Investigación

2023

Evolución y Perspectiva de la Recaudación Federal Participable, 2002–2023

Palacio Legislativo de San Lázaro, Ciudad de México.

Índice

Resumen

El presente documento tiene como objetivo pronosticar el comportamiento de la Recaudación Federal Participable (RFP), así como evaluar el impacto sobre este concepto ante variaciones de sus principales componentes, como el Impuesto al Valor Agregado (IVA), el Impuesto sobre la Renta (ISR), Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) y los Ingresos petroleros.

La estimación del pronóstico y el impacto sobre la RFP se realizó mediante la implementación de dos tipos de técnicas econométricas conocidas como modelos ARIMA y de regresión múltiple.

Las técnicas econométricas empleadas son robustas y ampliamente aceptadas para dichos fines. Se emplearon los datos correspondientes a la RFP bruta, publicados en Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas, Coordinación con Entidades Federativas, para el periodo enero 2002-marzo 2023.

En los modelos de series de tiempo se encontró evidencia empírica suficiente de que los datos estimados se ajustaron correctamente al patrón de los datos observados. Esto significa que se realizó una identificación correcta del modelo y el tratamiento apropiado de los datos observados de la RFP, sin incurrir en violaciones a los supuestos estadísticos. De los resultados obtenidos es posible observar patrones de comportamiento que están en línea con los datos históricos, como es el caso del mes de abril, cuyo monto estimado mantiene el mismo patrón de comportamiento que los datos observados históricamente, esto es, presentar una cantidad recaudada mayor a la del resto de los meses, derivado de las declaraciones de ISR que se realizan por parte de las personas físicas en dicho mes.

En el modelo de regresión múltiple, en términos de elasticidades, se encontró que si se logra incrementar en 1.0 por ciento la recaudación del IVA, entonces la RFP podría aumentar en 0.35 por ciento, en tanto que, si la recaudación del ISR creciera 1.0 por ciento, la RFP aumentaría en 0.33 por ciento.

Para el caso de los IEPS (bebidas alcohólicas y cerveza y bebidas refrescantes), la RFP podría incrementarse en 0.13 y 0.15 por ciento, respectivamente; mientras que, para los ingresos petroleros, la RFP podría crecer en 0.14 por ciento, ante un aumento de 1.0 por ciento de su recaudación.

En cada una de las relaciones se observa una relación directa entre las variables independientes (IVA, ISR, IEPS e ingresos petroleros) con la variable dependiente (RFP), así como una respuesta inelástica de esta última variable ante las variaciones de las primeras.

Tanto el pronóstico como los impactos sobre el comportamiento de la RFP pueden coadyuvar a reforzar la perspectiva de las entidades federativas sobre el dinamismo de las participaciones federales que les corresponden; así como estimar los ingresos que por concepto de participaciones percibirían, facilitándoles realizar sus tareas de planeación y presupuestación con mayor eficacia y eficiencia.

Introducción

La Recaudación Federal Participable (RFP) es el monto de recursos que se integra por impuestos federales y derechos de minería, disminuidos con el total de las devoluciones por dichas contribuciones, así como una parte de ingresos derivados del Fondo Mexicano del Petróleo, que permite establecer la participación de las haciendas públicas locales en los ingresos federales y su integración se encuentra establecida en el Artículo 2º de la Ley de Coordinación Fiscal (LCF).

La RFP es especialmente importante en materia de recursos federales transferidos a entidades federativas y municipios. Prueba de ello es que el gasto federalizado ha representado, en promedio de los últimos cinco años, el 57.1 por ciento de la RFP. Asimismo, se encuentra relacionado de forma directa con cuatro fondos del Ramo 28 Participaciones a Entidades Federativas y municipios, y sirve de referencia para el cálculo de cuatro fondos del Ramo 33 Aportaciones Federales.

De la RFP se deriva el cálculo de gran parte del gasto federalizado que incide directamente en diversas áreas del desarrollo humano, en virtud de que la reducción/aumento de las Participaciones implicaría mayores o menores recursos de libre disposición para las entidades federativas; mientras que, en el tema de Aportaciones Federales vinculadas a la RFP, se reflejaría en menos/más recursos para asistencia social, fortalecimiento de gobiernos subnacionales e infraestructura urbana y educativa, entre otras.

Con base en lo anteriormente descrito, el presente documento tiene como objetivo pronosticar el comportamiento de la RFP y, además, evaluar el impacto de variaciones en el Impuesto al Valor Agregado (IVA), el Impuesto sobre la Renta (ISR), Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) e ingresos petroleros sobre la RFP, mediante la implementación de dos tipos de técnicas econométricas conocidas como modelos ARIMA y de regresión múltiple; en donde el primero, mediante el pronóstico, coadyuvará a prever acciones que permitan el funcionamiento de las entidades federativas y municipios; mientras que el segundo, a partir del análisis de sus impactos, permitirá definir estrategias en materia de política fiscal que son de especial interés para los tomadores de decisiones.

Es importante señalar que los cálculos se realizaron con datos de la RFP bruta.

1. Sistema Nacional de Coordinación Fiscal, Recaudación Federal y Participaciones Federales

Con la finalidad de comprender el alcance del actual Sistema Nacional de Coordinación Fiscal (SNCF), así como su impacto en la recaudación federal y en las participaciones a entidades federativas y municipios, es pertinente conocer su evolución y algunos antecedentes importantes.

Los primeros intentos de coordinación fiscal inician en el año de 1925 con la Primera Convención Nacional Fiscal (órgano encargado de la organización del régimen fiscal de la República), en la cual, se plantea como tema central la existencia de un sistema con duplicidades tributarias, complejo e inequitativo para los contribuyentes a nivel federal, estatal y municipal.

La Segunda Convención celebrada en el año de 1933, ante la existencia de que dos o más ámbitos de gobierno pueden tener a su favor contribuciones en la misma materia impositiva[1] y el persistente conflicto por la captación de recursos, se definieron delimitaciones mediante acuerdos que dieron pie a la formulación de un anteproyecto de reformas (que entraron en vigor en 1934 y 1942), tales como la asignación del Impuesto Predial a los estados y municipios y el Impuesto Sobre la Renta a la Federación.

La Tercera Convención se celebró en el año de 1947, en donde además de diversos acuerdos, destaca la expedición de la Ley Federal del Impuesto Sobre Ingresos Mercantiles (1948), la Ley que Regula el Pago de

[1] Esto generaba la posibilidad de la doble o triple imposición.

Participaciones en Ingresos Federales a las Entidades Federativas (1948), y la primera Ley de Coordinación Fiscal[2] entre la Federación y los Estados (1953).

Es a partir de 1972, que los órganos de la coordinación fiscal entre Federación y Entidades Federativas, como la Comisión Permanente y las Reuniones Nacionales de Tesoreros Estatales y funcionarios de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público cuentan con funciones cada vez más relevantes en el quehacer económico del país.

Sin embargo, para 1979, la principal de las leyes impositivas coordinadas, la del Impuesto Sobre Ingresos Mercantiles (ISIM), junto con otras leyes especiales, ya eran obsoletas debido a que el conjunto de participaciones distribuibles comenzó a disminuir[3], viéndose forzadas a adaptarse a los cambios estructurales propios de la dinámica política, económica y social en el país. Lo anterior, hacía del sistema de participaciones en impuestos federales un sistema con andamiajes muy complejos, dando origen al actual Sistema Nacional de Coordinación Fiscal.

El SNCF, tal como lo conocemos hoy, fue creado en 1980[4], y representa el instrumento mediante el cual se ejerce el Federalismo mexicano, en donde las Entidades Federativas ceden a la federación atribuciones que hacen posible la interrelacionan de los diferentes niveles de gobierno (Federación, Estados y Municipios) con el propósito de impulsar, de forma conjunta, el desarrollo del país mediante la equidad y simplificación del sistema tributario

[2] En dicha Ley, la Comisión de Arbitrios tiene, entre otras funciones, la siguiente: "Gestionar el pago oportuno de las participaciones en impuestos federales que corresponden a las Entidades Federativas y Municipios".
[3] El problema se recrudece aún más cuando de otros impuestos no se derivaban participaciones o estas se encontraban condicionadas a la suspensión de gravámenes locales o a la celebración de convenios de Colaboración.
[4] La actual Ley de Coordinación Fiscal, Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 27 de diciembre de 1978, entró en vigor el primero de enero de 1980.

que beneficie a los contribuyentes y fortalezca las finanzas públicas estatales y municipales.

Enfatizando aún más en la importancia que tiene la coordinación fiscal para el país, la Ley de Coordinación Fiscal plantea en su artículo 1 los objetivos del Sistema Nacional de Coordinación Fiscal: 1) Coordinar el sistema fiscal de la Federación con las entidades federativas, municipios y demarcaciones territoriales; 2) Establecer la participación que corresponda a sus haciendas públicas en los ingresos federales; 3) Distribuir entre ellos dichas participaciones; 4) Fijar las reglas de colaboración administrativa entre las diversas autoridades fiscales y 5) Constituir los organismos en materia de coordinación fiscal y dar las bases de su organización y funcionamiento.

Estos objetivos, además de la coordinación fiscal entre Federación y entidades federativas, se busca de manera particular: 1) Que, de común acuerdo, se simplifique el sistema fiscal nacional, evitando la superposición de gravámenes en los tres órdenes de gobierno, que resulten en cargas excesivas hacia los contribuyentes y la duplicidad de funciones encaminadas a la recaudación y vigilancia, y consecuentemente, un uso mayor de los recursos nacionales y costos sociales. 2) Alcanzar la equidad del sistema tributario, es decir, igualar en todo el país la carga impositiva para los contribuyentes, lo cual representa la posibilidad de una competencia económica sin distorsiones tanto entre las entidades federativas como entre los demás agentes económicos de las diferentes entidades. 3) El fortalecimiento de las finanzas públicas de las entidades federativas, otorgándoles participaciones[5] en ingresos federales vinculados directamente con la dinámica de la Recaudación Federal (ingresos tributarios federales), sustituyéndose el sistema tradicional de participaciones.

Cabe destacar que la Recaudación Federal Participable[6] es una de las partes principales del Sistema de Participaciones, ya que en él se concentra el total de recursos que se distribuirán vía fondos a las entidades federativas, mismos que se constituyen con un porcentaje del total los ingresos que la integran.

Los fondos que conforman el Ramo 28 Participaciones a Entidades Federativas y Municipios, y que se encuentran relacionados de forma directa con la RFP, son:

1) Fondo General de Participaciones. Se calcula con el 20 por ciento de la RFP.
2) Fondo de Fiscalización y Recaudación. Se compone del 1.25 por ciento de la RFP.
3) Fondo de Fomento Municipal. Se constituye del 1 por ciento de la RFP.
4) Participaciones para Municipios que realizan Comercio Exterior. Se estima con el 0.136 por ciento de la RFP.

[5] La Coordinación Fiscal tiene como objetivo otorgar a las entidades federativas certidumbre y dinamismo acerca de las participaciones federales que les corresponden, ya que con ello se les garantiza la percepción de ingresos vinculados a los ingresos federales y el pleno conocimiento de la manera en que serán repartidas entre ellas dichas participaciones. Con esto se posibilita a cada entidad obtener mayores ingresos, fortaleciendo sus finanzas públicas, así como estimar los ingresos que por concepto de participaciones percibirían y, por lo tanto, facilitándoles realizar sus actividades de planeación y presupuestación con mayor eficacia y eficiencia.

[6] Hasta 1987 se le denominaba ingresos totales anuales que obtenga la Federación por concepto de impuestos (ITAF)

Por su parte, los fondos del Ramo 33 Aportaciones Federales que están relacionados con la RFP, **solo como referencia para su cálculo**, son:

1) El Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social. Se determina en el PEF por un monto equivalente al 2.5294 por ciento de la RFP.
2) Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de los Municipios y de las Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México. Se establece en el PEF con recursos equivalentes al 2.5623 por ciento de la RFP.
3) Fondo de Aportaciones Múltiples. Se determina en el PEF por una cantidad igual al 0.814 por ciento de la RFP.
4) El Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas. Se fija en el PEF por una cifra equivalente al 1.4 por ciento de la RFP.

2. La Recaudación Federal Participable

La RFP es el monto de recursos que se integra por impuestos federales y derechos de minería, disminuidos con el total de las devoluciones por dichas contribuciones, así como una parte de ingresos derivados del Fondo Mexicano del Petróleo, que permite establecer la participación de las haciendas públicas locales en los ingresos federales.

Desde su implementación en 1980, la RFP ha sido un elemento importante en la distribución de recursos federales a las entidades federativas y municipios, en los casos de los Ramos 28 y 33.

El monto de recursos que constituyen la FRP es de suma importancia para los gobiernos locales, ya que de ella se desprenden los principales fondos de participaciones que les transfiere la Federación.

Los recursos acumulados en la RFP están sujetos a las variaciones de la economía nacional e internacional, cambios que a su vez determinan el comportamiento de los niveles de recaudación de sus principales componentes (IVA, ISR, IEPS e ingresos petroleros), y como consecuencia de este comportamiento se establecen los montos de recursos que reciben los estados y municipios. Por ello es necesario conocer la evolución de la RFP, así como el impacto de sus elementos que la integran.

Para el 2023, se estimó, en el Presupuesto de Egresos de la Federación, un monto de 4.44 billones de pesos para la RFP, cifra superior en 1.83 veces al monto aprobado de gasto federalizado (2.43 billones de pesos). En los últimos cinco años, los recursos totales del gasto federalizado representan, en promedio, el 57.1 por ciento del monto total de la RFP.

El artículo 2º de la Ley de Coordinación Fiscal establece los conceptos que deben conformar la Recaudación Federal Participable, a saber:

1. Todos los impuestos que obtenga la Federación en un ejercicio como son: Impuesto Sobre la Renta (ISR), Impuesto al Valor Agregado (IVA), Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) e Impuestos al Comercio Exterior.
2. Derechos de Minería.
3. Reducir a los conceptos anteriores el total de las devoluciones por dichas contribuciones.
4. El 80.29 por ciento de los ingresos petroleros que integran el Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo, así como los recursos excedentes del ISR de los contratos y asignaciones.

Adicional a lo anterior se excluirán los conceptos que a continuación se relacionan:

1. El impuesto sobre la renta derivado de los contratos y asignaciones para la exploración y extracción de hidrocarburos a que se refiere la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburo.
2. El impuesto sobre la renta por concepto de salarios y, en general, por la prestación de un servicio personal subordinado causado por los servidores públicos de la Federación, de las entidades federativas, de los municipios y las demarcaciones territoriales del Distrito Federal, así como de sus organismos autónomos y entidades paraestatales y paramunicipales.
3. La recaudación total que se obtenga de los derechos a que se refieren los artículos 268, 269 y 270 de la Ley Federal de Derechos.
4. Los incentivos que se establezcan en los convenios de colaboración administrativa en materia fiscal federal.
5. El impuesto sobre automóviles nuevos.
6. La parte de la recaudación correspondiente al impuesto especial sobre producción y servicios en que participen las entidades en los términos del artículo 3o.-A de esta Ley.
7. La recaudación obtenida en términos de lo previsto en los artículos 2o., fracción II, inciso B) y 2o.-A, fracción II, de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios.
8. Las cantidades que se distribuyan a las entidades federativas de acuerdo con lo previsto en los artículos 4o.-A y 4o.-B de esta Ley.
9. El excedente de los ingresos que obtenga la Federación por aplicar una tasa superior al 1% a los ingresos por la obtención de premios a que se refieren los artículos 138 y 169 de la Ley del Impuesto sobre la Renta.

10. El impuesto por la actividad de exploración y extracción de hidrocarburos previsto en el Título Cuarto de la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos.

Considerando los conceptos anteriores, la RFP se confirma como un concepto fundamental en la distribución de recursos federales a las entidades federativas y municipios. Dicha distribución se realiza conforme a fórmulas que están especificadas en la propia Ley.

3. Método de Estimación y Datos

Este apartado tiene como finalidad describir, de grosso modo, los principales supuestos estadísticos empleados en los modelos de series de tiempo y de regresión múltiple que permitirán inferir sobre el comportamiento de la RFP en México.

3.1. Modelos Series de Tiempo

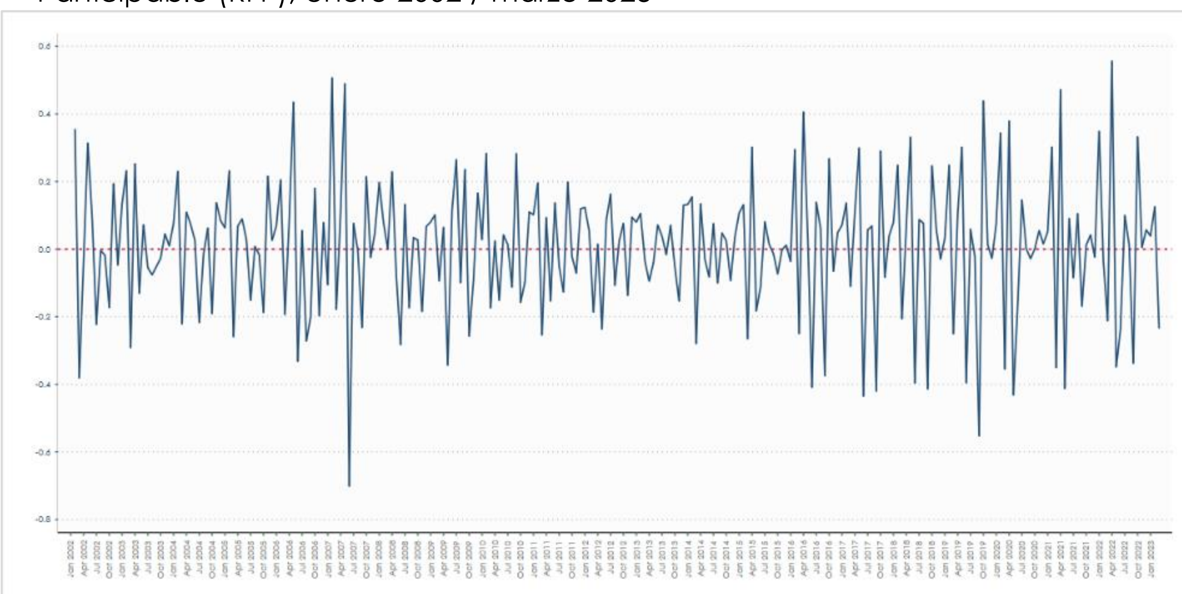
El objetivo de los modelos de series de tiempo[7] es explicar el comportamiento de un conjunto de datos, relacionándolos con sus propios valores en el pasado y de la suma ponderada de perturbaciones aleatorias actuales y rezagadas. En este sentido, se identifican herramientas que permiten abordar detalladamente a los modelos de series de tiempo univariados y que pueden agruparse en dos grandes campos de la econometría: Modelos homoscedásticos y heteroscedásticos. Dentro de los primeros modelos se encuentran los modelos Autorregresivos de Medias

[7] Estos proporcionan una descripción de la naturaleza aleatoria del proceso que generó la muestra, cuya utilidad radica en qué tanto logren describir la distribución de probabilidad y su comportamiento aleatorio futuro.

Móviles con orden de Integración (ARIMA) y sus extensiones; mientras que en el terreno de los heteroscedásticos se localizan, por ejemplo, a los modelos GARCH y extensiones de este último. Dentro de los modelos ARIMA, pilar de este documento, se encuentran dos de los conceptos más importantes que los fundamentan. Los conceptos están relacionados con las series de tiempo estacionarias[8] y no estacionarias, en donde las primeras representan a aquel proceso estocástico[9] que no cambia en el tiempo, con medias iguales, varianza y covarianza constantes, tal y como se muestra la gráfica 1.

Gráfica 1

Modelo serie de tiempo estacionario de la Recaudación Federal Participable (RFP), enero 2002 / marzo 2023



Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

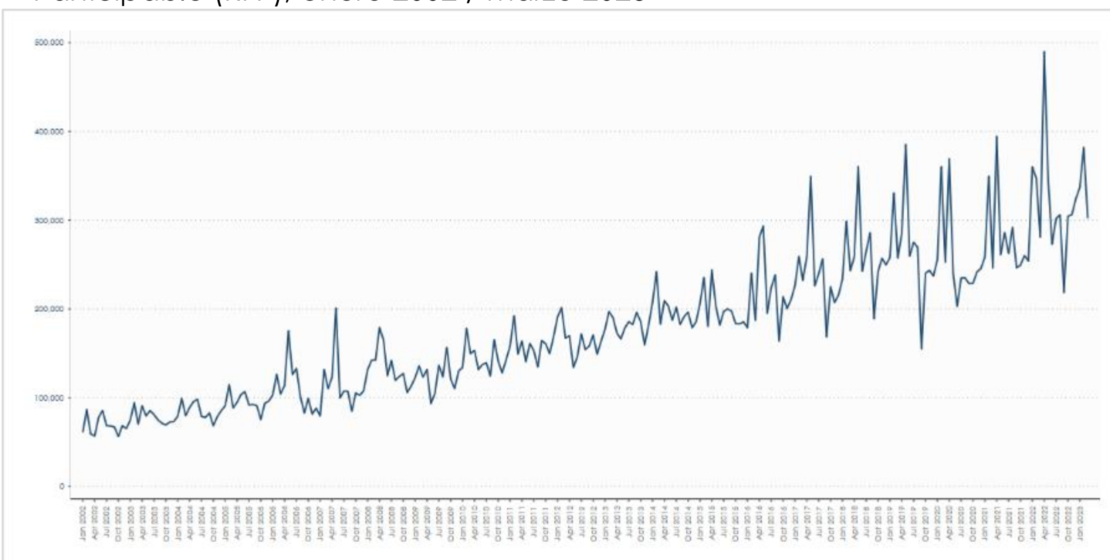
[8] Un proceso es estacionario si las características del proceso estocástico no cambian en el tiempo. Si se cumple dicha condición, será fácil representar la serie de tiempo en sus intervalos de tiempo pasados y futuros.

[9] Significa que y1, y2,…,yT responde a una serie extraída al azar de una distribución de probabilidad.

Su contraparte, las series de tiempo no estacionarias, se definen como aquella situación en donde las características del proceso estocástico cuentan con medias (promedio) distintas, varianza y covarianza no constantes en función del tiempo; es decir, tiene tendencia, tal y como se muestra en la gráfica 2.

Gráfica 2

Modelo serie de tiempo no estacionario de la Recaudación Federal Participable (RFP), enero 2002 / marzo 2023



Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

Para facilitar el análisis de predicción, se comenzó por estacionarizar la RFP, dado que es más sencillo trabajar con un proceso donde las medias son iguales, con varianza y covarianza constantes. Lo anterior sucede así porque la principal implicación de las series estacionarias es que sus propiedades estadísticas se simplifican con respecto a las de un proceso no estacionario, facilitando con ello la descripción de su estructura probabilística completa a partir de una única realización finita del mismo. En la práctica se presentan pocas series de tiempo estacionarias, para lo cual se recomienda emplear cualquiera de los dos siguientes procedimientos: El primero, es aplicar logaritmo natural a los datos observados, lo que lleva a trabajar con una serie que se comporta como estacionaria; el segundo procedimiento, es aplicar diferencias a la variable objeto de estudio y así obtener un proceso estacionario que permita encontrar estimadores eficientes y consistentes. A este proceso de diferenciación se le denomina homogénea o de homogenización, por lo que al número de veces que debe de diferenciarse una serie de datos, antes de convertirse en estacionaria, se le conoce como orden de homogeneidad. Como se verá más adelante este proceso estará definido por la letra (d).

Una vez que se han identificado las características más generales con las que debe cumplir un proceso estacionario, se tiene que la observación futura estará generada por una función de distribución de probabilidad condicional de la siguiente manera: Si la muestra está definida por $y_1, y_2, y_3, \ldots y_T$ en su realización, la observación futura estará generada de la manera siguiente:

$$p(y_{t+1}|y_1, y_2, y_3, \ldots, y_T) = p[y_{t+1}|y_t] \tag{1}$$

donde:

$$M_y = E(y_t) \tag{2}$$

$$\sigma^2 = E\left[(y_t - M_y)^2\right] \tag{3}$$

$$Cov = E\left[(y_t - M_y)(y_{T+k} - M_y\right] \tag{4}$$

Si $p(y_t)$ es estacionaria, esta debe de ser la misma para todo el tiempo.

En los modelos de serie de tiempo, lo que se busca, principalmente, es modelar la varianza del término de perturbación con la finalidad de inferir sobre los estimadores que conforman el componente sistemático y no sistemático del modelo. Si la herramienta econométrica logra minimizar y, por ende, explicar el comportamiento de la varianza[10] del término de error en el proceso ARIMA, entonces, se puede considerar que no necesariamente debe ser tratado mediante otras técnicas econométricas[11].

En esta sección se explican, inicialmente, de forma general los modelos de media móvil (MA) simple y autorregresivos (AR) para procesos estacionarios. En el caso de los modelos MA, el proceso se representa por completo con una suma ponderada de perturbaciones aleatorias actuales y rezagadas; mientras que, en los AR, el proceso depende de una suma ponderada de sus valores pasados de la RFP y un término de perturbación aleatoria.

Los modelos AR y MA trabajan generalmente de forma conjunta, por lo que se modelaran modelos mixtos, en donde el proceso generador es una función tanto de sus valores pasados como de las perturbaciones aleatorias rezagadas, así como de un término de perturbación actual. Aún, si el proceso original es no estacionario, con frecuencia puede diferenciarse una o más veces para producir una serie estacionaria.

3.1.1. Modelos Autorregresivos (AR)

En este tipo de modelos, el proceso autorregresivo de orden (p) de la observación actual (y_t) es generada por un promedio ponderado de

[10] Cuando la varianza del término de perturbación no es minimizada mediante un proceso ARIMA, podría ser tratado con un modelo denominado GARCH(p,q) o cualquiera de sus variantes.
[11] Existen otras técnicas más avanzadas como modelos VAR, estos suelen tener implicaciones similares.

observaciones pasadas de ella misma que se remontan (p) periodos junto con una perturbación aleatoria subyacente en el periodo actual. El modelo $AR(p)$ se encuentra especificado de la manera siguiente:

$$y_t = \delta + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} +, \ldots, + \varphi_p y_{t-p} + u_t \qquad (5)$$

Donde: y_t representa la RFP en el tiempo t.

δ representa la ordenada al origen, es decir, el valor de y en $t = 0$.

φ_p representa los estimadores de los parámetros y_t rezagados (p) periodos.

u_t representa el término de perturbación aleatoria subyacente en el periodo actual.

La condición que debe de cumplir este proceso para ser estacionario es que $\sum_{t=1}^{p} \varphi_p < 1$; también conocida como condición de convergencia que los estimadores de los parámetros, de la ecuación 5, deben de cumplir para encontrar un equilibrio estable[12]. Cabe destacar que este análisis se ve también fundamentado por el polinomio de raíces características, a lo que también se le conoce como la condición fuerte[13] de estacionariedad.

3.1.2. Medias Móviles (MA)

En este tipo de modelos, el proceso de promedio móvil o de medias móviles de orden (q), cada observación y_t es generada por un promedio ponderado de los términos de perturbación aleatorias subyacentes que se remontan (q) periodos. El modelo $MA(q)$ se encuentra especificado de la manera siguiente:

[12] A esta condición se le conoce también como condición débil.
[13] La condición fuerte también es conocida como la condición de invertibilidad.

$$y_t = \delta + u_t - \theta_1 u_{t-1} - \theta_2 u_{t-2} -, \ldots, -\theta_q u_{t-q} \quad (6)$$

Donde: y_t representa la RFP.

δ representa la ordenada al origen.

θ_q representa los estimadores de los parámetros θ_q.

u_t representa los valores de u_t rezagados (q) periodos.

El modelo MA(q) incorpora de manera explícita a los residuos[14] como un factor explicativo del comportamiento de la variable dependiente y_t. De manera similar al modelo anterior, la condición que debe de cumplir este proceso para ser estacionario es que $\sum_{t=1}^{q} \theta_q < 1$. Ésta es la condición de convergencia que los estimadores de los parámetros de la ecuación 6 deben de cumplir, pero en esta ocasión sobre los términos de perturbación rezagados para encontrar un equilibrio estable.

3.1.3. Modelo Mixto Autorregresivo de Media Móvil

Una vez descritos algunos de los supuestos más importantes de los modelos $ARMA(p, q)$, es importante hacer notar que, en la práctica, muchas de las series de tiempo con las que se trabaja bajo este esquema no se convierten en estacionarias de forma automática, por lo que es necesario aplicar un proceso denominado de diferenciación, esto con la finalidad de que cumplan las condiciones fuertes y débiles de los dos componentes del modelo – la parte sistemática y no sistemática -, es decir, la μ_y, σ^2 y la covarianza constantes.

[14] En la solución del modelo, el componente residual debe distribuirse normalmente.

Respecto a la construcción de los modelos $ARMA(p,q)$, se puede determinar que esto es meramente una construcción técnica; siendo la parte más difícil de la modelización la relacionada con los valores apropiados para (d), (p) y (q) que permitan contar con el mejor ajuste en el pronóstico de la RFP. Para describir los modelos $ARIMA(p,d,q)$, la metodología sugerida por la literatura econométrica es la de Box y Jenkins (1976), la cual está integrada de tres elementos: Identificación, estimación y diagnóstico. Con la finalidad de plantear únicamente el contexto teórico sobre este tipo de modelos se hará una breve descripción.

Se dice que y_t es estacionaria homogénea de orden (d) si:

$$w_t = \Delta^d y_t \tag{7}$$

Donde la diferenciación se denota mediante:

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$$

$$\Delta^2 y_t = (1-L)^2 y_t = (1-2L+L^2)y_t = y_t - 2y_{t-1} + y_{t-2}. \tag{8}$$

Donde (L) representa el operador de rezago.

Considerando el modelo mixto, esto puede ser explicado de mejor manera como sigue:

$$y_t = \delta + \varphi_1 y_{t-1} + u_t - \theta u_{t-1} \tag{9}$$

Aplicando operador de rezago se tiene:

$$y_t = \delta + \varphi L y_t + u_t - \theta L u_t \tag{10}$$

Términos semejantes:

$$y_t(1-\varphi_1 L)=\delta+u_t(1-\theta_1 L) \quad (11)$$

El proceso ARMA(p,q) puede ser representado de manera general como sigue:

$$y_t(1-\varphi_1 L-\varphi_2 L^2-\ldots-\varphi_p L^p)=\delta+u_t(1-\theta_1 L-\theta_2 L^2-\ldots-\theta_q L^q) \quad (12)$$

Donde $\delta=0$

O de manera alterna se puede tener: $\varphi(L)\tilde{y}_t=\theta(L)u_t$ (13)

Donde:

- (L) representa al operador de rezago que agrupa a los estimadores de los parámetros desde φ_1 hasta φ_p y de θ_1 hasta θ_q.
- $\tilde{y}_t$ representa la desviación de y_t respecto de su propia media. $\tilde{y}_t=y_t-\mu$

Con la finalidad de poder modelar a y_t en términos de desviaciones se puede retomar esta última ecuación para obtener lo siguiente:

$$\varphi(L)\tilde{y}_t=\theta(L)u_t \quad (14)$$

$$\varphi^{-1}(L)\varphi(L)\tilde{y}_t=\varphi^{-1}(L)\theta(L)u_t \quad (15)$$

$$I*\tilde{y}_t=\varphi^{-1}(L)\theta(L)u_t \quad (16)$$

Por lo tanto, se puede concluir que si y_t representa un proceso estacionario, entonces ϕ^{-1}(L) debe converger a cero, es decir, debe de converger a un equilibrio estable como en el caso de la función de autocorrelación. Por tanto, si el polinomio abreviado en el vector (L) cumple con la condición de invertibilidad, entonces las raíces de la ecuación característica de presentarse así: $\varphi^{-1}(L) = 0$.

Ahora, si se supone que $\tilde{y}_t$ en la ecuación $\varphi(L)\tilde{y}_t = \theta(L)u_t$ es no estacionaria, la ecuación puede rescribirse con estacionariedad homogénea de orden (d) como sigue:

$$W(L)(1-L)^d\tilde{y}_t = \theta(L)u_t \quad (17)$$

Donde:

- $W(L)$ representa un operador autorregresivo de orden $(p-d)$
- $(1-L)^d$ representa un polinomio que tiene (d) raíces características todas iguales a la unidad. Pero $(1-L)$ es un operador de primeras diferencias, es decir, se adopta la siguiente forma: $(1-L)^d\tilde{y}_t = \Delta y_t = \tilde{y}_t - \tilde{y}_{t-1}$. En este sentido la connotación de esta expresión no hace variar la expresión anteriormente definida de la manera $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ debido a que finalmente esta última econométricamente representará un promedio ponderado de la variable dependiente.

Podemos entonces concluir que la ecuación $W(L)(1-L)^d\tilde{y}_t = \theta(L)u_t$ puede rescribirse como:

$$W(L)\Delta^d\tilde{y}_t = \theta(L)u_t \quad (18)$$

De acuerdo al supuesto que se había planteado con anterioridad de que $W_t = \Delta^d y_t$, el cual representa un proceso estacionario como consecuencia de que esta diferenciado u homogeneizado la ecuación, $W(L)\Delta^d\tilde{y}_t = \theta(L)u_t$ puede quedar finalmente expresada de la siguiente manera:

$$w(L)W_t = \theta(L)u_t \quad (19)$$

En la sección 4 se demostrará empíricamente estos argumentos sobre la RFP destacando sus principales implicaciones.

3.2. Modelos de Regresión Múltiple

Con la finalidad de complementar el análisis sobre el pronóstico de la RFP, se incorpora un apartado adicional relacionado con los modelos de regresión múltiple, el cual se enfoca en determinar la forma en que las variables independientes logran explicar a la variable dependiente (RFP), sin que esto implique incurrir en una identidad matemática.

El análisis de regresión múltiple es adecuado cuando el objetivo es explicar aquellos factores que afectan en forma simultánea[15] a la variable dependiente y que resulta importante para evaluar los efectos de una política cuando es necesario apoyarse en datos no experimentales. Lo anterior se puede plasmar con la siguiente ecuación de regresión múltiple:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k + u_i \qquad (20)$$

En donde β_0 representa la ordenada al origen; β_1 y β_2 miden el cambio[16] en la variable dependiente respecto a la variable x_1 y x_2; así como u_i contiene otros factores[17] no observables que afectan a la variable dependiente (véase el anexo 2). Cabe destacar que en la regresión múltiple se debe cumplir que el $E(u_i \mid x_1,\ x_2, \ldots, x_k) = 0$. Esta condición significa que, para cualquier valor de x_1 y x_2 en los datos recabados, el promedio del efecto de las variables no observables del componente no sistemático debe ser igual a cero.

[15] Este análisis es útil también para generalizar relaciones funcionales entre variables.
[16] Parte sistemática del modelo. También representa la pendiente de la función.
[17] Parte no sistemática del modelo.

Considerando lo anterior, el método empleado para la solución a la ecuación de regresión múltiple será Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), cuyo método busca, en términos generales, minimizar la suma de los cuadrados de los errores (u_i), asegurando que los parámetros beta sean los mejores estimadores linealmente insesgados. El método de MCO, debe cumplir con ciertos supuestos estadísticos: 1) linealidad de los parámetros, 2) aleatoriedad en el muestreo, 3) No colinealidad perfecta, 4) valor esperado del error igual a cero y 5) homocedasticidad[18].

3.2.1. Estimación de MCO

Para comprender el proceso de estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), se emplea el modelo con más de dos variables independientes, por lo que se retoma la ecuación 20:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_k x_k + u_i$$

En donde los supuestos del modelo son:

- Existe una relación lineal entre las variables x e y.
- Las variables independientes son ortogonales una de otra.
- $E(u_i) = 0$. Los residuales tienen media cero.
- $u_i \sim N(0, \sigma_x^2)$. Los residuales se distribuyen con media cero y varianza constante.
- Los residuales (u_i) son independientes entre sí; es decir, no existe autocorrelación de ningún nivel.

[18] A estos supuestos se les conoce como los 5 supuestos de Gauss-Markov.

Considerando lo anterior, el método de solución de MCO equivale a buscar los parámetros que minimicen la suma de los cuadrados de los errores (residuales) de la siguiente manera:

$$\sum_{i=1}^{n} \hat{u}_i^2 = (y_i - \hat{y}_i)^2 \qquad (21)$$

Para resolver la ecuación se toma en cuenta que:

$$\hat{y}_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_k x_k + u_i$$

$$\hat{u}_i = y_i - \hat{y}_i$$

$$\hat{y} = x\beta$$

Por lo que la ecuación 21 puede quedar escrita como sigue:

$$\sum_{i=1}^{n} \hat{u}_i^2 = (y_i - \hat{y}_i)^2 \equiv \hat{u}'\hat{u} \qquad (22)$$

Por lo tanto:

$$\sum_{i=1}^{n} \hat{u}_i^2 = \left(y - x\hat{\beta}\right)'\left(y - x\hat{\beta}\right) \qquad (23)$$

Resolviendo la ecuación 23 de forma matricial tendremos el siguiente resultado:

$$\sum_{i=1}^{n} \hat{u}_i^2 = y'y - 2\hat{\beta}'x'y + \hat{\beta}'x'x\hat{\beta} \qquad (24)$$

Dado que MCO se trata de un proceso de minimización, se obtienen las Condiciones de Primer Orden (CPO):

$$\frac{\delta \hat{u}_i^2}{\delta \hat{\beta}} = -2\hat{\beta}'x'y + \hat{\beta}'x'x\hat{\beta} \qquad (25)$$

De donde se obtiene finalmente el siguiente resultado, al cual se le conoce como el estimador mínimo cuadrático ordinario con varianza mínima:

$$\hat{\beta} = (x'x)^{-1}(x'y) \tag{26}$$

El método de estimación por MCO y sus correspondientes estadísticos tienen propiedades útiles y dan pie a la estimación de la bondad de ajuste. En este caso, se definen la suma total de cuadrados (STC), la suma explicada de cuadrados (SEC) y la suma residual de cuadrados o suma de residuales cuadrados (SRC), con lo cual se obtiene la siguiente identidad:

$$STC = SEC + SRC$$

En donde la variación total en $\{y_i\}$ es la suma de la variación total en $\{\hat{y}_i\}$ y en $\{\hat{u}_i\}$. Además, se supone que la varianza de y_i no es cero, la R^2 termina siendo:

$$R^2 \equiv 1 - \frac{SRC}{STC}$$

Dicha identidad se interpreta como la proporción de la varianza muestral en y_i que es explicada por la línea de regresión que se estima por MCO; he de aquí su importancia, ya que lo que se espera es explicar gran parte de la varianza en el modelo (bondad de ajuste). Por definición, la R^2 será un valor numérico entre cero y uno[19]. Un aspecto que es importante destacar, es que el estadístico nunca disminuye y, en general, aumenta gradualmente cuando se agrega una o varias variables independientes a la regresión por MCO.

Otro aspecto importante a analizar es el referente a la varianza de los estimadores. Este supuesto es considerado una medida de dispersión en la distribución de muestreo y detrás de ello se supone que el término de

[19] Si es muy cercano a 1 se corre el riesgo de que el modelo este perfectamente explicado, siendo poco útil.

perturbación o de error del modelo debe ser igual a cero, de tal suerte que se cumpla lo siguiente:

$$Var(u_i \mid x_1, x_2, \dots, x_k) = \sigma^2 = 0$$

La varianza en el término de perturbación suele ser importante, ya que una σ^2 mucho más grande se encuentra asociada a varianzas cada vez más altas en los estimadores beta estimados por MCO, dificultando[20] con ello estimar el efecto marginal de las variables independientes sobre la dependiente. De aquí surge el supuesto de homocedasticidad de los residuales en el modelo y con ello la propiedad más importante del método de MCO, que tiene que ver con la eficiencia[21] de los estimadores beta calculados.

4. Los Datos

Para la estimación del modelo de serie de tiempo y de regresión múltiple, se empleó información de las Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). De la sección Coordinación con Entidades Federativas se obtuvo la información correspondiente a la Recaudación Federal Participable (RFP) y algunos de sus componentes. La construcción de las series se realizó tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Para el pronóstico de la RFP, la serie histórica es sometida a un conjunto de pruebas estadísticas ad hoc. Destacando la prueba Dickey-Fuller para detectar estacionariedad.

[20] El principal problema es que las betas muestrales no se aproximarán a las betas poblacionales. A esta propiedad se le conoce como consistencia.
[21] Esto significa que tendrán varianza mínima.

2. Para cumplir con los supuestos de las pruebas estadísticas en el pronóstico, la serie (RFP) se transformó a su forma logarítmica y fue sometida a primeras diferencias con la finalidad de cumplir con el supuesto de estacionariedad[22].

3. Para el modelo de regresión múltiple, las variables, son transformadas a términos logarítmicos con la finalidad de reducir la varianza en ellas (tratando de cumplir con el supuesto de homocedasticidad) e interpretar los resultados en términos de elasticidades.

Tomando en cuentas las consideraciones anteriores, a continuación, se muestran las estimaciones de ambos modelos.

5. Resultados Empíricos

A continuación, se presentan las estimaciones obtenidas para el modelo ARIMA y de regresión múltiple. Se muestran los resultados de forma general con la finalidad de fundamentar el alcance de cada uno de los modelos en los resultados obtenidos.

5.1 Modelo ARIMA

Como se mencionó en el apartado 2.1, uno de los supuestos más importantes en los modelos ARIMA es el relacionado con las series estacionarias. En el cuadro 1 se muestra la prueba Dickey-Fuller para los datos observados de la RFP, con la cual se pretende determinar si éstos corresponden a una serie estacionaria o no. Dado que la prueba estadística es mayor a los valores críticos, los resultados sugieren que la serie no es

[22] En este proceso se logró detectar un componente estacional, el cual fue tomado en cuenta en el pronóstico.

estacionaria y, por ende, debe ser sometida a un tratamiento apropiado que permita cumplir con los supuestos del modelo.

Cuadro 1

Prueba de Dickey-Fuller aumentada para raíz unitaria de la RFP con valores en nivel

	Prueba Estadística	Valores Críticos 1%	5%	10%
Z(t)	2.593	-2.582	-1.95	-1.619

Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

* *z*(*t*) No significativo.

Los datos de la RFP fueron transformados mediante diferencias y logaritmo natural, sometidos nuevamente a la prueba Dickey-Fuller, para demostrar en el cuadro 2, que la prueba estadística cumple con los criterios para considerar a la RFP una serie estacionaria.

Cuadro 2

Prueba de Dickey-Fuller aumentada para raíz unitaria de la RFP logarítmica y diferencias

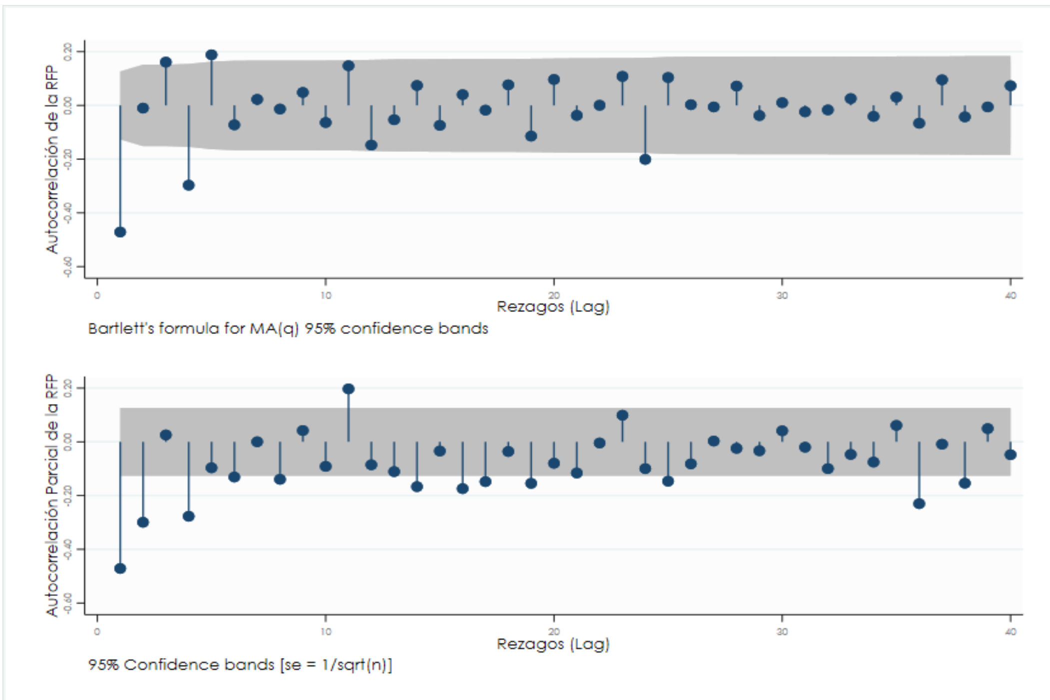
	Prueba Estadística	Valores Críticos 1%	5%	10%
Z(t)	-3.483	-2.582	-1.950	-1.619

Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

Posteriormente, es indispensable determinar también si existe el componente de estacionalidad. Al calcular el correlograma (gráfico 3) de la serie transformada, se observa que en ésta persiste un proceso AR(12) y que a pesar de la diferenciación logarítmica aún es posible identificar un componente estacional[23] en la misma. No obstante, tampoco se puede descartar un proceso AR(1 a 5) como un proceso factible que permita encontrar el patrón subyacente que mejor explique el comportamiento presente y futuro de la RFP.

Gráfica 3

Funciones de Autocorrelación y Autocorrelación Parcial de la RFP para la identificación del modelo



Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

Identificadas las posibles alternativas de solución del modelo, los primeros resultados se muestran en el cuadro 3.a; donde no existe significancia estadística en prácticamente ninguno de los parámetros estimados, siendo

[23] Se utilizó un modelo multiplicativo de la estacionalidad.

necesario realizar un tratamiento econométrico adicional[24] a la RFP que logre satisfacer las siguientes pruebas estadísticas: criterio de información de Akaike y criterio de información bayesiano (consideradas como una medida de ajuste), el correlograma; así como las pruebas de asimetría y curtosis para normalidad de los residuales. Además, se incluyó la condición de estabilidad e invertibilidad de los procesos AR y MA (anexo 1), lo cual robusteció los resultados obtenidos.

Cuadro 3.a

Modelo ARIMA de la RFP

AR	***Coeficientes***	***P* > | *z* |**
L1.	-0.629	0.000
L2.	-0.170	0.333
L3.	0.002	0.993
L11.	0.095	0.057

MA	***Coeficientes***	***P* > | *z* |**
L1.	-0.058	0.951
L2.	-0.378	0.672
L3.	-0.114	0.825
L4.	-0.449	0.266

Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

Cuadro 3.b

Modelo ARIMA de la RFP

AR	***Coeficientes***	***P* > | *z* |**
L1.	-0.760	0.000
L2.	-0.157	0.018
L4.	-0.300	0.000
L5.	-0.206	0.002
L7.	0.262	0.000
L11.	0.161	0.012
L13.	-0.138	0.013

MA	***Coeficientes***	***P* > | *z* |**
L1.	-0.693	0.000
L2.	-0.639	0.000
L4.	0.346	0.000

Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

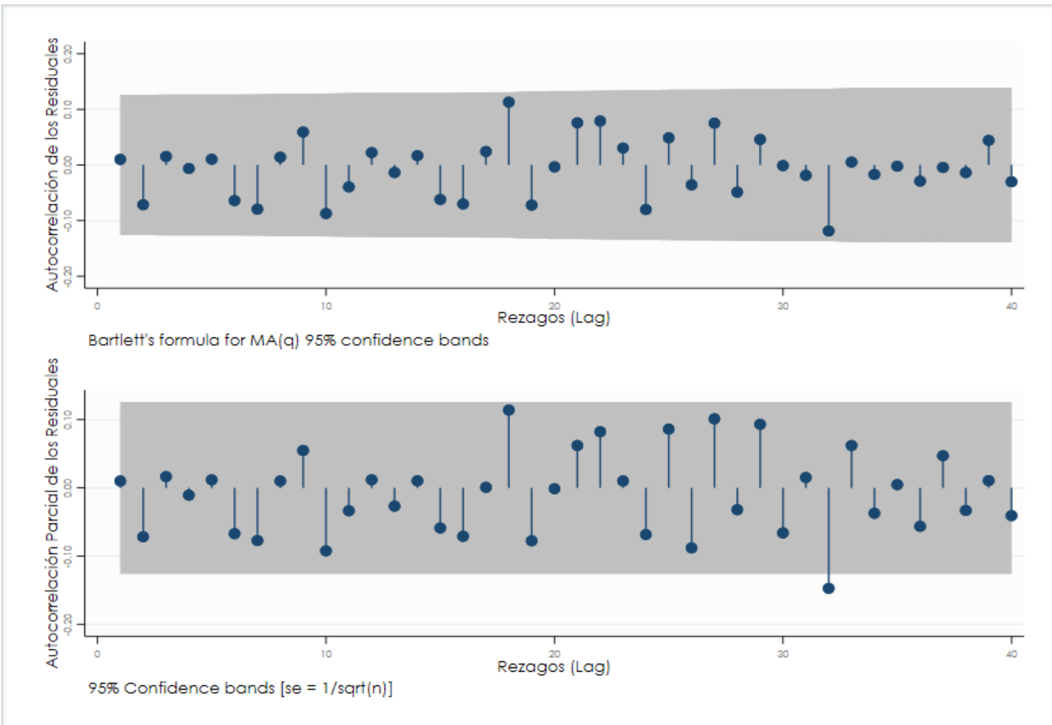
Controlados los factores que invalidaban las pruebas estadísticas citadas en el párrafo anterior, se obtienen los resultados del cuadro 3.b, donde los parámetros estimados ahora son estadísticamente significativos,

[24] Se incorporan variables de control.

repercutiendo en el componente subyacente de los residuales[25] del modelo (ver gráfico 4), esto permite que el ajuste del pronóstico sea robusto y confiable (se demuestra que los residuales provienen de un proceso de ruido blanco[26], lo que significa que las variables aleatorias no se encuentran correlacionadas, se distribuyen normalmente con media cero, varianza y covarianza constantes).

Gráfica 4

Funciones ajustadas de Autocorrelación y Autocorrelación Parcial de los residuales de la RFP.



Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

---

[25] Estos se encuentran dentro de las bandas llamadas intervalo de confianza.

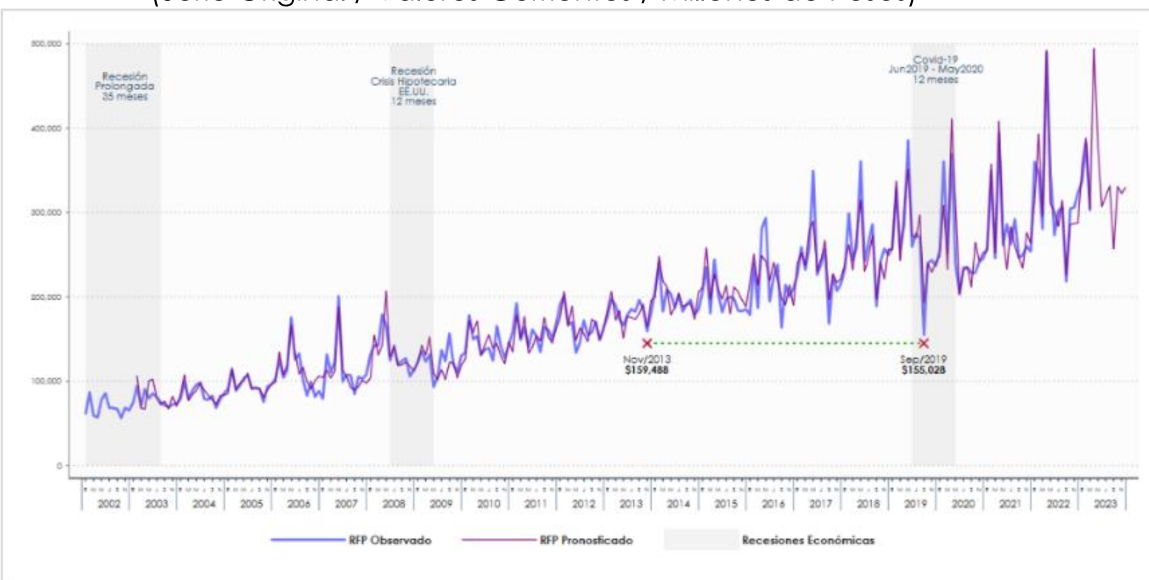
[26] Se aplicaron pruebas adicionales: correlograma de los residuales, prueba de Portmanteau para ruido blanco, prueba de ruido blanco de periodograma acumulativo y condición de estabilidad de valores propios (anexo 1).

Con base en los resultados del gráfico 4, es posible obtener el gráfico 5, el cual muestra el ajuste del pronóstico realizado para el periodo en cuestión. En dicho gráfico es posible observar que los datos estimados se ajustaron correctamente[27] al patrón de los datos observados, con lo que es posible deducir que el patrón estimado en el periodo t+n podría considerarse, en promedio, como un valor a suceder con un 95 por ciento de confiabilidad.

Gráfica 5

Pronóstico de la RFP, ene 2002 - dic 2023

(Serie Original / Valores Corrientes / Millones de Pesos)



Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

Finalmente, los datos estimados para el pronóstico de la RFP se pueden observar en el cuadro 4. En él se muestran ciertos comportamientos que suelen ocurrir para algunos meses, como por ejemplo abril, cuyo monto es

[27] El ajuste nunca es exacto, ya que solo predice con cierta exactitud los valores observados.

mayor al resto de los meses, derivado de las declaraciones de ISR que se realizan por parte de las personas físicas.

Cuadro 4
RFP pronosticada en nivel para el periodo abril a diciembre, 2023
(millones de pesos)

Año	Mes	Pronosticado
2023	Abril	494,568.34
	Mayo	379,264.19
	Junio	307,212.19
	Julio	319,264.34
	Agosto	331,467.69
	Septiembre	257,009.22
	Octubre	330,890.97
	Noviembre	322,675.19
	Diciembre	329,884.59

Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

5.2 Modelo de Regresión Múltiple

Adicional al pronóstico de la RFP, el cuadro 5 muestra los resultados del análisis de regresión múltiple en términos logarítmicos, en donde es posible demostrar la forma en que interactúan las variables independientes sobre la variable dependiente. De este modelo, fue posible determinar que dichas variables guardan una relación directa con la RFP, lo que implica que ante un incremento/disminución en cada una de ellas, la variable dependiente también aumentará/disminuirá, pero en una menor proporción[28].

[28] Cuando el resultado es menor que la unidad, se considera como una respuesta inelástica.

Cuadro 5

Regresión múltiple: elasticidades (Log - Log), enero 2002 / marzo 2023
(variable dependiente logaritmo natural de la RFP)

Variables independientes	*Coeficientes*	*P* > | *t* |
constante	0.931	(0.00)*
Ln IVA	0.354	(0.00)*
Ln ISR	0.326	(0.00)*
Ln Bebidas alcohólicas	0.127	(0.00)*
Ln Cerveza y bebidas refrescantes	0.153	(0.00)*
Ln Ingresos Petroléros	0.139	(0.00)*

Fuente: Elaboración propia con información de la SHCP.
* Estadísticamente significativo al 1 por ciento.

Se encontró que ante un incremento del 1.0 por ciento en la recaudación del Impuesto al Valor Agregado (IVA), la RFP aumentaría en 0.35 porciento. Este resultado muestra una relación directa entre estas variables, lo cual es consistente con la teoría económica de que, a mayor recaudación, mayor crecimiento de la RFP, y viceversa. Asimismo, se observa una respuesta inelástica de la RFP ante cambios en el IVA.

En lo que respecta al Impuesto Sobre la Renta (ISR), sucede algo similar al caso del IVA, ya que también muestran una relación directa y una respuesta inelástica. Así, al aumentar en 1.0 por ciento la recaudación del ISR, la RFP se incrementaría en 0.33 por ciento.

Al considerar dos de los rubros más importantes del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS), se observa que, al crecer en 1.0 por ciento la recaudación del impuesto a bebidas alcohólicas, la RFP podría aumentar en 0.13 por ciento; mientras que un incremento del 1.0 por ciento en la recaudación del impuesto a cerveza y bebidas refrescantes, la RFP podría crecer en 0.15 por ciento. En estas relaciones también se muestra una relación directa en cada uno de los casos, con respuestas inelásticas.

Finalmente, en lo que respecta a los ingresos petroleros, un incremento del 1.0 por ciento en la recaudación de estos, la RFP podría aumentar en 0.14 por ciento. Lo anterior significa una relación directa entre estas variables y una respuesta inelástica de la RFP ante cambios en los ingresos petroleros.

Cabe destacar que los resultados que se muestran en el cuadro 5 cumplieron con diversas pruebas estadísticas empleadas usualmente en este tipo de análisis; siendo las más importantes las de homocedasticidad[29] en los residuales del modelo; así como la prueba de error de especificación de regresión de Ramsey para variables omitidas[30].

Para detectar multicolinealidad en el modelo se empleó la prueba conocida como factor de inflación de la varianza (VIF), la cual mide la correlación y la fuerza de la correlación entre las variables independientes del modelo de regresión múltiple. En esta prueba se obtuvo un valor promedio de 4.54, el cual puede ser considerado aceptable[31], tomando en cuenta que dicho valor debe estar entre 1 y 5.

---

[29] Se corrieron pruebas como Breusch-Pagan / Cook-Weisberg para heteroscedasticidad y prueba de Szroeter para homocedasticidad, en donde los p-values registraron valores de 0.5279 y 0.7751, respectivamente; con lo que se logró aceptar la hipótesis nula de varianza constante.

[30] Se obtuvo un p-value de 0.1536, lo cual significa que el modelo planteado no tiene variables omitidas.

[31] Cabe destacar que un valor más cercano a 1 es ideal, porque significa que no existe correlación entre una variable independiente dada y cualquier otra variable en el modelo de regresión. En este caso se asume el riesgo de contar con un valor cercano a 5 toda vez que existe cierto interés de saber cuál sería el impacto de las variables IVA, así como el impuesto a cerveza y bebidas refrescantes sobre la RFP.

Conclusiones

En este trabajo se utilizaron dos tipos de modelos econométricos: series de tiempo y regresión múltiple. El primero de ellos tiene como objetivo pronosticar el comportamiento futuro de la Recaudación Federal Participable a partir de datos históricos, mientras que el segundo, de forma complementaria, busca inferir sobre el impacto que tendrían las variables de interés, IVA, ISR, IEPS e Ingresos petroleros, sobre la RFP.

El análisis correspondiente a los modelos de serie de tiempo permitió fundamentar la importancia de la estacionariedad en los datos empleados para el pronóstico; además, en lo que corresponde a los modelos de regresión múltiple, se fundamentaron los supuestos que permitirían obtener mejores parámetros linealmente insesgados.

Los resultados obtenidos en el pronóstico indican que se encontró evidencia empírica suficiente de que los datos estimados se ajustaron correctamente al patrón de los datos observados. Esto significa que se realizó una identificación correcta del modelo y el tratamiento apropiado de los datos observados de la RFP. Con esto se logró que el ajuste del pronóstico se considere robusto y con un 95 por ciento de confiabilidad.

Así, con este nivel de confiabilidad, es posible señalar que los patrones de comportamiento de los datos estimados están en línea con los datos históricos. Ejemplo de ello es el mes de abril, cuyo monto estimado mantiene el mismo patrón de comportamiento observado en otros años: ser mayor al del resto de los meses, derivado de las declaraciones de ISR que se realizan por parte de las personas físicas en dicho mes.

Por lo que respecta a los resultados relacionados con el modelo de regresión múltiple, en términos de elasticidades, se encontró que, si se logra incrementar en 1.0 por ciento la recaudación del IVA y el ISR, entonces, la RFP podría aumentar en 0.35 y 0.33 por ciento, respectivamente. En este sentido, se puede concluir que el impacto sobre la RFP sería ligeramente mayor en el IVA en comparación al ISR, en términos porcentuales[32].

Adicionalmente, en lo que respecta a un incremento de 1.0 por ciento en la recaudación de los IEPS, relacionados con bebidas alcohólicas y cerveza y bebidas refrescantes, la RFP podría crecer en 0.13 y 0.15 por ciento, en cada caso; mientras que, en lo referente a los ingresos petroleros, la RFP podría subir en 0.14 por ciento, ante un aumento de 1.0 por ciento en la recaudación de este concepto.

En todos los casos, las variables independientes (IVA, ISR, IEPS e ingresos petroleros), manifiestan una relación directa con el ISR, con respuesta inelástica de esta última variable ante cambios en las primeras.

Finalmente, es importante señalar que una de las principales áreas de oportunidad que permitirían seguir avanzando en el análisis de este tipo de investigaciones, es el hacer uso de información relativa a la RFP neta.

[32] Es importante hacer notar que el impacto puede ser mayor en términos porcentuales, más no necesariamente en términos monetarios.

Anexos

Anexo 1. Pruebas de Postestimación (análisis de los residuales)

El objetivo de este anexo es mostrar evidencia para demostrar que los pronósticos tienen la confiabilidad suficiente, por lo que, si el modelo está bien especificado, los residuales deben seguir un proceso de ruido blanco, permitiendo con esto contar con coeficientes insesgados producto de un proceso estacionario.

Prueba 1. Autocorrelación de los residuales: La prueba tiene como objetivo demostrar si algún elemento de un grupo de autocorrelaciones de la serie de tiempo residual es diferente de cero.

Cuadro 1

Prueba de Portmanteau para ruido blanco

Portmanteau (Q) statistic	31.3896
Prob > chi2(40)	0.833

Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

En la prueba de Portmanteau, la hipótesis nula es que la variable sigue un proceso de ruido blanco.

Prueba 2. El Periodograma de Bartlett, es una prueba adicional a la de Portmanteau y sirve para evaluar la hipótesis nula de que los datos provienen de un proceso de ruido blanco de variables aleatorias no correlacionadas con media y varianza constantes.

Cuadro 2

Prueba de ruido blanco de periodograma acumulativo.

Bartlett's (B) statistic =	0.4945
Prob > B =	0.9674

Fuente: Elaborado por el CEFP con datos de la SHCP.

En esta prueba, la hipótesis nula demuestra es que los residuales sigue un proceso de ruido blanco.

Prueba 3. La condición de estabilidad e invertibilidad comprueban la condición de los valores propios después de estimar los parámetros de un Modelo ARIMA. Por ejemplo, en el cuadro 3 es posible observar que todos los valores propios se encuentran dentro del círculo unitario, por lo que los parámetros AR satisfacen la condición de estabilidad. Mientras tanto, en el cuadro 4, los valores propios al encontrarse dentro del círculo unitario, significa que los parámetros MA satisfacen la condición de invertibilidad.

Cuadro 3
Condición de estabilidad en el proceso AR

Valor Propio			Módulo
Eigenvalue			Modulus
-0.8898015	+	.379392i	
-0.8898015	-	.379392i	
-0.5823877	+	.6946312i	
-0.5823877	-	.6946312i	
-0.2345849	+	.8661457i	
-0.2345849	-	.8661457i	
0.6214623	+	.6005722i	
0.6214623	-	.6005722i	
0.3456887	+	.7803873i	
0.3456887	-	.7803873i	
0.7298588	+	.1420415i	
0.7298588	-	.1420415i	
-0.740036			

Cuadro 4
Condición de estabilidad en el proceso MA

Valor Propio			Módulo
(Eigenvalue)			(Modulus)
-0.998319	+	.01444692i	0.998424
-0.998319	-	.01444692i	0.998424
0.9983194	+	.01444692i	0.998424
0.9983194	-	.01444692i	0.998424
-0.904052	+	.3652635i	0.975053
-0.904052	-	.3652635i	0.975053
0.9040524	+	.3652635i	0.975053
0.9040524	-	.3652635i	0.975053
-0.837478	+	.4901024i	0.970345
-0.837478	-	.4901024i	0.970345
0.8374778	+	.4901024i	0.970345
0.8374778	-	.4901024i	0.970345
0.4824262	+	.8399263i	0.968613
0.4824262	-	.8399263i	0.968613
-0.482426	+	.8399263i	0.968613
-0.482426	-	.8399263i	0.968613
0	+	.9683414i	0.968341
0	-	.9683414i	0.968341
-0.614619	+	.7001862i	0.931674
-0.614619	-	.7001862i	0.931674
0.614619	+	.7001862i	0.931674
0.614619	-	.7001862i	0.931674
0.2180363	+	.8880534i	0.914428
0.2180363	-	.8880534i	0.914428
-0.218036	+	.8880534i	0.914428
-0.218036	-	.8880534i	0.914428

Fuente: Elaborado por el CEFP con información de la SHCP.

Anexo 2. Propiedades de las Funciones Lineales

Las funciones lineales desempeñan un importante papel en el análisis econométrico, pues son fáciles de interpretar y manipular. Si x_i y y_i son dos variables relacionadas por:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + u_i$$

entonces se dice que y_i es una función lineal de x_i y que β_0 y β_1 son dos parámetros que describen un tipo de relación, la cual puede ser nivel-nivel, doble logarítmica, nivel-logarítmica o logarítmica-nivel. La característica peculiar de una función lineal es que el cambio en y_i siempre es β_1 veces el cambio en $x_{i,}$ lo cual puede ser expresado de la siguiente manera:

$$\Delta y_i = \beta_1 \Delta x_i$$

donde Δ denota el cambio marginal de x_i sobre y_i de forma constante con una magnitud equivalente a β_1.

Cabe destacar que, las funciones lineales se definen para más de una variable y su explicación es exactamente en el mismo sentido, considerando lo siguiente:

$$\beta_1 = \frac{\Delta y_i}{\Delta x_i} \; si \;\; \Delta x_2 = 0$$

Fuentes de Información

Acuerdo por el que se da a conocer el informe sobre la RFP y las participaciones federales, así como los procedimientos de cálculo para los meses comprendidos entre julio 2013 y marzo 2023. Diario Oficial de la Federación.

Box, George E.P. and Gwilym M. Jenkins. Time Series Analysis: Forecasting and Control, Revised Edition, Holden-Day. 1976.

D. Hamilton, James. Time Series Analysis. Princeton University Press. Princeton, New Yersey. 1994.

Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas. Coordinación con Entidades Federativas. Recaudación Federal Participable. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Última consulta realizada en abril de 2023.

Fuller, W. A. Introduction to Statical Time Series. 2a. Ed. Wiley, New York. 1996.

Harvey, Andrew C. (1981) "The econometric Analysis of Time Series". The London School of Economics.

Información de Finanzas Públicas y Deuda Pública. Enero-abril 2023. Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Informe de Participaciones Pagadas a Entidades federativas y municipios, 2006 - 2023. Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Ley de Coordinación Fiscal (2018). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Diario Oficial de la Federación (30-01-2018).

William H. Green. Análisis Econométrico. Tercera Edición. Prentice Hall. 2000.

www.cefp.gob.mx @CEFP_diputados @CEFP_diputados