALD; /* segundo juego de hipótesis */
TEST
C1=0,C2=0,C4=0,C5=0,C6=0,C8=0,C9=0,C10=0,C12=0,C13=0,C14=0,C16=0,C17=0,C18=0,C20=0,C21=0,C22=
0,C24=0,/ WALD; /* tercero juego de hipótesis */
TEST
D1=0,D2=0,D3=0,D5=0,D6=0,D7=0,D9=0,D10=0,D11=0,D13=0,D14=0,D15=0,D17=0,D18=0,D19=0,D21=0,D2
2=0,D23=0,/ WALD; /* cuarto juego de hipótesis */
RUN;
quit;
/*Modelo1 SOLO CON PARÁMETROS SIGNIFICATIVOS                                ISR*/
PROC MODEL DATA=Mod2;
ENDOGENOUS IED2;
EXOGENOUS IEDL1 ACL1 ISRL1 TIL1 IEDL2 ACL2 ISRL2 TIL2 IEDL3 ACL3 ISRL3 TIL3 IEDL4 ACL4
ISRL4 TIL4 IEDL5 ACL5 ISRL5 TIL5 IEDL6 ACL6 ISRL6 TIL6;
PARMS A1 A3 A5 A7 A8 A11 A12 A14 A16 A18 A19 A20 A22 A23 A24
;
IED2=A1*IEDL1+A3*ISRL1+A5*IEDL2+A7*ISRL2+A8*TIL2+A11*ISRL3+A12*TIL3+A14*ACL4+A16*TIL
4+A18*ACL5+A19*ISRL5+A20*TIL5+A22*ACL6+A23*ISRL6+A24*TIL6;
FIT IED2/SUR OUT=for outall VARDEF=N ;
RUN;
quit;
/*imprimo PREDICHOS DE IED2*/
proc print data=for;
run;
/*AJUSTE IED2f + TENDENCIA= IEDf*/
DATA ajuste;
date = intnx( 'qtr', '01jan1995'd, _n_-1 );
format date yyq. ;
INPUT IED IEDTEN IED2f;
DATALINES;
9.425 9.5741 .
9.7959 9.6261 .
9.5547 9.6781 .
9.7848 9.7301 .
9.6335 9.7821 .
9.4969 9.834 .
9.6279 9.8858 -0.07628
10.1952 9.9375 0.20061
9.7221 9.9889 0.06485
9.933 10.04 0.04851
10.6829 10.0906 0.63687
9.9425 10.1405 -0.00777
10.0203 10.1898 -0.13346
10.3324 10.2384 0.29383
10.3718 10.2862 -0.13899
10.4087 10.333 -0.11358
10.4706 10.3788 0.0179
10.3771 10.4235 0.05128
10.2542 10.4671 -0.04771
10.5321 10.5095 -0.04165
10.677 10.5507 -0.23402
10.7482 10.5905 0.01714
10.2592 10.6289 0.02754
10.9085 10.6659 0.00329

```

10.4525 10.7012 0.07554
10.7759 10.7349 0.10632
11.928 10.767 -0.01412
10.7247 10.7971 -0.15483
10.7384 10.8256 -0.31977
11.0098 10.8524 0.18135
11.0185 10.8775 0.12526
11.1307 10.9012 0.04613
10.6745 10.9233 -0.05841
10.9588 10.9443 -0.03507
10.218 10.964 -0.616
11.1569 10.9826 -0.04253
11.5503 11.0001 0.37328
10.8162 11.0165 -0.27431
10.53 11.032 -0.38485
11.4168 11.0465 0.13684
11.2321 11.0601 0.17746
11.2118 11.0728 -0.2117
10.9831 11.0847 -0.29464
11.2253 11.0959 0.04931
11.2752 11.1064 0.34257
11.2177 11.1165 0.05723
10.1548 11.1261 -0.37681
10.8657 11.1354 0.11523
11.6964 11.1445 0.4094
11.1086 11.1533 0.04631
11.3344 11.1617 -0.02616
11.3505 11.1699 0.16004
11.4264 11.1779 0.05785
11.3765 11.1858 0.23319
10.9836 11.1937 -0.34654
11.4313 11.2018 -0.16562
11.3915 11.2101 0.43235
11.311 11.2188 0.16773
10.3729 11.2281 -0.48546
10.6553 11.2383 -0.24548
11.6155 11.2492 0.48006
11.6775 11.2611 0.32602
10.8269 11.2737 -0.45335
11.0699 11.2874 -0.22083
11.5279 11.302 0.3188
11.2534 11.3176 0.00147
10.914 11.3342 -0.31774
11.3316 11.3518 0.20665
11.523 11.3704 0.42791
11.2448 11.39 0.07051
11.2298 11.4104 -0.45478
10.3957 11.4317 -0.26943
11.7905 11.4538 0.47803
12.4912 11.4765 0.40879
10.9121 11.4995 -0.17669
12.008 11.5229 0.27151
12.1259 11.5465 0.21666
11.1698 11.5702 -0.30115
10.6613 11.5943 -0.57625
11.6009 11.6185 -0.01968

```

12.1094 11.6428 0.28934
11.5408 11.667 0.01296
11.9773 11.691 -0.22574
11.6926 11.7148 0.00035
12.3344 11.7381 0.23228
11.6154 11.7611 0.05295
11.3124 11.7837 -0.45532
11.9578 11.8058 0.30858
12.5172 11.8275 0.64599
11.7362 11.8487 -0.20885
11.6484 11.8694 -0.70318
11.8502 11.8896 0.07476
12.4028 11.9095 0.36038
12.1295 11.9289 0.12967
11.5124 11.9481 -0.31501
11.8414 11.9669 -0.35145
12.5044 11.9856 0.03879
11.7284 12.0041 -0.09659
11.9936 12.0225 -0.29725
11.4773 12.0409 0.04777
12.2744 12.0594 0.17585
;
PROC PRINT; RUN;
/* Se renombran y se SUMA a la variable pronosticada se le suma la tendencia que se le quitó*/
data suma;
set ajuste;
IEDf= (IEDTEN+IED2f);
keep date obs IED IEDf;
run;
proc print data = suma;
run;
/* Gráficas de IEDf*/
proc gplot data=suma;
plot IEDf*date / haxis=axis1 vaxis=axis2; symbol1 i=join; format date year4.;
run;
proc gplot data suma;
plot (IED IEDf)*date/overlay; run;
SYMBOL I=JOIN C=BLUE;
SYMBOL2 I=JOIN C=RED;
title1 'IED-IEDf';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run; quit;
proc gplot data suma;
plot (IED IEDf)*date/overlay; run;
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=BLUE;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=RED;
title1 'IED-IEDf';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run; quit;
/*AJUSTE FINAL*/
DATA ajusteF;
date = intnx( 'qtr', '01jan1995'd, _n_-1 );
format date yyq. ;
INPUT IED1 FORECAST;IED1F=EXP(FORECAST);
N=_N_;
DATALINES;

```

12394.26	.
17960.74	.
14111.01	.
17760.95	.
15267.19	.
13318.95	.
15182.7	9.8095
26775.29	10.1381
16681.99	10.0538
20599.61	10.0885
43605.04	10.7275
20794.8	10.1327
22478.56	10.0563
30712.99	10.5322
31947.39	10.1472
33145.88	10.2194
35264.29	10.3967
32116.82	10.4748
28401.08	10.4194
37501.47	10.4679
43348.06	10.3167
46546.34	10.6076
28543.83	10.6564
54640.89	10.6692
34632.53	10.7767
47853.19	10.8412
151452	10.7529
45466.41	10.6423
46091.28	10.5058
60465.32	11.0338
60994.28	11.0028
68235	10.9473
43240.13	10.8649
57458.92	10.9092
27390.46	10.348
70045.85	10.9401
103803.27	11.3734
49820.74	10.7422
37422.74	10.6472
90832.89	11.1833
75517.55	11.2376
73999.35	10.8611
58868.54	10.7901
75002.21	11.1452
78843.45	11.449
74433.58	11.1737
25713.5	10.7493
52351.98	11.2506
120137.58	11.5539
66744.82	11.1996
83649.24	11.1355
85003.84	11.3299
91707.11	11.2358
87245.53	11.419
58903.05	10.8472
92162.76	11.0362

88561.96	11.6425
81715.7	11.3865
31982.39	10.7426
42415.94	10.9928
110801.81	11.7293
117887.33	11.5871
50357.94	10.8204
64211.87	11.0666
101513.37	11.6208
77145.46	11.3191
54937.45	11.0165
83416.72	11.5585
101016.92	11.7983
76483.68	11.4605
75340.59	10.9556
32718.64	11.1623
131993.78	11.9318
265978.56	11.8853
54836.3	11.3228
164060.16	11.7944
184599.99	11.7632
70952.54	11.2691
42672.29	11.0181
109200.65	11.5988
181568.29	11.9321
102823.04	11.68
159109.48	11.4653
119678.54	11.7152
227393.86	11.9704
110794.41	11.8141
81832.77	11.3284
156033.6	12.1144
272992.27	12.4735
125013.5	11.6399
114512.84	11.1662
140113.57	11.9644
243478.53	12.2699
185255.28	12.0586
99944.51	11.6331
138881.66	11.6155
269523.99	12.0244
124050.82	11.9075
161709	11.7253
96496.9	12.0887
214151.94	12.2353

```

;
RUN;
PROC PRINT; RUN;
proc gplot data ajusteF;
plot (IED1 IED1F)*date/overlay; run;
SYMBOL I=JOIN C=BLUE;
SYMBOL2 I=JOIN C=RED;
title 'IED1-IED1f';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run; quit;
proc gplot data ajusteF;

```

```

plot (IED1 IED1F)*date/overlay; run;
SYMBOL V=STAR I=JOIN C=BLUE;
SYMBOL2 V=STAR I=JOIN V=STAR C=RED;
title1 'IED1-IED1f';
axis1 label=('TRIMESTRE');
run; quit;
/*Regresión de observada contra ajustada*/
PROC MODEL DATA=ajusteF;
ENDOGENOUS IED1;
EXOGENOUS IED1F;
PARMS A0 A1;
IED1=A0+A1*IED1F;
FIT IED1/SUR OUT=for outall VARDEF=N ;
RUN;
quit;

```

PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA:

Name of Variable = IED2	
Mean of Working Series	-176E-19
Standard Deviation	0.379779
Number of Observations	101

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests							
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Zero Mean	0	-106.282	0.0001	-10.59	<.0001		
	1	-269.413	0.0001	-11.42	<.0001		
Single Mean	0	-106.280	0.0001	-10.53	<.0001	55.48	0.0010
	1	-269.433	0.0001	-11.36	<.0001	64.53	0.0010
Trend	0	-106.288	0.0001	-10.48	<.0001	54.91	0.0010
	1	-269.479	0.0001	-11.30	<.0001	63.87	0.0010

Phillips-Perron Unit Root Tests					
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau
Zero Mean	0	-106.282	0.0001	-10.59	<.0001
	1	-105.018	0.0001	-10.60	<.0001
Single Mean	0	-106.280	0.0001	-10.53	<.0001
	1	-105.016	0.0001	-10.54	<.0001
Trend	0	-106.288	0.0001	-10.48	<.0001

Phillips-Perron Unit Root Tests					
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau
	1	-105.022	0.0001	-10.49	<.0001

Name of Variable = PIB2	
Mean of Working Series	2.11E-16
Standard Deviation	0.018615
Number of Observations	101

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests							
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Zero Mean	0	-134.502	0.0001	-14.45	<.0001		
	1	-81.4224	<.0001	-6.34	<.0001		
Single Mean	0	-134.483	0.0001	-14.37	<.0001	103.37	0.0010
	1	-81.4351	0.0009	-6.31	<.0001	19.88	0.0010
Trend	0	-134.574	0.0001	-14.32	<.0001	102.56	0.0010
	1	-81.7367	0.0003	-6.29	<.0001	19.77	0.0010

Phillips-Perron Unit Root Tests					
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau
Zero Mean	0	-134.502	0.0001	-14.45	<.0001
	1	-138.273	0.0001	-14.24	<.0001
Single Mean	0	-134.483	0.0001	-14.37	<.0001
	1	-138.241	0.0001	-14.17	<.0001
Trend	0	-134.574	0.0001	-14.32	<.0001
	1	-138.268	0.0001	-14.12	<.0001

Name of Variable = AC2	
Mean of Working Series	-33E-18
Standard Deviation	0.035743
Number of Observations	101

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests							
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Zero Mean	0	-95.5827	<.0001	-9.53	<.0001		
	1	-169.302	0.0001	-9.13	<.0001		
Single Mean	0	-95.5832	0.0009	-9.48	<.0001	44.93	0.0010
	1	-169.330	0.0001	-9.08	<.0001	41.27	0.0010
Trend	0	-95.5816	0.0003	-9.43	<.0001	44.48	0.0010
	1	-169.280	0.0001	-9.04	<.0001	40.84	0.0010

Phillips-Perron Unit Root Tests					
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau
Zero Mean	0	-95.5827	<.0001	-9.53	<.0001
	1	-96.4431	<.0001	-9.53	<.0001
Single Mean	0	-95.5832	0.0009	-9.48	<.0001
	1	-96.4449	0.0009	-9.48	<.0001
Trend	0	-95.5816	0.0003	-9.43	<.0001
	1	-96.4482	0.0003	-9.44	<.0001

Name of Variable = ISR2	
Mean of Working Series	-132E-19
Standard Deviation	0.123673
Number of Observations	101

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests							
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Zero Mean	0	-102.038	0.0001	-10.05	<.0001		
	1	-478.888	0.0001	-15.08	<.0001		
Single Mean	0	-102.046	0.0001	-10.00	<.0001	50.03	0.0010
	1	-478.980	0.0001	-15.01	<.0001	112.60	0.0010
Trend	0	-102.026	0.0001	-9.95	<.0001	49.52	0.0010
	1	-478.810	0.0001	-14.93	<.0001	111.57	0.0010

Phillips-Perron Unit Root Tests					
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau
Zero Mean	0	-102.038	0.0001	-10.05	<.0001
	1	-101.176	0.0001	-10.05	<.0001
Single Mean	0	-102.046	0.0001	-10.00	<.0001
	1	-101.178	0.0001	-10.00	<.0001
Trend	0	-102.026	0.0001	-9.95	<.0001
	1	-101.155	0.0001	-9.94	<.0001

Name of Variable = PP2	
Mean of Working Series	-44E-19
Standard Deviation	0.072905
Number of Observations	101

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests							
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Zero Mean	0	-111.688	0.0001	-11.17	<.0001		
	1	-372.061	0.0001	-13.47	<.0001		
Single Mean	0	-111.688	0.0001	-11.11	<.0001	61.76	0.0010
	1	-372.062	0.0001	-13.40	<.0001	89.76	0.0010
Trend	0	-111.690	0.0001	-11.06	<.0001	61.13	0.0010
	1	-372.077	0.0001	-13.33	<.0001	88.83	0.0010

Phillips-Perron Unit Root Tests					
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau
Zero Mean	0	-111.688	0.0001	-11.17	<.0001
	1	-108.570	0.0001	-11.22	<.0001
Single Mean	0	-111.688	0.0001	-11.11	<.0001
	1	-108.570	0.0001	-11.16	<.0001
Trend	0	-111.690	0.0001	-11.06	<.0001
	1	-108.570	0.0001	-11.10	<.0001

Name of Variable = INF2	
Mean of Working Series	-136E-18
Standard Deviation	0.005735
Number of Observations	101

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests							
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Zero Mean	0	-121.683	0.0001	-13.77	<.0001		
	1	-444.869	0.0001	-21.40	<.0001		
Single Mean	0	-121.668	0.0001	-13.71	<.0001	94.15	0.0010
	1	-444.813	0.0001	-21.27	<.0001	226.53	0.0010
Trend	0	-121.716	0.0001	-13.70	<.0001	94.12	0.0010
	1	-445.207	0.0001	-21.10	<.0001	223.92	0.0010

Phillips-Perron Unit Root Tests					
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau
Zero Mean	0	-121.683	0.0001	-13.77	<.0001
	1	-123.598	0.0001	-13.65	<.0001
Single Mean	0	-121.668	0.0001	-13.71	<.0001
	1	-123.586	0.0001	-13.60	<.0001
Trend	0	-121.716	0.0001	-13.70	<.0001
	1	-123.586	0.0001	-13.58	<.0001

Name of Variable = TI2	
Mean of Working Series	1.1E-17
Standard Deviation	0.035485
Number of Observations	101

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests							
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Zero Mean	0	-129.876	0.0001	-13.56	<.0001		
	1	-403.747	0.0001	-14.36	<.0001		

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests							
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Single Mean	0	-129.875	0.0001	-13.49	<.0001	90.99	0.0010
	1	-403.756	0.0001	-14.29	<.0001	102.07	0.0010
Trend	0	-129.877	0.0001	-13.42	<.0001	90.07	0.0010
	1	-404.110	0.0001	-14.23	<.0001	101.34	0.0010

Phillips-Perron Unit Root Tests					
Type	Lags	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau
Zero Mean	0	-129.876	0.0001	-13.56	<.0001
	1	-122.524	0.0001	-13.97	<.0001
Single Mean	0	-129.875	0.0001	-13.49	<.0001
	1	-122.519	0.0001	-13.89	<.0001
Trend	0	-129.877	0.0001	-13.42	<.0001
	1	-122.504	0.0001	-13.82	<.0001

PRUEBA DE CAUSALIDAD DE ENGLE GRANGER:

Test	Type	Statistic	Pr > ChiSq	Label
Test0	Wald	57.67	<.0001	A2=0,A3=0,A4=0,A6=0,A7=0,A8=0,A10=0,A11=0,A12=0,A14=0,A15=0,A16=0,A18=0,A19=0,A20=0,A22=0,A23=0,A24=0
Test1	Wald	54.14	<.0001	B1=0,B3=0,B4=0,B5=0,B7=0,B8=0,B9=0,B11=0,B12=0,B13=0,B15=0,B16=0,B17=0,B19=0,B20=0,B21=0,B23=0,B24=0
Test2	Wald	33.48	0.0146	C1=0,C2=0,C4=0,C5=0,C6=0,C8=0,C9=0,C10=0,C12=0,C13=0,C14=0,C16=0,C17=0,C18=0,C20=0,C21=0,C22=0,C24=0
Test3	Wald	73.65	<.0001	D1=0,D2=0,D3=0,D5=0,D6=0,D7=0,D9=0,D10=0,D11=0,D13=0,D14=0,D15=0,D17=0,D18=0,D19=0,D21=0,D22=0,D23=0

MODELO VAR

PARÁMEROS:

The VARMAX Procedure

Type of Model	VAR(6)
Estimation Method	Least Squares Estimation

Model Parameter Estimates						
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Variable
IED2	AR1_1_1	-0.25430	0.10875	-2.34	0.0222	IED2(t-1)
	AR1_1_2	-0.88542	1.35986	-0.65	0.5171	AC2(t-1)
	AR1_1_3	1.16027	0.56279	2.06	0.0429	ISR2(t-1)
	AR1_1_4	-0.64289	1.93209	-0.33	0.7403	TI2(t-1)
	AR2_1_1	-0.37262	0.10879	-3.43	0.0010	IED2(t-2)
	AR2_1_2	-0.08674	1.37204	-0.06	0.9498	AC2(t-2)
	AR2_1_3	1.01401	0.53896	1.88	0.0640	ISR2(t-2)
	AR2_1_4	-4.15316	2.32461	-1.79	0.0783	TI2(t-2)
	AR3_1_1	0.00044	0.12112	0.00	0.9971	IED2(t-3)
	AR3_1_2	1.36061	1.36425	1.00	0.3220	AC2(t-3)
	AR3_1_3	-0.01399	0.45044	-0.03	0.9753	ISR2(t-3)
	AR3_1_4	-4.96693	2.78557	-1.78	0.0788	TI2(t-3)
	AR4_1_1	-0.09248	0.12332	-0.75	0.4558	IED2(t-4)
	AR4_1_2	-1.82410	1.39289	-1.31	0.1946	AC2(t-4)
	AR4_1_3	0.16145	0.44615	0.36	0.7185	ISR2(t-4)
	AR4_1_4	-5.83239	2.64090	-2.21	0.0304	TI2(t-4)
AR5_1_1	AR5_1_1	0.00858	0.11694	0.07	0.9417	IED2(t-5)
	AR5_1_2	2.02062	1.52015	1.33	0.1880	AC2(t-5)
	AR5_1_3	-0.88334	0.51738	-1.71	0.0921	ISR2(t-5)
	AR5_1_4	-8.27618	2.26286	-3.66	0.0005	TI2(t-5)
AR6_1_1	AR6_1_1	-0.02123	0.11697	-0.18	0.8565	IED2(t-6)
	AR6_1_2	5.65457	1.60056	3.53	0.0007	AC2(t-6)
	AR6_1_3	-1.10097	0.52654	-2.09	0.0401	ISR2(t-6)
	AR6_1_4	-5.27623	1.72396	-3.06	0.0031	TI2(t-6)
AC2	AR1_2_1	-0.00629	0.00915	-0.69	0.4941	IED2(t-1)
	AR1_2_2	-0.09043	0.11444	-0.79	0.4321	AC2(t-1)
	AR1_2_3	0.07558	0.04736	1.60	0.1150	ISR2(t-1)
	AR1_2_4	-0.61505	0.16260	-3.78	0.0003	TI2(t-1)

Model Parameter Estimates						
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Variable
	AR2_2_1	-0.00781	0.00916	-0.85	0.3966	IED2(t-2)
	AR2_2_2	-0.05912	0.11547	-0.51	0.6102	AC2(t-2)
	AR2_2_3	-0.00040	0.04536	-0.01	0.9930	ISR2(t-2)
	AR2_2_4	-0.60531	0.19564	-3.09	0.0028	TI2(t-2)
	AR3_2_1	-0.00696	0.01019	-0.68	0.4970	IED2(t-3)
	AR3_2_2	-0.39764	0.11481	-3.46	0.0009	AC2(t-3)
	AR3_2_3	0.00938	0.03791	0.25	0.8052	ISR2(t-3)
	AR3_2_4	-0.57161	0.23443	-2.44	0.0173	TI2(t-3)
	AR4_2_1	-0.00208	0.01038	-0.20	0.8416	IED2(t-4)
	AR4_2_2	0.01747	0.11722	0.15	0.8819	AC2(t-4)
	AR4_2_3	-0.07052	0.03755	-1.88	0.0645	ISR2(t-4)
	AR4_2_4	-0.59860	0.22225	-2.69	0.0088	TI2(t-4)
	AR5_2_1	0.00230	0.00984	0.23	0.8162	IED2(t-5)
	AR5_2_2	-0.14333	0.12793	-1.12	0.2663	AC2(t-5)
	AR5_2_3	-0.02429	0.04354	-0.56	0.5787	ISR2(t-5)
	AR5_2_4	-0.32489	0.19044	-1.71	0.0924	TI2(t-5)
	AR6_2_1	0.00497	0.00984	0.50	0.6155	IED2(t-6)
	AR6_2_2	-0.15479	0.13470	-1.15	0.2543	AC2(t-6)
	AR6_2_3	0.03607	0.04431	0.81	0.4184	ISR2(t-6)
	AR6_2_4	-0.16386	0.14509	-1.13	0.2625	TI2(t-6)
ISR2	AR1_3_1	0.02787	0.02338	1.19	0.2374	IED2(t-1)
	AR1_3_2	-0.11392	0.29241	-0.39	0.6980	AC2(t-1)
	AR1_3_3	0.12885	0.12102	1.06	0.2906	ISR2(t-1)
	AR1_3_4	0.30320	0.41545	0.73	0.4679	TI2(t-1)
	AR2_3_1	-0.02403	0.02339	-1.03	0.3078	IED2(t-2)
	AR2_3_2	0.41742	0.29503	1.41	0.1615	AC2(t-2)
	AR2_3_3	-0.21602	0.11589	-1.86	0.0665	ISR2(t-2)
	AR2_3_4	0.19489	0.49986	0.39	0.6978	TI2(t-2)

Model Parameter Estimates						
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Variable
	AR3_3_1	0.01257	0.02604	0.48	0.6308	IED2(t-3)
	AR3_3_2	0.37330	0.29335	1.27	0.2073	AC2(t-3)
	AR3_3_3	-0.06154	0.09686	-0.64	0.5272	ISR2(t-3)
	AR3_3_4	0.25369	0.59898	0.42	0.6732	TI2(t-3)
	AR4_3_1	-0.02099	0.02652	-0.79	0.4311	IED2(t-4)
	AR4_3_2	-0.83144	0.29951	-2.78	0.0070	AC2(t-4)
	AR4_3_3	0.46166	0.09594	4.81	0.0001	ISR2(t-4)
	AR4_3_4	0.85845	0.56787	1.51	0.1350	TI2(t-4)
	AR5_3_1	0.03343	0.02514	1.33	0.1879	IED2(t-5)
	AR5_3_2	0.23438	0.32688	0.72	0.4757	AC2(t-5)
	AR5_3_3	-0.27326	0.11125	-2.46	0.0165	ISR2(t-5)
	AR5_3_4	0.10105	0.48658	0.21	0.8361	TI2(t-5)
	AR6_3_1	-0.03497	0.02515	-1.39	0.1688	IED2(t-6)
	AR6_3_2	0.44807	0.34417	1.30	0.1972	AC2(t-6)
	AR6_3_3	0.15397	0.11322	1.36	0.1782	ISR2(t-6)
	AR6_3_4	-0.19852	0.37070	-0.54	0.5940	TI2(t-6)
TI2	AR1_4_1	0.00691	0.00624	1.11	0.2719	IED2(t-1)
	AR1_4_2	0.15184	0.07800	1.95	0.0555	AC2(t-1)
	AR1_4_3	-0.00946	0.03228	-0.29	0.7702	ISR2(t-1)
	AR1_4_4	-0.57369	0.11082	-5.18	0.0001	TI2(t-1)
	AR2_4_1	0.02207	0.00624	3.54	0.0007	IED2(t-2)
	AR2_4_2	0.06464	0.07870	0.82	0.4142	AC2(t-2)
	AR2_4_3	-0.07327	0.03091	-2.37	0.0205	ISR2(t-2)
	AR2_4_4	-0.87907	0.13333	-6.59	0.0001	TI2(t-2)
	AR3_4_1	-0.00953	0.00695	-1.37	0.1743	IED2(t-3)
	AR3_4_2	0.26738	0.07825	3.42	0.0011	AC2(t-3)
	AR3_4_3	0.01360	0.02584	0.53	0.6003	ISR2(t-3)
	AR3_4_4	-0.63792	0.15977	-3.99	0.0002	TI2(t-3)

Model Parameter Estimates						
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Variable
	AR4_4_1	0.01293	0.00707	1.83	0.0717	IED2(t-4)
	AR4_4_2	0.08176	0.07989	1.02	0.3096	AC2(t-4)
	AR4_4_3	0.00921	0.02559	0.36	0.7200	ISR2(t-4)
	AR4_4_4	-0.40906	0.15147	-2.70	0.0086	TI2(t-4)
	AR5_4_1	-0.00383	0.00671	-0.57	0.5694	IED2(t-5)
	AR5_4_2	0.10947	0.08719	1.26	0.2134	AC2(t-5)
	AR5_4_3	-0.03906	0.02968	-1.32	0.1923	ISR2(t-5)
	AR5_4_4	-0.27257	0.12979	-2.10	0.0393	TI2(t-5)
	AR6_4_1	0.02193	0.00671	3.27	0.0017	IED2(t-6)
	AR6_4_2	0.01039	0.09180	0.11	0.9102	AC2(t-6)
	AR6_4_3	0.00723	0.03020	0.24	0.8115	ISR2(t-6)
	AR6_4_4	-0.03820	0.09888	-0.39	0.7004	TI2(t-6)

Information Criteria	
AICC	-21.6355
HQC	-21.2759
AIC	-22.3187
SBC	-19.7379
FPEC	2.12E-10

SOLO PARÁMEROS SIGNIFICATIVOS:

The MODEL Procedure

Nonlinear SUR Summary of Residual Errors							
Equation	DF Model	DF Error	SSE	MSE	Root MSE	R-Square	Adj R-Sq
IED2	15	80	7.1584	0.0754	0.2745	0.5015	0.4142

Nonlinear SUR Parameter Estimates				
Parameter	Estimate	Approx Std Err	t Value	Approx Pr > t
A1	-0.23791	0.0886	-2.68	0.0088

Nonlinear SUR Parameter Estimates				
Parameter	Estimate	Approx Std Err	t Value	Approx Pr > t
A3	1.167704	0.4711	2.48	0.0153
A5	-0.34848	0.0878	-3.97	0.0002
A7	0.942447	0.4393	2.15	0.0349
A8	-3.17106	1.4519	-2.18	0.0319
A11	-0.24974	0.3288	-0.76	0.4497
A12	-3.47677	1.6257	-2.14	0.0355
A14	-1.73006	0.9979	-1.73	0.0868
A16	-5.15277	1.8803	-2.74	0.0076
A18	2.214266	1.1889	1.86	0.0662
A19	-0.78221	0.4076	-1.92	0.0585
A20	-7.76068	1.7931	-4.33	<.0001
A22	5.131248	1.2007	4.27	<.0001
A23	-1.17413	0.4020	-2.92	0.0045
A24	-4.78638	1.3919	-3.44	0.0009

REGRESIÓN DE DATOS OBSERVADOS CONTRA DATOS ESTIMADOS:

IED1-IED1f

The MODEL Procedure

Nonlinear SUR Summary of Residual Errors							
Equation	DF Model	DF Error	SSE	MSE	Root MSE	R-Square	Adj R-Sq
IED1	2	93	7.474E10	7.8674E8	28048.9	0.7738	0.7714