CÁMARA DE DIPUTADOS
LXIII LEGISLATURA

CEFP
Centro de Estudios de las Finanzas Públicas

# FINANZAS PÚBLICAS

México 2016 ® Volumen 6® Número 21
**Periodo Junio-Diciembre 2016**
**ISSN: 2017-154X**

# Finanzas Públicas

*Volumen 9 - México 2017 – Número 21*
*Periodo junio-diciembre 2016*

REVISTA FINANZAS PÚBLICAS, Año 9, núm. 21, correspondiente al periodo de junio a diciembre del 2016, es una publicación de la Honorable Cámara de Diputados a través del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. Avenida Congreso de la Unión 66, Edificio I, Colonia El Parque, Delegación Venustiano Carranza, 15960 México D.F., Tels: (52) 55 5036 0000 ext. 58174, http://www.cefp.gob.mx. Editor responsable: Lic. Alejandra Ortiz Hernandez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo Núm. 04-2008-092612291600-102, ISSN: 2007-154X. Ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Licitud de Título Núm. 14531, Licitud de Contenido Núm. 12104, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación el 27 de julio de 2009. Impresa por Talleres Gráficos de la Honorable Cámara de Diputados, Avenida Congreso de la Unión 66, Basamento del Edificio B, Colonia El Parque, Delegación Venustiano Carranza, 15960 México D.F. Este número se terminó de imprimir en diciembre de 2016 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

# ÍNDICE

**PRESENTACIÓN……7**

**MENSAJES EN LA CEREMONIA DE ENTREGA DEL PREMIO NACIONAL DE LAS FINANZAS PÚBLICAS 2016**

**MTRO. ALBERTO MAYORGA RIOS**
Director General del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas……. **11**

**DR. GERMÁN ROJAS ARREDONDO**
Presidente del Jurado Calificador del Premio Nacional de las Finanzas Públicas 2016 …… **13**

**DIP. MARÍA ESTHER SCHERMAN LEAÑO**
Presidenta del Comité del CEFP……**15**

**DIP. CÉSAR CAMACHO QUIROZ**
Presidente de la Junta de Coordinación Política de la H. Cámara de Diputados……..…**17**

**TRABAJOS GANADORES DEL PREMIO NACIONAL DE LAS FINANZAS PÚBLICAS 2016**

CAMBIOS EN EL IMPUESTO SOBRE LA RENTA EN MÉXICO: IMPLICACIONES PARA LOS CONTRIBUYENTES Y LAS FINANZAS PÚBLICAS.
PRIMER LUGAR DEL PNFP 2016.

**AUTORES:** DR. RAYMUNDO MIGUEL CAMPOS VÁZQUEZ
MTRO. ÁLVARO MELÉNDEZ MARTÍNEZ……**23**

¿QUIÉN PAGA EL IMPUESTO SOBRE NÓMINAS DE LOS ESTADOS DE MÉXICO ? UN ANÁLISIS DE INCIDENCIA ECONÓMICA.
SEGUNDO LUGAR DEL PNFP 2016
**AUTORES:** DRA. JOANA CECILIA CHAPA CANTÚ
DR. EDGARDO ARTURO AYALA GAYTÁN
DR. RENÉ CABRAL TORRES……..**69**

VALUACIÓN DE CONTRATOS DE EXTRACCIÓN PETROLERA MEDIANTE ALGORITMOS DE SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN ESTOCÁSTICA.
TERCER LUGAR DEL PNFP 2016.
**AUTOR:** LIC. JORGE ENRIQUE PANIAGUA TRUJILLO…….....**113**

IMPACTO REDISTRIBUTIVO DE LA REFORMA FISCAL EN CONTRIBUYENTES Y LAS FINANZAS PÚBLICAS DE MÉXICO.
MENCIÓN HONORÍFICA DEL PNFP 2016.
**AUTORES:** MTRA. LINDA IRENE LLAMAS REMBAO.
DR. LUIS HUESCA REYNOSO……**189**

LAS REGLAS FISCALES Y LAS FINANZAS PÚBLICAS: EL CASO MEXICANO 2000-2030
MENCIÓN HONORÍFICA DEL PNFP 2016
**AUTOR:** LIC. JESÚS ISMAEL HERNÁNDEZ GARCÍA…….. **243**

# PRESENTACIÓN

La Cámara de Diputados a través del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP), ha organizado el Premio Nacional de las Finanzas Públicas, siendo este 2016 la novena edición, y desde la primera convocatoria en el 2007 ha tenido como objetivo ser un referente en materia de finanzas públicas y economía en México al impulsar y estimular la investigación en distintos ámbitos académicos, de investigación y en los tres niveles de gobierno, federal, estatal y municipal.

En esta novena edición se recibieron ciento once trabajos de investigación de temas relevantes para las finanzas públicas de nuestro país.

La ceremonia de entrega del PNFP 2016 fue presidida por el diputado y Presidente de la Junta de Coordinación Política, César Camacho Quiroz, el Mtro. Mauricio Farah Gebara, Secretario General de la Cámara de Diputados, la Dip. María Esther de Jesús Scherman Leaño, Presidenta del Comité del CEFP; el Mtro. Alberto Mayorga Ríos, Director General del CEFP y el Dr. Germán Rojas Arredondo Presidente del Jurado Calificador del PNFP 2016.

En vista de la importancia de este concurso, se convocó a especialistas en la materia para que con base en su gran experiencia eligieran el mejor trabajo. Por esto, el Jurado Calificador se conformó por el Dr. Germán Rojas Arredondo, Director de la Carrera de Economía del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) quien fungió como presidente; el Dr. Fernando Aportela Rodríguez, Subsecretario de Hacienda y Crédito Público; el Dr. Leonardo Lomelí Venegas, Secretario General de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Dr. Alejandro Villagómez Amezcua, ex-Secretario Académico del Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), el Dr. David Arellano Gault, Director de la División de Administración Pública del CIDE, el Dr. Horacio Sobarzo Fimbres, Profesor Investigador del Colegio de México (COLMEX),el Dr. Gerardo Esquivel Hernández, Coordinador Ejecutivo de Investigación del Instituto Belisario Domínguez (IBD) del Senado de la República; y el Dr. Humberto Ríos Bolivar, Director de la Revista Panorama Económico y Eseconomía del Instituto Politécnico Nacional.

El primer lugar fue otorgado al trabajo de investigación *"Cambios en el impuesto sobre la renta en México: implicaciones para los contribuyentes y las finanzas públicas"*, elaborado conjuntamente por el Dr. Raymundo Miguel Campos Vázquez y el Mtro. Álvaro Meléndez Martínez.

El segundo lugar lo obtuvo el trabajo *"¿Quién paga el impuesto sobre nóminas de los estados de México?: Un Análisis de Incidencia Económica"*, mismo que fue elaborado conjuntamente por la Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú, el Dr. Edgardo Arturo Ayala Gaytán y el Dr. René Cabral Torres.

El tercer lugar le correspondió al tema *"Valuación de los Contratos de Extracción Petrolera mediante Algoritmos de Simulación y Optimización Estocástica"*, elaborado por el Lic. Jorge Enrique Paniagua Trujillo.

Además de los ganadores mencionados con anterioridad se decidió otorgar dos menciones honoríficas, la primera al tema *"Impacto Redistributivo de la Reforma Fiscal en Contribuyentes y las Finanzas Públicas de México"*, elaborado por la Mtra. Linda Irene Llamas Rembao y el Dr. Luis Huesca Reynoso, la segunda fue otorgada al Lic. Jesús Ismael Hernández García quien participó con el tema *"Las Reglas Fiscales y las Finanzas Públicas: El Caso Mexicano 2000-2030"*.

Por último, cabe destacar que desde la primera edición del Premio, se han dado a conocer los documentos ganadores a través de su publicación en la Revista Finanzas Públicas, reconociendo el mérito de los autores y poniéndolos a disposición de los legisladores, académicos y personas interesadas en analizar y disponer de tan valiosa contribución.

# MENSAJES EN LA CEREMONIA DE ENTREGA DEL PREMIO NACIONAL DE FINANZAS PÚBLICAS 2016

**MTRO. ALBERTO MAYORGA RIOS**
DIRECTOR GENERAL DEL CENTRO
DE ESTUDIOS DE LAS FINANZAS PÚBLICAS

Buenos días.
Diputado César Camacho Quiroz, Presidente de la Junta de Coordinación Política, Dip. María Esther Scherman Leaño, Presidenta del Comité del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, distinguidos miembros del presídium, apreciables invitados.

En primer término, expreso mi reconocimiento y agradecimiento al Dip. César Camacho, tanto por presidir esta ceremonia, como por su apoyo para que la novena edición del Premio Nacional de las Finanzas Públicas cumpliera con su objetivo: promover y estimular la investigación en materia de finanzas públicas y economía, así como de disponer de un acervo de estudios de calidad que contribuyan al trabajo legislativo del Congreso de la Unión.

Agradezco también a los estudiantes, profesionistas, servidores públicos, investigadores y académicos de todo el país, que respondieron a la convocatoria que emite esta Cámara de Diputados, a través del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas.

El día de hoy, los trabajos ganadores serán reconocidos y premiados; igualmente, al concluir este evento, serán puestos a disposición de los Legisladores en nuestra página de internet.

Especial mención y nuestra gratitud merece el Jurado Calificador, integrado por destacados académicos y especialistas en la materia, a quienes a nombre del Dip. César Camacho Quiroz y la Dip. María Esther Scherman Leaño les fueron entregados esta mañana sus reconocimientos.

Al Dr. Germán Rojas, Director de la Carrera de Economía del Instituto Tecnológico Autónomo de México y Presidente del Jurado Calificador. Al Dr. Fernando Aportela, Subsecretario de Hacienda y Crédito Público, que el día de hoy es representado por el Mtro. Emilio Granados, Secretario Técnico de la Subsecretaria, al Dr. Leonardo Lomelí, Secretario General de la UNAM, al Dr.

David Arellano, Director de División de Administración Pública del Centro de Investigación y Docencia Económica y el Dr. Humberto Ríos Bolivar. Director de la Revista Panorama Económico y Eseconomía del Instituto Politécnico Nacional.

Así mismo, al Dr. Gerardo Esquivel, Coordinador Ejecutivo de Investigación del Instituto Belisario Domínguez del Senado de la República, al Dr. Horacio Sobarzo, Investigador y Académico del Departamento de Economía del Colegio de México y al Dr. Alejandro Villagómez, Investigador y Ex Secretario Académico del CIDE.

Nuestra más sincera felicitación a los ganadores de los premios y a los familiares que los acompañan, su talento es reconocido hoy por todos los aquí presentes.

Muchas gracias.

**DR. GERMÁN ROJAS ARREDONDO**
PRESIDENTE DEL JURADO CALIFICADOR DEL PNFP 2016

Diputado César Camacho Quiroz, Presidente de la Junta de Coordinación Política de la H. Cámara de Diputados, Dip. María Esther Scherman Leaño, Presidenta del Comité del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, Mtro. Alberto Mayorga Ríos, Director General del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados, miembros del jurado, participantes y público en general.

Es un gran honor para mí presidir el Jurado del Premio Nacional de las Finanzas Públicas edición 2016. Este año el Premio ha estado muy competido, tanto en el número de participantes (111) como en la calidad de los trabajos. El trabajo de evaluación ha sido arduo y debemos reconocer el enorme trabajo del jurado. Todos los integrantes de este jurado han mostrado entusiasmo, dedicación y un gran profesionalismo. La variedad de los trabajos presentados ha sido enorme. Hemos leído y aprendido de federalismo fiscal, valuación de contratos, desarrollo rural, estímulos fiscales, impuesto sobre nóminas, fideicomisos públicos, infraestructura, salud, transporte colectivo, armonización jurídica y contable, reparto de participaciones, reforma tributaria, reforma energética y muchos temas más.

Sin duda alguna, el estudio de las finanzas públicas sigue estando vivo en las universidades y centros de investigación. Para nosotros que nos dedicamos a la investigación de las finanzas públicas es una gran satisfacción que la Cámara de Diputados a través del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas mantenga vivo este espíritu de investigación a través del Premio.

Me gustaría también expresar mi reconocimiento al personal del Centro y en particular a su director, el Mtro. Alberto Mayorga, que han hecho un trabajo formidable, desde la convocatoria y la coordinación de todas las etapas de este Premio, incluyendo una reñida deliberación, hasta esta hermosa Ceremonia de Premiación.

Muchas felicidades a todos, no solo a los ganadores, ya que este Premio lo forman todos los que participan en él.

**DIP. MARÍA ESTHER SCHERMAN LEAÑO**
PRESIDENTA DEL COMITÉ DEL CEFP

Buenos días.

Saludo a los integrantes de este Presídium quienes nos acompañan el día de hoy.

En nombre del Comité del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, extiendo una calurosa felicitación a las y los ganadores de este Premio Nacional de las Finanzas Públicas 2016. Enhorabuena.

Dentro de las facultades más importantes que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos encomienda al Congreso de la Unión, están aquellas estrechamente relacionadas al ámbito de las finanzas públicas. Desde la determinación de la Ley de Ingresos de la Federación, la aprobación del Presupuesto de Egresos y la vigilancia de la cuenta pública, hasta la aprobación de los funcionarios superiores de Hacienda y el Banco Central, por mencionar algunas de ellas, son labores de la mayor trascendencia para esta Soberanía.

Hoy quiero, sin embargo, hacer énfasis en el mandato del artículo 25 de nuestra Constitución, cuyo centenario celebramos próximamente:

“Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático, y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución” (extracto).

De esta manera, establece la Constitución, el Estado debe velar por “la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero para coadyuvar a generar condiciones favorables para el crecimiento económico y el empleo”.

Los trabajos que hoy son galardonados, así como aquellos que provienen del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados y de los demás centros académicos y de investigación de nuestro país, (algunos de los cuales estuvieron representados en el jurado calificador a quienes nuevamente extiendo nuestro agradecimiento), deben servir para enriquecer el debate técnico y político que permita a esta soberanía proveer de las mejores herramientas para dar cumplimiento al mandato de la Constitución.

Como suelen decir los economistas, debemos hacer frente a diversos problemas de "optimización con restricciones", en donde la mayoría de las veces, no existe una solución "única". Es por ello que, a través del debate informado, y con el apoyo del trabajo técnico de los investigadores de nuestro país, las distintas fuerzas políticas representadas en el Congreso deben ser capaces de construir los acuerdos políticos y sociales necesarios para abonar al desarrollo de México.

A los ganadores, nuevamente muchas felicidades.
Gracias.

**DIP. CÉSAR CAMACHO QUIROZ**
PRESIDENTE DE LA JUNTA DE COORDINACIÓN
POLÍTICA DE LA CÁMARA DE DIPUTADOS

Buenos días a todas, a todos, compañeras diputadas, compañeros diputados. En la actividad pública se debe cerrar el paso a la improvisación y al empirismo, cuanto más si se trata de la delicada labor de hacer leyes o de resolver cuestiones que atañen, involucran y eventualmente afectan a todos. Es frecuente escuchar un reclamo ciudadano a propósito de la necesidad de que, quienes tomamos decisiones a nombre y representación de la comunidad, no solo estemos bien Informados sino se trate de gente capaz, de gente que técnicamente sea solvente.

La tarea de legislar y subrayadamente, la de aprobar el Presupuesto de Egresos de la Federación, que es, dicho sea de paso, facultad exclusiva de la Cámara de Diputados, entraña una enorme responsabilidad. Es por ello, que en 1996 se crea una unidad especializada en finanzas públicas que evoluciona y pocos años después, en el año 2000 le da paso al Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, una entidad pensada para ser integrada por especialistas exentos de filiación partidaria y es mi convicción que, en un tema que demanda tanta especialización como las finanzas públicas, no solo no es conveniente sino me atrevería a decir es inconveniente que se le den sesgos partidarios a delicadas funciones como las de las finanzas públicas.

Por eso, con claroscuros, a decir verdad, a lo largo de la vida institucional del Centro, hemos mantenido, quienes hemos pasado por la Cámara, la independencia y el respeto por los quehaceres del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, es decir, que emita dictámenes, que dé opiniones acerca del impacto presupuestal, de alguna norma que se pretende poner en vigor, hacer que a diputadas y diputados de todo signo partidario sea información útil, conveniente para documentar sus intervenciones, no solo en la tribuna, sino el momento de tomar decisiones delicadas.

En este orden de ideas, la Junta de Coordinación Política, que es el núcleo que representa la pluralidad de la Cámara, que dicho de paso desde 1997 aquí ningún partido político tiene la mayoría, es decir hay necesidad, y esto me

parece que es bueno para la democracia, de conciliar, de escuchar, de crear, de construir un espacio de neutralidad partidaria en donde lo que impere, en donde lo que gane sea la razón, que suele ser construida a partir de puntos de vista particulares e incluso de carácter partidario.

De ahí la importancia del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, de su robustez, de su solidez, y esta se acredita, entre otros factores porque, desde 2007 ha convocado a este certamen en el mundo académico. Por eso para nosotros es de enorme importancia, es plausible y de reconocerse el trabajo que ahora Alberto Mayorga y el equipo que lo acompaña desarrolla no solo para esparcir el conocimiento, sino más aun, para recibir el punto de vista de especialistas, de estudiosos, de investigadores, de estudiantes, de profesores que han hecho una gran aportación al mundo de las finanzas públicas.

El Premio en su novena edición, mantiene el propósito de promover y estimular la investigación en materia de finanzas públicas y economía, pero lo más importante desde nuestro ángulo visual, es disponer de un acervo de estudios de calidad que contribuyan al trabajo legislativo, es decir, no se trata de generar un producto cuyos destinatarios sean los dilatantes de las finanzas públicas que, no obstante la respetabilidad de quienes lo hacen, diríamos, lo pueden hacer en abstracto, lo tenemos que hacer en concreto, de cara al paquete económico, cuyos precriterios han llegado a la Cámara y que en la primera quincena de septiembre habremos de recibir el paquete económico que desde ahora se advierte retador y difícil, dada la astringencia de las finanzas públicas y las dificultades que atravesamos.

Por eso nos resulta de la mayor importancia, que se conviertan las investigaciones en materia prima, en insumos para la toma de decisiones y déjenme plantearlo pero tratando que esta no sea una abusiva pretensión, aun la eventual posibilidad de intercambiar impresiones en forma personal y directa sobre asuntos concretos que se planteen en el paquete económico, ahí vienen el paquete económico completo y cuestiones muy concretas como una ley para el fortalecimiento de la marina mercante y de la industria naval, leyes o legislaciones en materia de investigación científica, desarrollo de nuevas tecnologías y propiedad intelectual. Aún los no especialistas como yo, conocemos la trascendencia de las finanzas públicas, pues estas son la expresión material del poder político.

Entre la exigencia de la ciudadanía y el ejercicio responsable y delicado del poder están las finanzas públicas, por eso nos parece oportuno y de la mayor importancia que culmine esta edición del certamen con buenos augurios y con la voluntad de quienes han tenido interés por participar.

Vale la pena comentar que el promedio en ediciones anteriores del certamen, es de cincuenta y cinco participantes; ahora se recibieron ciento once trabajos, es decir prácticamente el doble, lo que demuestra el interés por la participación y estoy seguro de parte de quienes decidieron tomar o formar parte de este certamen no solo por el premio per se, sino por la posibilidad de aportar conocimientos, experiencias, y soluciones. Por eso el Premio no solo reconoce el resultado, sino premia el esfuerzo.

Me da mucho gusto saber que además los que han participado provienen de toda la geografía nacional, porque no obstante que la Ciudad de México es la sede de los poderes federales, la Nación Mexicana única e indivisible la componen todos los Estados y municipios del país.

Una nota adicional que le da prestigio al certamen es el perfil de su jurado. A efecto de acreditar la seriedad de este certamen del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas ha invitado a gente que representa con todo decoro y dignidad a instituciones señeras de la vida política, académica, sobre todo académica de este país. La Universidad Nacional, el Instituto Politécnico Nacional, el Colegio de México, el Centro de Investigación y Docencia Económicas, el Instituto Belisario Domínguez del Senado de la República, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, que por cierto, este integrante es el único que goza del carácter de servidor público; y quien ha presidido este jurado y con ello le ha prestado su prestigio personal y el de la prestigiada institución que representa, el Dr. Germán Rojas Director de la carrera de Economía del ITAM. Muchas gracias por su disposición, por su tiempo y por el interés de hacer que se ensanche este certamen no solo para beneficio del mundo de las finanzas públicas, sino el preludio de tomas de decisiones tan importantes.

Gracias y felicidades a los galardonados, gracias al jurado y muchas gracias a quienes se han dado cita esta mañana en la Cámara de Diputados, la casa de

las múltiples voces, en donde nos esmeramos todos los días por dejar atrás visiones partidarias y queremos tener por delante la visión que ayude, que sirva a este país. Muchas gracias.

# TRABAJOS GANADORES DEL PREMIO NACIONAL DE LAS FINANZAS PÚBLICAS 2016

# *Primer Lugar*

## *Cambios en el impuesto sobre la renta en México: implicaciones para los contribuyentes y las finanzas públicas**

Dr. Raymundo Miguel Campos Vázquez**
Mtro. Álvaro Meléndez Martínez ***

* El presente trabajo fue ganador del primer lugar del Premio Nacional de Finanzas Públicas 2016, convocado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP) de la H. Cámara de Diputados.

** Dr. en Economía por University of California, Berkeley. Mtro. en Economía por el Colegio de México.

*** Maestría en Métodos Cuantitativos en Ciencias Sociales por la Universidad de Columbia Nueva York, E.U.A. y Mtro. en Políticas Públicas por la Universidad de Chile.

## Resumen ejecutivo

La tasa de ingresos fiscales como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) de México es la menor entre los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y una de las más bajas alrededor del mundo. Según cifras de la OCDE, la recaudación de México aumentó de 16.5% a 19.7% entre 2000 y 2013, mientras que el promedio de los países de la OCDE permaneció en niveles de 34.2%. A pesar del incremento de la recaudación en México, así como de las reformas y misceláneas fiscales realizadas en los últimos años, los países de la OCDE recaudan, en promedio, 74% más de lo que se recauda en México, como porcentaje del PIB.

Al comparar a México con países con ingresos per cápita similares, la recaudación fiscal es menor en nuestro país, tal es el caso de Hungría (38.4%), Turquía (29.3%) y Chile (20.0%)[1]. Debido a esto, conocer la respuesta de los contribuyentes ante cambios en las tasas marginales del impuesto sobre la renta (ISR) es de suma importancia para México.

Esta investigación es la primera en su tipo en toda la historia de México y una de las primeras contribuciones para un país emergente en el mundo, por lo que representa una importante aportación en materia de política fiscal. El estudio tiene tres objetivos principales.

El primero de ellos es estimar la respuesta de los contribuyentes (personas físicas) ante cambios en la tasa del ISR de 2002 a 2011, calculada a partir de las elasticidades del ingreso gravable y del ingreso bruto, de acuerdo con la metodología propuesta por Feldstein (1999); Gruber y Saez (2002); y Kleven y Schultz (2014). La recaudación del ISR de personas físicas representó aproximadamente 58% del total de los ingresos fiscales federales en 2012, lo que contextualiza la relevancia de medir la elasticidad del ingreso de las personas físicas[2].

1 La informacion de recaudacion fiscal como porcentaje del PIB corresponden a los anos 2013 para todos los pa ses comparados. Mas informacion estad stica se puede encontrar en: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=REV

2 Calculo de los autores, basados en la Secretar a de Hacienda y Credito Publico, *Informes sobre la situacion economica, las finanzas publicas y la deuda publica*. Cuarto trimestre, 2012.

El segundo objetivo es estimar la tasa marginal de impuestos óptima que maximizaría la recaudación del ISR para las personas físicas de mayores ingresos. Como se describe más adelante, para calcular la tasa de impuestos óptima, es necesario calcular la elasticidad con una metodología de variables instrumentales basada en la variación mecánica de la tasa impositiva marginal, manteniendo el ingreso constante. La metodología utilizada proviene de Saez (2001); Diamond y Saez (2011); y Saez, Slemrod y Giertz (2012). De acuerdo con la literatura existente, se utilizan diferentes controles para robustecer el análisis y evitar posibles sesgos en la estimación; por ejemplo, se añadieron *spline*s de diez tramos de los logaritmos del ingreso actual, de $t-2$, $t-1$ y $t$, al igual que Gruber y Saez (2002); Kopczuk (2005); y Kleven y Schultz (2014).

Por último, el tercer objetivo es examinar el impacto fiscal que se originaría en caso de implementar la tasa del ISR aplicable a las personas físicas que maximizaría la recaudación fiscal.

Los datos utilizados provienen de las declaraciones de impuestos presentadas anualmente por personas físicas durante una década, de 2002 hasta 2011. Una de las principales ventajas de ocupar datos fiscales es que son más confiables y precisos que otras fuentes de información, como las encuestas de ingreso-gasto, lo cual resulta primordial para estudiar temas tributarios y de finanzas públicas. La base de datos es longitudinal e incluye aproximadamente 630,000 contribuyentes por año, es decir, el análisis se realizó con cerca de 6.3 millones de observaciones[3].

Esto implica que la información abarca alrededor del 41% del total de contribuyentes que presentaron una declaración anual durante el periodo de estudio. Dicha base de datos es anónima, pues no se cuenta con los nombres, direcciones, registro federal de contribuyentes (RFC) o cualquier otro dato de las personas. En este sentido, no es posible identificar a ningún contribuyente y se respetan plenamente todos los derechos de protección de datos personales. Cabe comentar que, obviamente, este anonimato no genera ningún impacto en el análisis econométrico realizado. Las conclusiones principales del estudio son las siguientes. Primera, la elasticidad del ingreso

3 La base de datos tipo panel nos permite seguir al mismo contribuyente durante un periodo de diez anos.

gravable es 0.66 para el panel balanceado y 0.39 para el panel no balanceado[4]. Una elasticidad de 0.66 significa que un cambio de 1% en la tasa marginal de impuestos cambiaría el ingreso reportado en 0.66%.

Un incremento en la tasa máxima de impuestos de 35% a 40%, por ejemplo, implicaría una disminución de 7.7% en la tasa marginal de impuestos neta, con la correspondiente reducción de aproximadamente 5% en el ingreso gravable reportado.

Esto no implica una reducción de la recaudación en términos nominales, sino que indica que los contribuyentes reducen en términos relativos el ingreso gravable que reportan. Estas elasticidades son similares a las encontradas para los países en vías de desarrollo y mayores a las de los países desarrollados. Lo anterior se debe, en parte, a que un mayor número de deducciones fiscales autorizadas significa una mayor elasticidad del ingreso (Saez et al., 2012). Segunda, la tasa marginal máxima de impuestos que maximiza la recaudación del ISR de personas físicas en México se encuentra en un rango de entre 48.6% y 61.6%.

Estas tasas impositivas óptimas son menores a las calculadas para Estados Unidos que son de alrededor de 70% (véanse Gruber y Saez [2002]; Diamond y Saez [2011]; Piketty et al. [2012]) e indican que los contribuyentes estadounidenses son menos sensibles ante cambios en los impuestos que los mexicanos. Finalmente, la tercera conclusión es que, en caso de implementar las tasas de impuestos que maximizan la recaudación del ISR, el aumento de la recaudación se ubicaría entre 0.32% y 0.63% del PIB, mientras que la pérdida de ingresos por la reacción de los contribuyentes ante cambios en las tasas marginales máximas de impuestos sería de entre 0.21% y 0.40% del PIB.

Los resultados encontrados indican que incrementar las tasas impositivas marginales para los contribuyentes de mayores ingresos maximizaría la recaudación, pero el incremento en términos del PIB sería moderado. Esto se debe a que el número de contribuyentes sujetos a la tasa máxima es

4 En el panel balanceado incluimos a los contribuyentes que ten an informacion en los 10 anos despues de implementar filtros para tener estimaciones comparables con la literatura. Entre los filtros utilizados se encuentran dejar en la base de datos a individuos de entre 20 y 60 anos de edad y aquellos contribuyentes que tuvieron ingresos brutos desde $25,000 anuales para evitar problemas de reversion a la media.

relativamente bajo, pero también a que el sistema fiscal tiene ventajas para deducir y reducir el ingreso gravable. Por tanto, como argumentan Saez, Slemrod, y Giertz (2012), la mejor política podría ser eliminar las oportunidades de evasión y ampliar la base gravable, para reducir las respuestas conductuales y maximizar la recaudación.

# Introducción

La tasa de ingresos fiscales como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) de México es la menor entre los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y una de las más bajas alrededor del mundo. Según cifras de la OCDE, la recaudación de México aumentó de 16.5% a 19.7% entre 2000 y 2013, mientras que el promedio de los países de la OCDE permaneció en niveles de 34.2%. A pesar del incremento de la recaudación en México, así como de las reformas y misceláneas fiscales realizadas en los últimos años, los países de la OCDE recaudan, en promedio, 74% más de lo que se recauda en México, considerando los impuestos como porcentaje del PIB.

Al comparar a México con países con ingresos per cápita similares, la recaudación fiscal es menor en nuestro país, tal es el caso de Hungría (38.4%), Turquía (29.3%) y Chile (20.0%). Debido a esto, conocer la respuesta de los contribuyentes ante cambios en las tasas marginales del impuesto sobre la renta (ISR) es de suma importancia para el país.

El comportamiento de los contribuyentes ante la imposición de cargas tributarias ha sido evidente desde que comenzaron los registros históricos en la materia. En 1696, el rey William III de Inglaterra introdujo un impuesto sobre las ventanas, precursor del moderno impuesto sobre la renta. Era un impuesto a la posesión de bienes inmuebles que se basaba en el número de ventanas de cada propiedad, en el que cada ventana adicional incrementaba la responsabilidad fiscal del dueño. Para evitar el pago de dicho impuesto, algunos propietarios cubrieron las ventanas de sus inmuebles.

Una situación similar sucedió en México cuando, en 1858, el entonces presidente Antonio López de Santa Anna instituyó un impuesto sobre puertas y ventanas. Estas historias demuestran que los contribuyentes cambian su comportamiento en respuesta a modificaciones en los impuestos. La magnitud del cambio en el comportamiento de los contribuyentes es un factor clave para calcular la tasa marginal de impuestos óptima, así como para pronosticar los ingresos tributarios de cualquier reforma fiscal.

Actualmente, las respuestas ante cambios en las tasas impositivas son más sofisticadas. Los contribuyentes pueden reaccionar ajustando la oferta laboral,

la forma de compensación que reciben por su empleo, o los gastos deducibles de impuestos (Feldstein [1995a y 1999]; Auten y Carroll [1999]; Saez et al. [2012]). Dichas respuestas son una fuente de ineficiencia económica debido a que alteran el ingreso gravable.

Además, los impuestos crean ineficiencias económicas al distorsionar el precio relativo del ocio respecto de los demás bienes de la economía (Giertz, 2009). El análisis de la reacción de los contribuyentes ante cambios en las tasas impositivas empezó con estimaciones de la elasticidad del ingreso laboral. Sin embargo, esta metodología no consideraba otro tipo de respuestas, como los ajustes en las compensaciones o las deducciones. Un enfoque más reciente para cuantificar el comportamiento de los contribuyentes es la estimación de la elasticidad del ingreso gravable.

Al usar la renta gravable como variable explicativa en lugar del ingreso laboral (Feldstein, 1995a y 1999), esta metodología incorpora todas las posibles respuestas conductuales de los contribuyentes.

La elasticidad del ingreso gravable depende no solo de las preferencias individuales, sino también de la estructura impositiva. Un mayor número de deducciones fiscales autorizadas significa una mayor elasticidad del ingreso (Saez et al., 2012). Dicha elasticidad es clave para entender el efecto de las tasas impositivas en ingresos reportados a la autoridad fiscal, así como para estimar la tasa de impuestos óptima que equilibre eficiencia y equidad (Saez, 2001; Gruber y Saez, 2002; Diamond y Saez, 2011; Saez et al., 2012). Esta elasticidad también es esencial para calcular la pérdida de bienestar social y para medir el impacto de las reformas fiscales específicas en la recaudación (Feldstein, 1995a y 1999).

La mayor parte de la literatura sobre estimación de la elasticidad del ingreso gravable se enfoca en los países desarrollados. En el caso de los Estados Unidos, se ha llegado al consenso de que la elasticidad es cercana a 0.4, lo que implica una tasa impositiva óptima máxima de 71% (Gruber y Saez [2002] Diamond y Saez [2011]). Sin embargo, no existen estudios que estimen esta elasticidad para un país latinoamericano utilizando información proveniente de las declaraciones de impuestos. Dadas las diferentes estructuras

impositivas y las posibilidades de evasión prevalecientes en las economías en desarrollo, este ejercicio resulta de suma importancia.

Este estudio tiene tres objetivos principales. El primero de ellos es estimar la respuesta de los contribuyentes (personas físicas) ante cambios en la tasa del impuesto sobre la renta (ISR) de 2002 a 2011, calculada a partir de las elasticidades del ingreso gravable y del ingreso bruto. La recaudación del ISR de personas físicas representó aproximadamente 58% del total de los ingresos fiscales federales en 2012, lo que contextualiza la relevancia de medir la elasticidad del ingreso de las personas físicas.

El segundo objetivo es estimar la tasa marginal de impuestos óptima que maximizaría la recaudación del ISR para las personas físicas de mayores ingresos. Para lograrlo, es necesario calcular la elasticidad del ingreso gravable con una metodología de variables instrumentales basada en la variación mecánica de la tasa impositiva marginal, manteniendo el ingreso constante. Por último, el tercer objetivo es examinar el impacto fiscal que se originaría en caso de implementar la tasa del ISR para las personas físicas que maximizaría la recaudación fiscal.

Los datos utilizados provienen de las declaraciones de impuestos presentadas anualmente por los contribuyentes (personas físicas) permanentes de 2002 a 2011[5]. La base de datos incluye aproximadamente 630,000 contribuyentes por año, es decir, el análisis se realizó con 6.3 millones de observaciones. Esto implica que la información abarca alrededor del 41% del total de contribuyentes que presentaron una declaración durante el periodo de estudio. La ventaja de contar con información directa de los contribuyentes es que los datos fiscales son más confiables y precisos que otras fuentes de información, como las encuestas o censos, en los que el sub-reporte del monto de los ingresos suele ser elevado. Además, la base de datos es longitudinal, lo que permite dar seguimiento a los mismos contribuyentes a lo largo del tiempo.

5 Los contribuyentes permanentes son aquellos que presentaron declaracion de impuestos en cada uno de los anos de analisis.

Las conclusiones principales del estudio son las siguientes. Primera, la elasticidad del ingreso gravable es 0.66 para el panel balanceado y 0.39 para el panel no balanceado. Una elasticidad de 0.66 significa que un cambio de 1% en la tasa marginal de impuestos cambiaría el ingreso reportado en 0.66%. Un incremento en la tasa máxima de impuestos de 35% a 40%, por ejemplo, implicaría una disminución de 7.7% en la tasa marginal de impuestos neta, con la correspondiente reducción de aproximadamente 5% en el ingreso gravable reportado.

Estas elasticidades son similares a las encontradas para los países en vías de desarrollo y mayores a las de los países desarrollados. Segunda, considerando como punto de referencia un conjunto de elasticidades del ingreso gravable (que incluye a la elasticidad principal), la tasa máxima de impuestos óptima resultante se encuentra en un rango de entre 48.6% a 61.6%. Estas tasas impositivas óptimas son menores a las calculadas para Estados Unidos que son del 70% aproximadamente (Gruber y Saez [2002]; Diamond y Saez [2011]; Piketty et al. [2012]), principalmente porque las respuestas a los cambios fiscales difieren entre ambos países.

Finalmente, en caso de implementar las tasas de impuestos óptimas y considerando los posibles cambios en el comportamiento de los contribuyentes, el aumento neto en ingresos fiscales se ubicaría en un rango de 0.32% a 0.63% del PIB, mientras que la pérdida de ingresos por la reacción de los contribuyentes ante cambios en las tasas marginales máximas de impuestos sería de entre 0.21% y 0.40% del PIB.

Este trabajo está organizado de la siguiente forma. La siguiente sección presenta una revisión de la literatura y, la tercera describe las principales características del sistema tributario mexicano. Las secciones 4 y 5 presentan los datos utilizados y la estrategia empírica, respectivamente. En las últimas dos partes se presentan los resultados e implicaciones, así como algunas conclusiones basadas en el análisis realizado.

## Revisión de literatura

Las respuestas ante cambios en las tasas de impuestos varían considerablemente entre los contribuyentes. Entre ellas, las más frecuentes consisten en modificar alguno de los siguientes factores: la oferta laboral de los individuos, la forma de compensación que reciben, el monto de sus ahorros y cartera de inversiones, y los gastos deducibles, dentro de lo permitido por el marco normativo (Feldstein, 1995a y 1999; Auten y Carroll, 1999; Saez, Slemrod, y Giertz, 2012). Como se mencionó anteriormente, estas respuestas son fuente de ineficiencias económicas, debido a que reducen el ingreso gravable.

Inicialmente, las respuestas de los contribuyentes a cambios en las tasas de impuestos se medían a través de la elasticidad de las horas trabajadas (Harberger, 1964). En la literatura subsecuente se ha señalado que el efecto del impuesto sobre la renta en la oferta laboral no considera los efectos de la evasión de impuestos a través de acciones como modificar la forma de remuneración o aumentar el consumo de bienes y servicios deducibles.

En la actualidad, el comportamiento de los contribuyentes se mide a través de la elasticidad del ingreso gravable (Feldstein, 1995a y 1999). Las elasticidades de ingresos son utilizadas, entre otras cosas, para estimar la tasa impositiva que maximizaría los ingresos fiscales y para cuantificar la pérdida de bienestar social de los impuestos en contextos específicos.

La pérdida de bienestar social (PBS), o exceso de gravamen, se define como las pérdidas económicas, el costo en bienestar o la distorsión que sufre la sociedad como resultado de un impuesto. Auerbach (1985) define la pérdida bienestar como la cantidad de recursos que se pierden en exceso de lo que recauda el gobierno. Harberger (1964) estima la PBS enfocándose en el efecto del impuesto sobre la renta en la oferta laboral. Conforme a este modelo de oferta laboral, los individuos maximizan una función de utilidad de la forma $u(l, c)$, en la que *l* es la oferta laboral medida por el total de horas de trabajo y $c$ es el ingreso disponible. La función de utilidad está sujeta a la siguiente restricción presupuestal:

$$c = l \cdot w \cdot (1 - \tau) + y \quad (1)$$

donde *w* es el salario, *y* es el ingreso, y $\tau$ es la tasa marginal impositiva.

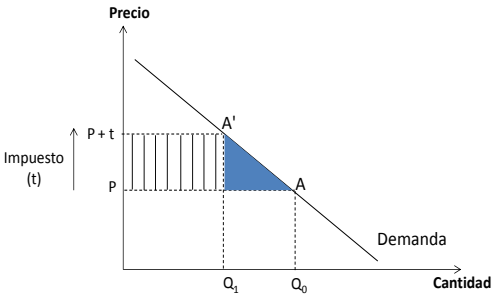
La Figura 1 muestra el exceso de gravamen. En el Panel A, los puntos A y A' denotan el equilibrio antes y después de impuestos, respectivamente. Debido a la introducción del impuesto, el precio aumenta de P a P+t. El triángulo resultante es conocido como el triángulo de Harberger y constituye la pérdida irrecuperable de eficiencia. La distorsión del impuesto puede ser medida por:

$$DWL = -\frac{1}{2} T_q \Delta Q \quad (2)$$

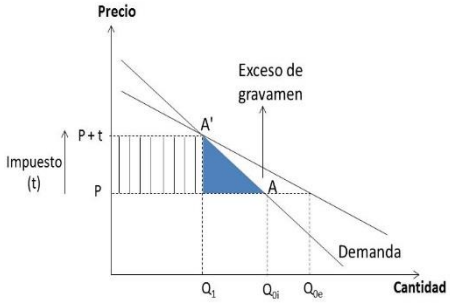
donde ΔQ es el cambio en el consumo de Q inducido por el impuesto $(T_q)$. El rectángulo marcado con líneas verticales representa los ingresos que el gobierno recauda por el impuesto.

**Figura 1. Incidencias de los impuestos con diferentes curvas de demanda**

**A. Ejemplo de Harberger**




**B. Comparación de demandas elásticas e inelásticas**




La incidencia del impuesto depende de las pendientes de las curvas de oferta y demanda. Esto significa que la incidencia está determinada por la elasticidad de la demanda y de la oferta, esto es, cómo un cambio en el precio perturba las decisiones de consumo y producción, después de impuestos. De acuerdo con Feldstein (1999), la pérdida de bienestar social en términos de los impuestos netos totales puede denotarse como sigue:

$$DWL = \frac{1}{2}t^2(1-t)^{-1}\varepsilon_T\, TI \qquad (3)$$

donde TI es el ingreso gravable y $\varepsilon_T$ es la elasticidad compensada del ingreso gravable.

El Panel B de la Figura 1 muestra la dependencia de la incidencia de los impuestos en la elasticidad. En efecto, esta gráfica compara el ejemplo previo con el escenario de una demanda más elástica, en el cual la pérdida de bienestar es mayor cuando la demanda es más elástica. Esto lleva a la conclusión de que, en general, mientras más plana sea la curva de demanda, mayor será el exceso de gravamen[6].

Aunque Harberger (1964) aportó una contribución fundamental a la literatura sobre este tema, recientemente se ha argumentado que su modelo se enfoca en los efectos del impuesto sobre la renta en la oferta laboral, pero no considera los efectos de la evasión fiscal por cambios en la forma de compensación[7] o por incrementos en el consumo de bienes y servicios deducibles[8]. Por lo tanto, el análisis ha reorientado su enfoque, para pasar de la elasticidad de las horas trabajadas a examinar la elasticidad del ingreso gravable (Feldstein [1995 y 1999]; Auten y Carroll [1999]). Este nuevo enfoque calcula el exceso de gravamen a través de la elasticidad del ingreso gravable asumiendo que la tasa impositiva es igual al costo marginal social de evasión y elusión. El ingreso gravable incorpora los efectos de los impuestos en la evasión fiscal, la forma de compensación y la oferta laboral (Feldstein [1995 y 1999]; Auten y Carroll [1999]; Gruber y Saez [2002]).

La Tabla 1 presenta las principales características y resultados de la literatura sobre la elasticidad del ingreso, considerando diversos países como Alemania, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Hungría, Noruega, Pakistán, Polonia, Reino Unido y Suecia.

6 Ramsey (1927) coincide en que los impuestos son inversamente proporcionales a la elasticidad de la demanda. Esto significa que los gobiernos deber an gravar las materias primas que tengan la menor elasticidad de demanda.

7 Tales como programas de salud, participaciones accionarias, automoviles de la empresa, subsidios para el servicio de guarder a infantil, facilidades deportivas, entre otros.

8 Por ejemplo: intereses sobre hipotecas, ahorro para el retiro, entre otros.

En 2011, se establecieron siete bandas fiscales según el nivel de ingreso de las personas físicas; los contribuyentes que recibían ingresos anuales superiores a $400,000 pesos mexicanos y aquellos que recibían ingresos anuales por intereses superiores a $100,000 pesos mexicanos estaban obligados a presentar la declaración anual del impuesto sobre la renta (ISR). Por el contrario, los individuos con ingresos inferiores a los montos señalados no estaban obligados a declarar y, al no presentar su declaración anual, no tienen derecho a solicitar reembolsos, incluso si el monto de los impuestos retenidos durante el ejercicio es mayor al monto del impuesto adeudado.

En México, el sistema de tributación individual del ISR contempla diversas exenciones y deducciones. Los ingresos exentos del pago de ISR incluyen bonos anuales, aguinaldos, compensaciones por riesgos laborales, ingresos para el retiro y ganancias de capital por venta de activos a través de la bolsa de valores[9]. Las deducciones incluyen gastos médicos y dentales, gastos en educación, gastos funerarios, donaciones e intereses reales pagados sobre préstamos hipotecarios, hasta un límite máximo[10].

La Figura 2 muestra la evolución de las tasas marginales impositivas máximas del ISR para personas físicas y morales (impuestos corporativos) entre 1980 y 2011. Cabe destacar dos importantes periodos en los que la tasa marginal impositiva máxima para personas físicas se redujo. A finales de la década de 1980, la tasa disminuyó casi 50% y se mantuvo relativamente constante durante cerca de diez años. Las reformas al régimen fiscal introducidas a partir del año 2000 la redujeron aún más: en este periodo, la tasa marginal máxima de ISR para individuos cayó de 40% a 28% entre 2001 y 2009[11]. En este último periodo no solo se registró una reducción de las tasas marginales máximas, sino

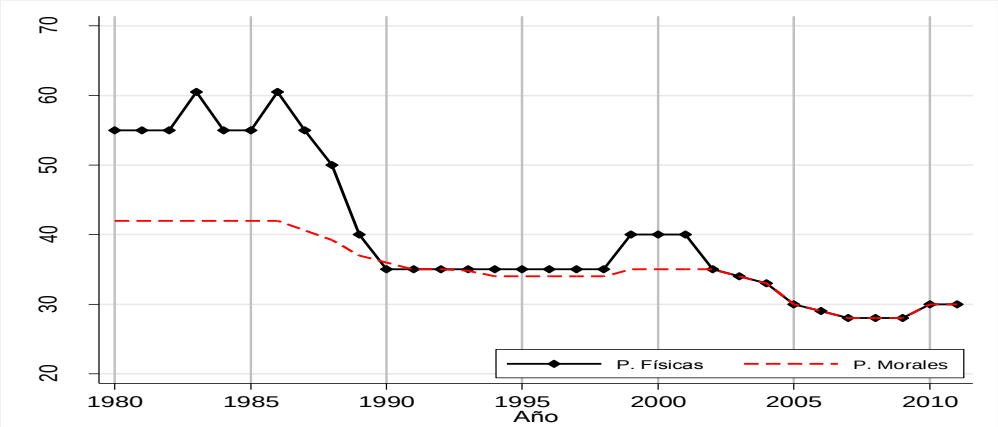
9 Esto ultimo cambio en 2014, cuando el gobierno implemento un impuesto del 10% a las ganancias de capital derivadas de la venta de acciones.

10 Las deducciones a las colegiaturas se introdujeron en 2011, con l mites segun el nivel educativo. Las donaciones son deducibles hasta en un 7% del ingreso gravable del contribuyente en el ano anterior.

11 Las bandas de impuesto sobre la renta cambiaron en 2002, 2003 y 2005. Se mantuvieron sin cambios en valor nominal de 2005 a 2012.

que también se incorporaron mayores deducciones y exenciones[12]. La tasa marginal máxima del impuesto corporativo ha convergido a la tasa máxima de las personas morales, con el fin de prevenir que los individuos y las empresas (bases tributarias) muevan el registro de sus ingresos entre ellos para lograr beneficios fiscales.

**Figura 2. Tasas impositivas marginales máximas en México, 1980-2011**




*Fuente: Elaboración de los autores utilizando tasas impositivas de la SHCP.*

Para proporcionar cierto contexto sobre la importancia del impuesto sobre la renta en México, la Tabla 3 muestra los ingresos totales y la recaudación fiscal del gobierno federal por tipo de impuesto, para el periodo 2002-2011. La diferencia entre los ingresos totales y fiscales se debe, principalmente, a los ingresos petroleros, que representan alrededor del 5% del PIB. Los impuestos son la fuente de ingresos fiscales más importante y constituyen aproximadamente 60% de los ingresos totales, en promedio durante el periodo de estudio.

12 En 2002 el Congreso aprobo la deduccion de intereses pagados sobre prestamos hipotecarios y aumento la deduccion maxima para carros. La reforma tributaria del 2004 introdujo la deduccion del 100% en inversiones en equipos de energ a renovable, as como deduccion del 100% en gastos de produccion cinematografica. En 2005 se establecieron exenciones al impuesto sobre los activos para contribuyentes con ingresos totales menores a $4 millones de pesos y a los impuestos relacionados con derivados financieros para residentes en el extranjero.

**Tabla 3. Ingresos fiscales como porcentaje del PIB en México, 2002-2011**

| | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Ingresos Totales*** | *12.8%* | *13.9%* | *13.5%* | *13.9%* | *13.5%* | *14.1%* | *16.7%* | *16.5%* | *15.7%* | *16.0%* |
| ***Ingresos tributarios*** | *10.2%* | *10.0%* | *8.9%* | *8.6%* | *9.0%* | *8.8%* | *8.1%* | *9.3%* | *9.5%* | *8.9%* |
| *- ISR* | *4.5%* | *4.4%* | *4.0%* | *4.1%* | *4.3%* | *4.5%* | *4.6%* | *4.4%* | *4.7%* | *5.0%* |
| *- IVA* | *3.0%* | *3.3%* | *3.3%* | *3.4%* | *3.6%* | *3.6%* | *3.7%* | *3.4%* | *3.8%* | *3.7%* |
| *- Otros* | *2.7%* | *2.3%* | *1.6%* | *1.1%* | *1.1%* | *0.7%* | *-0.2%* | *1.5%* | *1.0%* | *0.2%* |

*Fuente: Secretaria de Hacienda y Crédito Público. Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública cuarto trimestre de cada año, 2002-2012.*
*Notas: Las series del PIB nominal se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Otros impuestos incluyen los impuestos especiales y especificos, impuesto a los depositos en efectivo, el impuesto fijo sobre la renta incorporado en 2008. La diferencia entre los ingresos totales y fiscales se debe, principalmente, a los ingresos petroleros.*

La recaudación del impuesto sobre la renta es alrededor de 4.5% a 5.0% del PIB. Tanto los ingresos provenientes del impuesto al valor agregado (IVA) como los del impuesto sobre la renta (ISR) han aumentado en el periodo. Sin embargo, la recaudación por el IVA se ha incrementado con mayor rapidez: en 2012 representó 3% del PIB, mientras que, en 2011, la cifra ascendió a 3.7%. Aunque los ingresos fiscales son importantes, el gobierno federal mexicano recaudó menos de lo registrado por los países integrantes de la OCDE. En México, como en muchos países de América Latina, esta diferencia es clave en los debates de política pública en torno al impuesto sobre la renta.

## Datos

Los datos utilizados en el estudio provienen de las declaraciones anuales de impuestos de personas físicas, que fueron proporcionadas por el Servicio de Administración Tributaria (SAT). Se trata de una base de datos tipo panel balanceado, que sigue a cada contribuyente permanente año con año. Los contribuyentes permanentes son definidos como individuos que presentaron declaraciones de impuestos todos los años entre 2002 y 2011. El panel contiene cerca de 630,000 contribuyentes por año, que representan alrededor del 41% de todos los contribuyentes que presentaron una declaración durante el periodo. En total, incluye aproximadamente 6.3 millones de observaciones.

La base de datos es anónima, pues no se cuenta con los nombres, direcciones, registro federal de contribuyentes (RFC) o cualquier otro dato de las personas. Esto es, no se puede identificar ninguna relación entre los datos y los contribuyentes. Obviamente, este anonimato no genera ningún impacto sobre el análisis econométrico ni sobre los resultados.

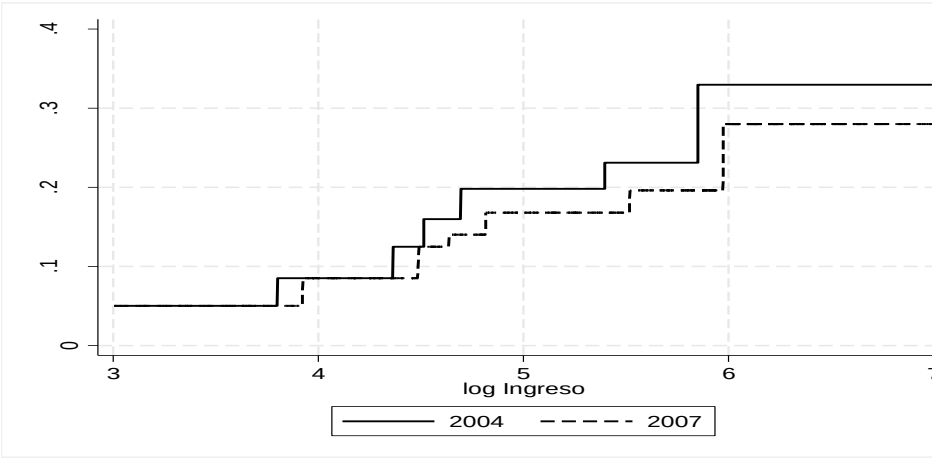
Como es común con los datos fiscales, la información en la base de datos es amplia en términos de ingresos, pero limitada en información demográfica. Únicamente se cuenta con la edad, el género y el estado de residencia de cada contribuyente. El ingreso neto y el gravable se muestran tanto a nivel agregado como por categoría (por ejemplo, sueldos y salarios, intereses por inversiones, arrendamiento de bienes raíces).

Los datos panel permiten tener control sobre factores fijos no observables que están relacionados con los individuos a través de los años de estudio. Lo anterior fortalece la confiabilidad del análisis de los contribuyentes de ingresos altos. Ésta es la primera base de datos tipo panel utilizada para estimar la elasticidad del ingreso gravable en México y es uno de los primeros estudios en su tipo para un país en desarrollo.

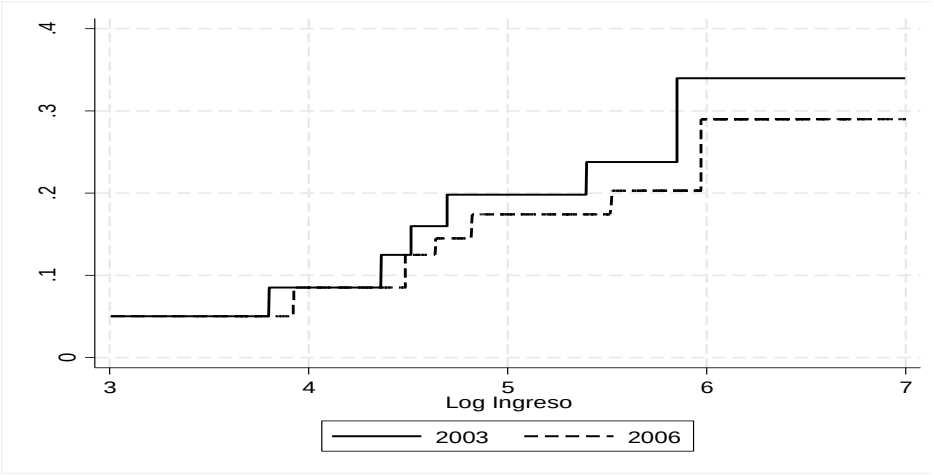
La variación del impuesto entre 2002 y 2011 es sustancial. La Figura 3 muestra la evolución de la estructura de tasas impositivas marginales frente al logaritmo del ingreso gravable, en periodos de tres años. Los paneles A y B muestran una disminución sustancial en las tasas impositivas marginales para todos los contribuyentes en los periodos 2003-2006 y 2004-2007. En contraste, los paneles C y D muestran cómo las tasas impositivas marginales comenzaron a elevarse de 2005 a 2008, especialmente en las bandas de ingreso bajo y medio. En el último periodo, 2008-2011, solo las tasas impositivas marginales medias a altas se incrementaron.

**Figura 3. Tasas marginales de impuestos, intervalos de tres años.**

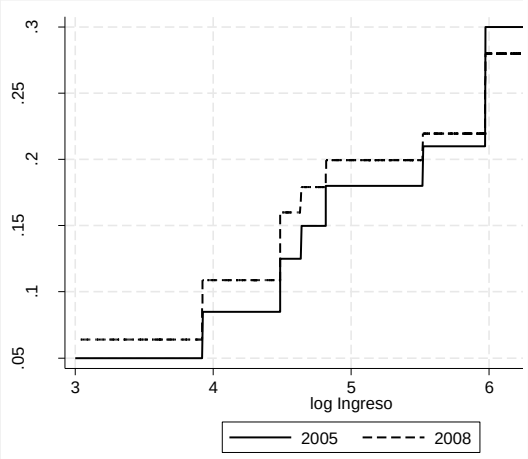
**A. 2003 vs. 2006**



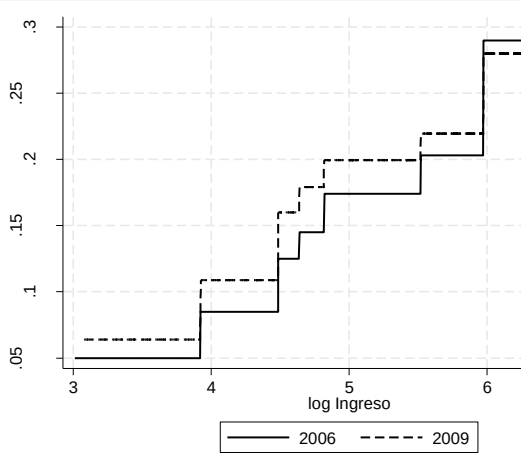

**B. 2004 vs. 2007**



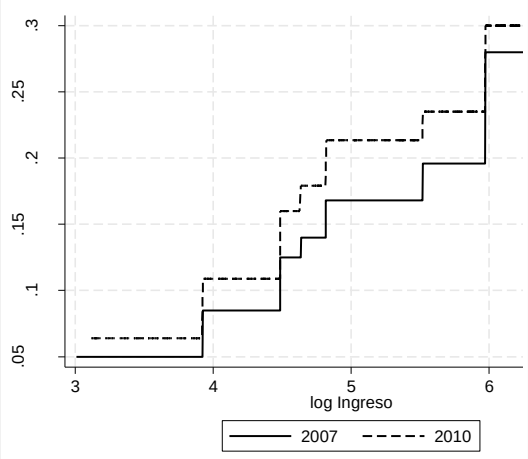
**C. 2005 vs. 2008**



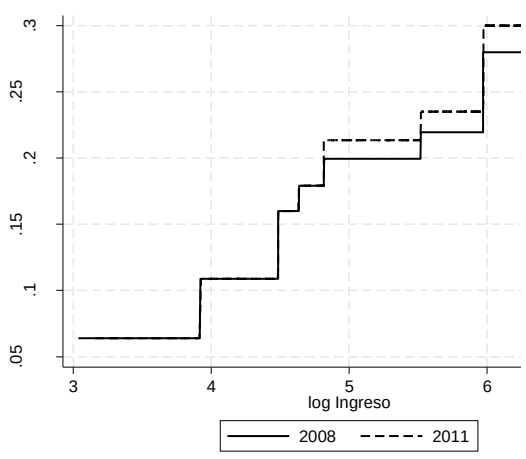

**D. 2006 vs. 2009**




**E. 2007 vs. 2010**




**F. 2008 vs. 2011**




*Fuente: Cálculo de los autores utilizando las tasas impositivas marginales publicadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Sistema de Administración Tributaria. Nota: Ingreso en miles de pesos nominales.*

El análisis empírico sigue la literatura previa, aunque la muestra se restringe conforme a los siguientes criterios. Primero, se examinan los cambios de impuestos en ocho periodos de tres años cada uno: 2003-2006, 2004-2007, y así hasta 2008-2011.

Segundo, dado que los resultados se ponderan con el ingreso del año base, el análisis se limita a las observaciones con ingreso positivo.

Tercero, debido a que los controles se basan en el ingreso pasado, se incluyen solo los individuos cuyo ingreso es positivo tanto en el pasado como en el periodo de tres años.

Cuarto, únicamente se consideran los contribuyentes con ingresos brutos mayores a $25,000 anuales, con el fin de controlar los problemas de reversión a la media.

Quinto, el análisis se restringe a individuos de entre 20 y 60 años de edad, para ser consistentes con otros estudios.

Finalmente, el sexto criterio consiste en analizar solo a aquellos individuos que cuentan con datos válidos para todo el periodo. De esta manera, la muestra resulta ser más estable y estar menos expuesta a grandes cambios en el ingreso reportado por razones no relacionadas con cambios en la política tributaria.

La muestra final incluye 2.2 y 2.6 millones de observaciones en el panel balanceado y no balanceado, respectivamente. Lo anterior se traduce en 1.1 y 1.3 millones de observaciones en los periodos de tres años. En otras palabras, en el panel balanceado se da seguimiento a 269,959 individuos por ocho años.

## Metodología empírica

La elasticidad del ingreso gravable puede derivarse de un problema de maximización tradicional (Feldstein [1999]; Gruber y Saez [2002]; Kleven y Schultz [2014]). Los contribuyentes maximizan una función utilidad de la forma $u(c, z)$, donde $c$ es el consumo y $z$ es el ingreso declarado o gravable.

La utilidad depende positivamente del consumo pero negativamente del ingreso declarado. El problema de maximización está sujeto a la restricción presupuestal en la que el consumo es igual al ingreso después de impuestos. En otras palabras, la restricción presupuestal es igual a:

$$c = z - T(z) = (1 - \tau) \cdot z + E \tag{4}$$

donde $T(\cdot)$, es la obligación fiscal, $\tau \equiv T'(\cdot)$ es la tasa impositiva marginal y $E \equiv \tau \cdot z - T(z)$ es el ingreso virtual. Por lo tanto, se obtiene una función de oferta del ingreso gravable $z(1 - \tau, E)$ que depende de la tasa impositiva marginal neta y del ingreso virtual. Como muestra Feldstein (1999), este sencillo modelo postula que el ingreso gravable incorpora todas las respuestas de comportamiento de los contribuyentes, incluyendo la evasión y elusión fiscal, la elección de la formación laboral y los efectos de los impuestos sobre la oferta laboral. Este modelo omite efectos ingreso[13]. Sin estos efectos, la elasticidad es igual a la elasticidad compensada. Por lo tanto, la elasticidad del ingreso gravable se define como:

$$\xi = \frac{1-\tau}{z} \cdot \frac{\partial z}{\partial(1-\tau)} \tag{5}$$

El objetivo de la estrategia empírica es estimar la elasticidad del ingreso $(\xi)$ relacionando los cambios en las tasas netas de impuestos con los cambios en el ingreso declarado (ya sea ingreso bruto o gravable). Se considera la siguiente ecuación:

$$\log(z_{it}) = \xi \cdot \log(1 - \tau_{it}) + \gamma_t \mathbf{X}_i + \mu_i + v_{it} \tag{6}$$

donde *i* se refiere a los individuos; *t* a los años; $\mathbf{X}_i$ es un vector de características de los individuos (por ejemplo, edad, género, estado de residencia y una constante que controla los efectos anuales para todos los individuos) que no varía a lo largo del tiempo, pero cuyo efecto $\gamma_t$ sí puede cambiar (como en Kleven y Schultz, 2014); y $\mu_i$ es un efecto individual fijo que

13 Gruber y Saez (2002) encuentran pequenos e insignificantes efectos ingreso. Kopczuk (2005) encuentra efectos ingreso no significativos y cercanos a cero. Kleven y Schultz (2014) encuentran un efecto ingreso negativo y significativo, aunque es relativamente pequeno, esta entre -0.015 y -0.007.

captura todas las características individuales invariables en el tiempo. Para eliminar este efecto, se obtiene la primera diferencia de la ecuación (5):

$$\Delta\log(z_{it}) = \xi \cdot \Delta\log(1-\tau_{it}) + \Delta\gamma_t \mathbf{X}_i + \Delta v_{it} \quad (7)$$

Como en la literatura previa, se consideran intervalos de tres años (2002-2005,…, 2008-2011) para calcular los cambios en logaritmos (con la diferencia especificada de *t* a *t+3*). Para obtener un parámetro consistente con la elasticidad del ingreso gravable de la ecuación (1), el supuesto de identificación clave es que el cambio en la tasa impositiva marginal neta $(1-\tau_{it})$ no esté correlacionado con el cambio en los componentes no observables $(v_{it})$[14]. Sin embargo, este supuesto no se cumple, ya que las tasas impositivas marginales no son asignadas exógenamente. Los individuos tienen cierto ingreso gravable y, por lo tanto, la tasa impositiva marginal correspondiente a ese nivel de ingreso.

A medida que el ingreso gravable crece, su tasa impositiva también puede aumentar. La credibilidad en la estimación de la elasticidad del ingreso gravable depende de encontrar un instrumento sólido, es decir, uno que satisfaga las condiciones de relevancia y exogeneidad.

La literatura anterior se ha basado en cambios mecánicos en los impuestos sin respuestas conductuales para construir un instrumento para las tasas impositivas reales. En otras palabras, se simula la tasa marginal impositiva del periodo actual utilizando el ingreso gravable de periodos anteriores. Usando la notación anterior, la tasa impositiva marginal neta simulada se calcula como $\log(1-\tau_{it+3}(z_{it}))$. Por tanto, el instrumento se define de la siguiente forma[15]:

$$\log(1-\tau_{it+3}(z_{it})) - \log(1-\tau_{it}(z_{it})) \quad (8)$$

14 La figura 3 muestra cambios en la tasa marginal impositiva por nivel de ingresos, considerando intervalos de tres anos del 2003 al 2011.

15 Se utilizan las tasas impositivas marginales oficiales. Sin embargo, tambien se estiman las tasas impositivas marginales usando regresiones de medianas del ingreso gravable contra el impuesto adeudado dentro de 1,500 grupos de ingreso por cada ano. Las dos metodolog as proveen tasas impositivas marginales practicamente identicas.

En general, la condición de relevancia se satisface puesto que hay una fuerte correlación entre la tasa marginal neta de impuestos simulada y la tasa marginal neta de impuestos observada. La variable $\tau_{it+3}(z_{it})$ se estima como en estudios previos: el ingreso actual se incrementa de acuerdo con la tasa de inflación, según estadísticas oficiales, y después se aplica la estructura tributaria pertinente para *t+3*. El supuesto de exogeneidad depende crucialmente de si el ingreso gravable previo está correlacionado con los componentes no observables actuales.

El consenso en la literatura es que existen, al menos, dos razones para respaldar dicha correlación. En primer lugar, la reversión a la media genera una correlación positiva entre el cambio de los componentes no observables y el cambio en el ingreso, lo que causa un sesgo en la estimación de la elasticidad. Sin embargo, con frecuencia el ingreso regresa a una trayectoria normal después de un periodo en el que fue particularmente bajo o alto (Giertz, 2009).

En segundo lugar, los individuos pueden experimentar distintas tasas de crecimiento en el ingreso debido a cambios generales en la distribución de la riqueza, no por ajustes en los impuestos (por ejemplo, aquellos causados por cambios tecnológicos sesgados). En contraste con lo observado en otros países, la literatura en México muestra un descenso en la desigualdad salarial en el periodo estudiado[16] y, por lo tanto, existe una correlación negativa entre el ingreso pasado y el componente no observable actual. Lo anterior sugiere una sobreestimación de la elasticidad del ingreso gravable.

Para controlar los posibles sesgos se requiere de una variedad de controles sobre el ingreso pasado, así como de una amplia base de datos que incluya diferentes años y diversas reformas fiscales. La base de datos disponible para el estudio contiene numerosos cambios en tasas impositivas y es lo suficientemente grande como para permitir controlar diversas formas funcionales del ingreso pasado, similares a las que se encuentran en la literatura (Auten y Carroll [1999]; Gruber y Saez [2002]; Kopczuk [2005]; Kleven y Schultz [2014]). En primer lugar, añadimos *spline*s de diez tramos de

16 Se observo un descenso en la desigualdad en Mexico del 2000-2006, seguido por un periodo de estabilidad del 2006-2012. Veanse Esquivel (2011), Campos-Vazquez (2013), y Campos-Vazquez, Esquivel, y Lustig (2014).

los logaritmos del ingreso actual (Gruber y Saez, 2002). En segundo, las regresiones incluyen los controles propuestos por Kopczuk (2005) y Kleven y Schultz (2014), que comprenden *splines* de diez tramos del logaritmo del ingreso de $t-2$, $t-1$ y $t$; *splines* de diez tramos para la desviación del logaritmo del ingreso para los periodos $t-2$, $t-1$ y $t$; así como las interacciones entre ellas.

Estas especificaciones controlan los componentes transitorios y permanentes de diversas formas. Finalmente, las regresiones contienen características demográficas y variables binarias para los años de estudio. Estos controles producen resultados más confiables, comparables con estudios previos de otros países, en los que existen estimaciones similares.

## Resultados

### *6.1. Resultados principales*

La tabla 4 muestra las estimaciones de la variable instrumental para la elasticidad del ingreso gravable y del bruto, respectivamente, obtenidas con una base de datos tipo panel balanceado y no balanceado. Todas las regresiones incluyen un conjunto de variables dicotómicas para los años y para las interacciones de edad y género con año. Los errores estándar están agrupados a nivel individual y las regresiones están ponderadas por el ingreso. Con el fin de evitar grandes valores atípicos, la muestra se acotó solo a cambios entre -2 y 2 en el logaritmo del ingreso; al hacerlo, se eliminó, aproximadamente, el 1.5% de las observaciones. Como se mencionó previamente, no todos los individuos presentan su declaración de impuestos cada año. Al respecto, para mostrar la heterogeneidad de los resultados, se muestran los resultados de ambos paneles, el balanceado y el no balanceado. Es posible que los individuos del primer panel reaccionen más que el total de los contribuyentes, dado que ellos siempre presentaron declaraciones de ingresos y están conscientes del nivel de su ingreso bruto y gravable, así como del impuesto causado.

La Tabla 4, fila 1, incluye las especificaciones básicas sin controles en el ingreso por reversión a la media o cambios en los patrones de desigualdad. La elasticidad es alta y cercana a 1. Al añadir *splines* a la especificación sin

controles en el ingreso, la elasticidad del ingreso gravable disminuye de 1.059 a 0.691 para el panel balanceado, y de 0.493 a 0.372 para el no balanceado. Las siguientes filas de la Tabla presentan los resultados utilizando controles tradicionales para el ingreso. Como han mostrado estudios previos, éstas son sensibles a las diferentes especificaciones en la regresión; en particular, la inclusión de *splines* en rezagos del ingreso y la inclusión de desviaciones de la renta en periodos anteriores.

**Tabla 4. Elasticidad del ingreso gravable e ingreso bruto para el panel balanceado y no balanceado**

| | Elasticidad del ingreso gravable | | Elasticidad del ingreso gravable bruto | |
|---|---|---|---|---|
| | Panel Balanceado | Panel no Balanceado | Panel Balanceado | Panel no Balanceado |
| 1. Sin incluir controles del ingreso | 1.059*** | 0.493*** | 1.205*** | 0.940*** |
| | [0.082] | [0.071] | [0.083] | [0.071] |
| 2. *Splines* del log del ingreso actual | 0.691*** | 0.372** | 0.605*** | 0.473*** |
| | [0.186] | [0.166] | [0.184] | [0.162] |
| 3. *Splines* del log del ingreso en t-1 | 1.839*** | 1.376*** | 1.388*** | 1.206*** |
| | [0.135] | [0.116] | [0.138] | [0.119] |
| 4. *Splines* del log del ingreso en t-1, *splines* del log del ingreso actual, y *splines* del log de la desviación entre t-1 y t del ingreso | 0.551*** | 0.297* | 0.446** | 0.365** |
| | [0.181] | [0.158] | [0.175] | [0.154] |
| 5. *Splines* del log del ingreso actual, *splines* del ingreso en t-2 y log de la desviación, y log de la desv. entre t-2 y t-1 y entre t-1 y t de los ingresos | 0.659*** | 0.388** | 0.561*** | 0.460*** |
| | [0.184] | [0.161] | [0.179] | [0.158] |
| 6. *Splines* del log del ingreso actual y *splines* de t-2 | 0.640*** | 0.380** | 0.532*** | 0.440*** |
| | [0.182] | [0.160] | [0.178] | [0.157] |
| Número de observaciones | 1,063,901 | 1,256,643 | 1,066,697 | 1,260,710 |

*Notas: Elasticidad basada en regresiones MC2E. Los errores estándar, agrupados por individuo, se muestran entre paréntesis. *** indica significancia al nivel de 1%, ** denota significancia al nivel de 5%, y * indica significancia al nivel de 10%. La variable dependiente es creada utilizando el ingreso gravable y siguiendo la estrategia empírica de comparación por periodos de tres años descrita en el texto. Todas las regresiones son controladas por un conjunto completo de variables binarias de año y por las interacciones entre edad y género y edad y año. Los splines indican una función lineal flexible por tramos con 10 grupos. El cambio en el logaritmo del ingreso se limita a valores de -2 a 2, lo que elimina aproximadamente el 1.5% de las observaciones*.

El hecho de que los controles absorban la mayor parte de la variación puede sugerir que la estimación no está siendo identificada. No obstante, una vez que se controla por el ingreso actual y el del periodo *t-2*, los resultados son similares a la estimación controlando solo por el ingreso actual. Las principales elasticidades en la literatura controlan por: 1) cambios en la distribución del ingreso y reversión a la media mediante la inclusión de *splines* de diez tramos del logaritmo del ingreso (Gruber y Saez, 2002); 2) cambios en el ingreso durante el año anterior; y 3) la inclusión de *splines* y desviaciones del ingreso en t-1 (Kopczuk, 2005). Un estudio reciente incluye rezagos adicionales (*t-2*) y *splines* de orden superior (Kleven y Schultz, 2014). Todo lo anterior fue incluido en las estimaciones para el caso de México.

Basados en los controles utilizados en estudios anteriores, la elasticidad del ingreso gravable preferida para México cae dentro del rango 0.39-0.66, utilizando paneles balanceados y no balanceados (véase la Tabla 4, fila 5). La principal elasticidad del ingreso bruto se ubica en el rango de 0.46 a 0.56, lo que indica que los contribuyentes reportan proporcionalmente menos ingresos en sus declaraciones conforme el impuesto sobre la renta aumenta. Estos resultados son útiles para comparar el ingreso gravable y bruto, así como para hacer comparaciones internacionales.

**Tabla 5. Elasticidad del ingreso gravable e ingreso bruto para el panel balanceado y no balanceado, con controles**

| | Elasticidad del ingreso gravable | | Elasticidad del ingreso gravable bruto | |
|---|---|---|---|---|
| | Panel Balanceado | Panel no Balanceado | Panel Balanceado | Panel no Balanceado |
| 1. Sin incluir controles del ingreso | 1.080*** | 0.520*** | 1.177*** | 0.913*** |
| | [0.079] | [0.067] | [0.080] | [0.069] |
| 2. *Splines* del log del ingreso actual | 0.677*** | 0.376** | 0.600*** | 0.467*** |
| | [0.188] | [0.163] | [0.183] | [0.160] |
| 3. *Splines* del log del ingreso en t-1 | 1.858*** | 1.396*** | 1.396*** | 1.212*** |
| | [0.135] | [0.115] | [0.138] | [0.118] |
| 4. *Splines* del log del ingreso en t-1, *splines* del log del ingreso actual, y *splines* del log de la desviación entre t-1 y t del ingreso | 0.541*** | 0.289* | 0.431** | 0.350** |
| | [0.180] | [0.155] | [0.173] | [0.151] |
| 5. *Splines* del log del ingreso actual, *splines* del ingreso en t-2 y log de la desviación, y log de la desv. entre t-2 y t-1 y entre t-1 y t de los ingresos | 0.653*** | 0.383** | 0.549*** | 0.448*** |
| | [0.183] | [0.159] | [0.178] | [0.156] |
| 6. *Splines* del log del ingreso actual y *splines* de t-2 | 0.638*** | 0.378** | 0.522*** | 0.430*** |
| | [0.181] | [0.158] | [0.177] | [0.156] |
| Número de observaciones | 1,062,945 | 1,255,535 | 1,065,745 | 1,259,607 |

*Notas: Elasticidad basada en regresiones MC2E. Los errores estándar, agrupados por individuo, se muestran entre paréntesis. *** denota significancia al nivel de 1%, ** denota significancia al nivel de 5%, y * indica significancia al nivel de 10%. La variable dependiente es creada utilizando el ingreso gravable y siguiendo la estrategia empírica de comparación por periodos de tres años descrita en el texto. Todas las regresiones son controladas por un conjunto completo de variables binarias de año y por las interacciones entre edad y género y edad y año. Los splines denotan una función linear flexible por tramos con 10 grupos. El cambio en el logaritmo del ingreso se limita a valores de -2 a 2, lo que elimina aproximadamente el 1.5% de las observaciones. Esta tabla incluye otros controles tales como un conjunto completo de variables binarias e interacciones entre género, edad y año.*

También se llevó a cabo un análisis de robustez, mediante la adición de más controles a las regresiones anteriores que se presentan en la Tabla 5. Los controles adicionales son los siguientes: un conjunto completo de variables dicotómicas de estado e interacciones entre género, edad y año. Los resultados son similares a los presentados anteriormente, la elasticidad del ingreso gravable preferida cae en el rango 0.38-0.65 utilizando paneles balanceados y no balanceados respectivamente (véase la Tabla 5, fila 5). Además, la elasticidad del ingreso bruto se encuentra en el rango 0.45-0.55, usando paneles balanceados y no balanceados. Por lo tanto, los resultados son estables y similares, aun con controles adicionales.

Como se esperaba, la elasticidad para México es relativamente alta en comparación con países desarrollados. Para los Estados Unidos, Gruber y Saez (2002) y Kopczuk (2005) encuentran elasticidades de la renta gravable cercanas a 0.4. En Canadá, Sillamaa y Veall (2001) la elasticidad cae en un intervalo de 0.13-0.27. Arabu y Thoresen (2001) mencionan elasticidades en Noruega de entre -0.6 y 0.2. Gelberg (2014) estima una elasticidad en Suecia de 0.41 para los esposos y 0.47 para las esposas. Kleven y Schultz (2014) reportan una elasticidad del ingreso laboral de 0.05 para asalariados y de 0.1 para trabajadores auto-empleados en Dinamarca. La única excepción es Alemania, donde Witczak y Gottfried (2009) estiman una elasticidad de 1.06 para todos los contribuyentes.

La elasticidad mexicana es más cercana a aquellas calculadas para países en desarrollo. Kopczuk (2012) presenta uno de los primeros estudios sobre el ingreso gravable en países en desarrollo, analizando el caso de Polonia. Este país, cuya economía informal es relativamente alta, tiene una elasticidad del ingreso gravable cercana a 1; incluyendo controles, la elasticidad preferida por el autor es 0.39. Kiss y Mosberger (2011) reportan elasticidades en el rango 0.15-0.62 para Hungría. Los resultados empíricos respaldan, de cierta forma, la teoría acerca de que las respuestas de comportamiento a los impuestos están vinculadas con las oportunidades de evasión de cada sistema tributario (Slemrod, 1998 y 2007). En otras palabras, pareciera ser que las oportunidades de evasión fiscal son mayores en los países en vías de desarrollo que en los desarrollados.

### *6.2. Tasas impositivas óptimas que maximizan la recaudación del ISR*

Existen diferentes aproximaciones para el cálculo del impuesto sobre la renta óptimo. El impuesto sobre la renta que maximiza la recaudación para individuos con ingresos altos en un sistema tributario progresivo está dado por:

$$\tau^* = \frac{1}{1+a \cdot e} \tag{9}$$

donde $e$ es la elasticidad del ingreso gravable. El parámetro de Pareto de la cola superior de la distribución es $a$, donde $a = \frac{z_m}{z_m - z^*}$, $z_m$ es la renta promedio y $z^*$ es el umbral del ingreso establecido; este último parámetro mide la delgadez de la cola superior de la distribución (Saez [2001]; Diamond y Saez [2011]; Saez, Slemrod, y Giertz [2012])[17]. La expresión anterior proviene de (Saez, 2001):

$$\tau^* = \frac{1-\bar{g}}{1-\bar{g}+\varphi^u+\varphi^c(a-1)} \tag{10}$$

donde $\bar{g}$ es la meta redistributiva del gobierno, $\varphi^u$ es la elasticidad no compensada, $\varphi^c$ es la elasticidad compensada, y $a$ es el parámetro de Pareto. En el caso en el que no hay efecto ingreso se tiene que: $\varphi^u = \varphi^c = e$. Como muestra Saez (2001), cuando $\bar{g} = 0$, la tasa impositiva máxima es la que maximiza la recaudación. Por otra parte, Diamond y Saez (2011) y Saez et al. (2012) expresan el parámetro de Pareto como:

$$\alpha = \frac{Z_m}{(Z_m - Z^*)} \tag{11}$$

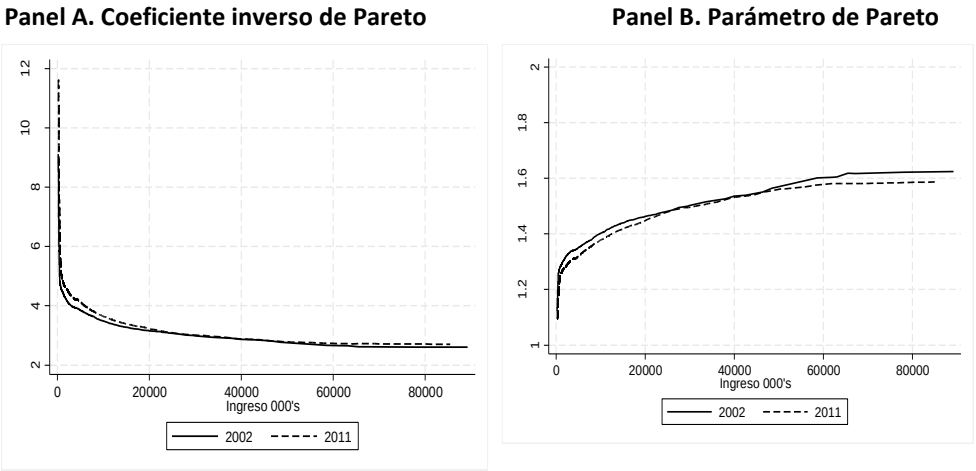
donde $z^m = \int_{z^*}^{\infty} zf(z)dz / \int_{z^*}^{\infty} f(z)dz$ y z* es el umbral de ingreso. El parámetro de Pareto invertido (β) es igual a β=α/(α-1). Si β=3, por ejemplo, el ingreso promedio de los contribuyentes por encima de un umbral específico, por ejemplo, $1 millón, sería de $3 millones y, análogamente, para diferentes umbrales[18].

17 En general $a \geq 1$; $a = 1$ cuando el mismo impuesto fijo aplica para todos los ingresos (Saez, Slemrod, y Giertz, 2012). Diamond y Saez (2011) encuentran que $a \approx 1.5$ para $z^*$ por encima de $300,000.

18 Veanse Atkinson et al. (2011) y Saez (2001) para mayores detalles.

A partir de estas fórmulas, resulta evidente que la distribución del ingreso juega un papel relevante en la estimación del impuesto óptimo (Saez, 2001). Una mayor desigualdad del ingreso de las personas más ricas, medida por la delgadez de la cola superior de la distribución, significa una tasa impositiva marginal más alta. Por otra parte, una mayor sensibilidad de los contribuyentes ante cambios en las tasas de impuestos, implica que la tasa impositiva marginal óptima será menor.

**Figura 3. Parámetros de Pareto Invertido y Pareto**




*Notas: El parámetro de Pareto invertido (β) es igual a β=α/(α-1). Si β=3, por ejemplo, el ingreso promedio de los contribuyentes por encima de un umbral especifico, digamos $1 millón, sería de $3 millones, y análogamente para diferentes umbrales.*

Siguiendo la notación anterior, para calcular la máxima tasa impositiva marginal óptima es necesario realizar una estimación del parámetro de Pareto. En este estudio, la estimación siguió el método en Diamond y Saez (2011). El panel A de la figura 3 presenta un coeficiente de Pareto inverso de 2.7, mientras que el panel B muestra un parámetro de Pareto de 1.6. De acuerdo con Atkinson et al. (2011) y Saez (2001), un coeficiente inverso de Pareto más grande significa una desigualdad de ingresos más alta. Este planteamiento es

intuitivo porque un mayor coeficiente inverso de Pareto significa que la cola superior es más gruesa.

El coeficiente de Pareto mexicano (1.6) es similar al parámetro de Pareto de los Estados Unidos, lo cual es un resultado razonable si se comparan los índices de desigualdad de ambos países. Saez (2011) encuentra que el parámetro *a* es aproximadamente 2.0 para los Estados Unidos, mientras que recientemente Diamond y Saez (2011) indican que el valor es de alrededor de 1.5. Atkinson, Piketty, y Saez (2011) reportan parámetros de Pareto para 22 países entre 1949 y 2005. En su estudio, la mayoría de los valores se ubican entre 1.5 y 2.5, con un valor promedio de 2.1.

La Tabla 6 muestra la tasa impositiva marginal máxima óptima en México para los individuos de mayores ingresos, utilizando diferentes parámetros de Pareto y diversos valores de la elasticidad del ingreso gravable como puntos de referencia. La principal estimación del coeficiente de Pareto es 1.6. Sin embargo, también se muestran resultados con valores de 1.4 y 1.8 con el objetivo de ilustrar la sensibilidad de las estimaciones.

Considerando la estimación principal (coeficiente de Pareto de 1.6), los resultados con la elasticidad del ingreso gravable indican que para maximizar la recaudación del ISR los individuos de ingresos más altos deberían ser gravados con una tasa impositiva marginal máxima en el rango de 48.6% a 61.6%. Alternativamente, usando la elasticidad del ingreso bruto, la tasa impositiva que maximiza la recaudación del ISR se ubica entre 52.7% y 57.6%. Un coeficiente de Pareto de 1.8 disminuye ligeramente la tasa impositiva óptima para ser entre 49.8% y 54.7%, mientras que un coeficiente de 1.4 la aumenta a un rango entre 56.1% y 60.8%.

**Tabla 6. Tasas impositivas marginales máximas para individuos de mayores ingresos que optimizan la recaudación tributaria**

| | Elasticidad del ingreso gravable | | | Elasticidad del ingreso bruto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Alta | Media | Baja | Alta | Media | Baja |
| | 0.66 | 0.53 | 0.39 | 0.56 | 0.51 | 0.46 |
| **Parámetro de Pareto** | | | | | | |
| 1.4 | 52.0% | 57.4% | 64.7% | 56.1% | 58.3% | 60.8% |
| 1.6 | 48.6% | 54.1% | 61.6% | 52.7% | 55.1% | 57.6% |
| 1.8 | 45.7% | 51.2% | 58.8% | 49.8% | 52.1% | 54.7% |

*Notas: Cálculos de los autores. La elasticidad alta se obtiene del panel balanceado y la elasticidad baja del panel no balanceado. La media es el promedio de las elasticidades alta y baja.*

Estas tasas impositivas marginales óptimas máximas son notablemente más altas que la tasa impositiva marginal máxima oficial actual de 35%. Por tanto, existe un margen para incrementar las tasas impositivas marginales para los contribuyentes de mayores ingresos con el fin de maximizar la recaudación por ISR del gobierno.

Para Estados Unidos los estudios indican que las tasas impositivas óptimas son más altas que las encontradas para México. Dado que el coeficiente de Pareto es similar, la diferencia puede explicarse porque la elasticidad del ingreso gravable en los Estados Unidos es menor que la de México.

Los resultados muestran que los contribuyentes estadounidenses son menos sensibles ante cambios en los impuestos que los mexicanos. Gruber y Saez (2002) encuentran tasas impositivas óptimas de 73% para los contribuyentes estadounidenses de ingresos más altos. Utilizando un parámetro de Pareto igual a 1.5, Diamond y Saez (2011) reportan una tasa impositiva marginal máxima óptima de 73% en Estados Unidos. Piketty, Saez, y Stantcheva (2014) encuentran que la tasa impositiva marginal que maximiza la recaudación en Estados Unidos es 57% para el enfoque estándar del efecto del impuesto en la oferta, 62-71% en un escenario de evasión fiscal, y 83% en un el escenario de negociación de la remuneración.

### *6.3 Recaudación potencial con tasas de impuestos óptimas*

Después de obtener las tasas de impuestos que maximizan la recaudación, es útil investigar cuánta recaudación adicional podría obtener con dichas tasas. El impacto potencial en los ingresos fiscales de un incremento en las tasas impositivas aplicables a las personas físicas puede ser aproximado utilizando la elasticidad del ingreso gravable previamente calculada. Para hacerlo, se siguió la metodología propuesta por Feldstein (1995b):

$$dREV^{PIT} = \text{TI}\, dt_a^{PIT} + t^{PIT}\left\{\varepsilon_T TI\,(1-t)^{-1} d(1-t) + \left(\frac{dTI}{dy}\right) TI\, dt_a^{PIT}\right\} \quad (12)$$

donde $dREV^{PIT}$ es la recaudación individual adicional por el impuesto sobre la renta, TI es el ingreso gravable inicial, $dt_a^{PIT}$ es el cambio en el impuesto sobre la renta promedio, $\varepsilon_T$ es la elasticidad compensada del ingreso gravable, $t^{PIT}$ es la tasa impositiva marginal inicial, $(1-t)^{-1}d(1-t)$ captura el cambio porcentual en la participación neta de impuestos, y $\left(\frac{dTI}{dy}\right)$ mide el efecto ingreso de los cambios en los impuestos. En este ejercicio se utiliza una elasticidad del ingreso de 0.1, dada en Gruber y Saez (2002).

Para estimar la recaudación adicional que generaría la implementación de las tasas impositivas óptimas se plantearon tres escenarios: 1) un incremento en la tasa impositiva marginal máxima de 35% a 48.6% (un aumento del 38.8%); 2) un incremento de 35% a 54.1% (un aumento del 54.6%); y 3) un incremento de 35% a 61.6% (un aumento del 76%). Es importante notar que, en los tres escenarios, las tasas impositivas marginales mínimas, las exenciones y las deducciones se mantienen constantes. Es decir, el incremento en la tasa marginal máxima solo aplica a los contribuyentes que están sujetos a esa tasa.

**Tabla 7. Ingresos potenciales de incrementar las tasas impositivas máximas a su nivel óptimo (porcentaje del PIB)**

| | Máxima tasa impositiva marginal óptima | | |
|---|---|---|---|
| | **Baja** | **Media** | **Alta** |
| | **48.6%** | **54.1%** | **61.6%** |
| - Sin cambios de conducta | 0.53% | 0.74% | 1.03% |
| - Con cambios de conducta | 0.32% | 0.45% | 0.63% |
| - Pérdida de ingresos por reacción de contribuyentes | 0.21% | 0.29% | 0.40% |

*Nota: PIB al 1er trimestre del 2014 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.*

La Tabla 7 muestra el impacto potencial en la recaudación, medido como porcentaje del PIB[19], en caso de que las tasas impositivas marginales máximas se incrementaran a su nivel óptimo. En conjunto, los tres escenarios proveerían ingresos fiscales adicionales en un intervalo de 0.32% a 0.63% del PIB, considerando las respuestas en el comportamiento de los contribuyentes, y de entre 0.53% y 1.03% sin considerar reacciones de los contribuyentes. En otras palabras, la posible pérdida en la recaudación por el cambio de conducta de los pagadores de impuestos sería de entre 0.21 y 0.40% del PIB. Utilizando el escenario intermedio, el incremento en la recaudación (0.45% del PIB) equivale a cerca del 10% de la recaudación por concepto de ISR como porcentaje del PIB registrada en el año 2011.

Es decir, incrementar las tasas impositivas para los contribuyentes de más altos ingresos aumentaría la recaudación de forma moderada en términos del PIB. Sin embargo, en comparación con los valores registrados en el periodo de análisis, el aumento estimado en la recaudación es similar al incremento observado acumulado entre 2002 y 2011.

19 En el anexo 1 se encuentra una descripcion mas detallada para obtener la recaudacion potencial de implementar las tasas de impuestos optimas.

## Conclusiones

Este estudio examina las respuestas o reacciones en el comportamiento de los contribuyentes mexicanos ante cambios en las tasas del impuesto sobre la renta (ISR). Utilizando una base de datos anónima tipo panel de 631,000 declaraciones de impuestos por año para el periodo 2002-2011, se estimaron las elasticidades del ingreso bruto y del ingreso gravable, así como las tasas impositivas que maximizarían la recaudación impositiva por ISR para personas físicas. Este es el primer estudio en su tipo en México y también es uno de los primeros análisis para un país en desarrollo.

Dado que, en comparación con otras economías, México es un país con bajos ingresos fiscales y con un alto grado de desigualdad en la distribución del ingreso, es importante cuantificar el efecto que tendrían posibles cambios en las tasas impositivas marginales sobre la recaudación y sobre el comportamiento de los contribuyentes.

Siguiendo los trabajos fundamentales de Feldstein (1999) y Gruber y Saez (2002), se calcularon las elasticidades del ingreso gravable y del ingreso bruto; es decir, se cuantificó la reacción de los contribuyentes ante cambios en las tasas impositivas. Para ello, la información se agrupó en periodos de tres años para relacionar los cambios en el ingreso reportado por las personas físicas con los cambios en las tasas impositivas marginales. Esta metodología permite comparar los efectos de las tasas impositivas en el ingreso reportado antes y después de las reformas al régimen fiscal que se instrumentaron entre 2002 y 2011, las cuales tuvieron diferentes efectos en los contribuyentes. Con un panel balanceado, se estimó que la principal elasticidad del ingreso gravable en México es 0.66. Considerando que esta elasticidad es relativamente alta, parece ser que disminuir las tasas impositivas aplicables a las personas físicas no sería la mejor política tributaria para elevar los ingresos fiscales por concepto de ISR del gobierno federal.

También se calcularon las tasas impositivas marginales óptimas conforme a la metodología de Saez (2001), Diamond y Saez (2011), y Saez, Slemrod y Giertz (2012). Al considerar elasticidades que se ubican en un rango de entre 0.39 y 0.66, así como un coeficiente de Pareto igual a 1.6, la tasa de impuestos

marginal máxima, que podría ser aplicada a los individuos de ingresos más altos y que maximizaría la recaudación por ISR se encuentra en un intervalo entre 48.6% y 61.6%. Esta tasa impositiva marginal máxima óptima es mayor que la tasa de 35% que se encuentra vigente actualmente.

Por último, se estimó que la aplicación de una tasa impositiva marginal máxima de 54% proporcionaría ingresos fiscales adicionales de alrededor de 0.45% del PIB. Incrementar las tasas impositivas marginales para los contribuyentes de mayores ingresos maximizaría la recaudación por concepto de ISR, pero el incremento sería relativamente moderado, a pesar de que dicho crecimiento es similar al aumento de la recaudación por ISR acumulado entre 2002 y 2011. Es importante mencionar que se asume que el sistema fiscal se mantiene constante, es decir que no hay cambios en deducciones, y que el incremento en la tasa solo aplica a los contribuyentes que ya están sujetos a la tasa máxima.

Por tanto, como argumentan Saez, Slemrod, y Giertz (2012), es posible sugerir que la mejor política para aumentar los ingresos fiscales del gobierno federal podría ser eliminar las oportunidades de evasión y, en paralelo, ampliar la base gravable, para reducir las respuestas conductuales de los contribuyentes (personas físicas) y maximizar la recaudación por concepto de impuesto sobre la renta.

**Bibliografía**

**Aarbu, K. y Thor O. Thoresen.** 2001. "Income Responses to Tax Changes—Evidence from the Norwegian Tax Reform." *National Tax Journal*, 54(2): 319-38.

**Atkinson, Anthony B., Thomas Piketty y Emmanuel Saez.** 2011. "Top Incomes in the Long Run of History." *Journal of Economic Literature*, 49(1): 3-71.

**Auten, Gerald y Robert Carroll.** 1999. "The Effect of Income Taxes on Household Income." *Review of Economics and Statistics*, 81(4): 681-93.

**Bakos, Peter, Peter Benczur y Dora Benedek.** 2008. "The Elasticity of Taxable Income: Estimates and Flat-Tax Predictions Using the Hungarian Tax Changes in 2005." *Kozgazdasagi Szemle* (*Economic Review*), 55(9): 733-62.

**Brewer, Mike, Emmanuel Saez y Andrew Shephard.** 2010. "Means-Testing and Tax Rates on Earnings." En *Dimensions of Tax Design: The Mirrlees Review,* editado por S. Adam, T. Besley, R. Blundell, S. Bond, R. Chote, M. Gammie, P. Johnson, G. Myles, y J. Poterba, Chapter 2, 90-173. Oxford: Oxford University Press.

**Campos-Vazquez, Raymundo, Gerardo Esquivel y Nora Lustig.** 2014. "The Rise and Fall of Income Inequality in Mexico: 1989-2010." En *Falling Inequality in Latin America: Policy Changes and Lessons*, editado por G. A. Cornia, Capítulo 7, 140-163. Oxford: Oxford University Press.

**Campos-Vazquez, Raymundo M.** 2013. "Why Did Wage Inequality decrease in Mexico after Nafta?" *Economía Mexicana. Nueva Época*, 22(2): 245-78.

**Diamond, Peter y Emmanuel Saez.** 2011. "The Case for a Progressive Tax: From Basic Research to Policy Recommendations." *The Journal of Economic Perspectives*, 25(4): 165-90.

**Esquivel, Gerardo.** 2011. "The Dynamics of Income Inequality in Mexico since Nafta." *Economía*, 12(1): 155-79.

**Feldstein, Martin.** 1995a. "The Effect of Marginal Tax Rates on Taxable Income: A Panel Study of the 1986 Tax Reform Act." *Journal of Political Economy*, 103(3): 551-72.

**Feldstein, Martin.** 1995b. "Tax Avoidance and the Deadweight Loss of the Income Tax." National Bureau of Economic Research Working Paper 5055.

**Feldstein, Martin.** 1999. "Tax Avoidance and the Deadweight Loss of the Income Tax." *Review of Economics and Statistics*, 81(4): 674-80.

**Gelber, Alexander M.** 2014. "Taxation and the Earnings of Husbands and Wives: Evidence from Sweden." *Review of Economics and Statistics*, 96(2): 287-305.

**Giertz, Seth H.** 2009. "The Elasticity of Taxable Income: Influences on Economic Efficiency and Tax Revenues, and Implications for Tax Policy." En *Tax Policy Lessons from the 2000s*, editado por A. Viard, Capítulo 5, 101-136. Washington, DC: AEI Press.

**Gruber, Jon y Emmanuel Saez.** 2002. "The Elasticity of Taxable Income: Evidence and Implications." *Journal of Public Economics*, 84(1): 1-32.

**Hansson, Åsa.** 2007. "Taxpayers' Responsiveness to Tax Rate Changes and Implications for the Cost of Taxation in Sweden." *International Tax and Public Finance*, 14(5): 563-82.

**Harberger, Arnold.** 1964. "Taxation, Resource Allocation, and Welfare," En *The Role of Direct and Indirect Taxes in the Federal Reserve System*, editado por J. F. Due, Capítulo 2, 25-80. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (National Institute of Statistics).** Varios años. http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/ y http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibt/

**Kiss, Áron y Pálma Mosberger.** 2011. "The Elasticity of Taxable Income of High Earners: Evidence from Hungary." *Empirical Economics*, 46(4): 1-26.

**Kleven, Henrik J. y Esben Schultz.** 2014. "Estimating Taxable Income Responses Using Danish Tax Reforms." *American Economic Journal: Economic Policy*, próximo. http://elsa.berkeley.edu/~saez/course/kleven-schultz_jan2012.pdf

**Kleven, Henrik J. y Mazhar Waseem.** 2013. "Using Notches to Uncover Optimization Frictions and Structural Elasticities: Theory and Evidence from Pakistan." *The Quarterly Journal of Economics*, 128(2): 669-723

**Kopczuk, Wojciech.** 2005. "Tax Bases, Tax Rates and the Elasticity of Reported Income." *Journal of Public Economics*, 89(11): 2093-119.

**Kopczuk, Wojciech.** 2012. "The Polish Business "Flat" Tax and Its Effect on Reported Incomes: A Pareto Improving Tax Reform." Columbia University. http://www.columbia.edu/~wk2110/bin/PolishFlatTax.pdf

**Piketty, Thomas y Emmanuel Saez.** 2013. "Optimal Labor Income Taxation," En *Handbook of Public Economics,* Vol 5, editado por A. J. Auerbach, R. Chetty, M. Feldstein, y E. Saez, 391-474. Amsterdam: Elsevier B.V.

**Piketty, Thomas, Emmanuel Saez y Stefanie Stantcheva.** 2014. "Optimal Taxation of Top Labor Incomes: A Tale of Three Elasticities." *American Economic Journal: Economic Policy*, 6(1): 230-71.

**Saez, Emmanuel.** 2001. "Using Elasticities to Derive Optimal Income Tax Rates." *Review of Economic Studies*, 68(1): 205-29.

**Saez, Emmanuel, Joel Slemrod y Seth H Giertz.** 2012. "The Elasticity of Taxable Income with Respect to Marginal Tax Rates: A Critical Review." *Journal of Economic Literature*, 50(1): 3-50.

**Secretaría de Hacienda y Crédito Público (Ministry of Finance).** 2002-2011. *Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública* (Reports on the Economic Situation, Public Finance, and Public Debt). Cuarto trimestre (Fourth quarter). Anexos (Appendices). Secretaria de Hacienda y Crédito Público, México.

**Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Servicio de Administración Tributaria.** Varios años. http://www.sat.gob.mx.

**Sillamaa, Mary-Anne y Michael R Veall.** 2001. "The Effect of Marginal Tax Rates on Taxable Income: A Panel Study of the 1988 Tax Flattening in Canada." *Journal of Public Economics*, 80(3): 341-356.

**Slemrod, Joel.** 1983. "Do We Know How Progressive the Income Tax System Should Be?" *National Tax Journal*, 36(3): 361-69.

**Slemrod, Joel.** 1998. "Methodological Issues in Measuring and Interpreting Taxable Income Elasticities." *National Tax Journal*, 51(4): 773-88.

**Slemrod, Joel.** 2007. "Cheating Ourselves: The Economics of Tax Evasion." *Journal of Economic Perspectives*, 21(1): 25-48.

**Witczak, Daniela y Peter Gottfried.** 2009. "Taxable Income Response to Tax Rate Changes– Empirical Evidence from the German Taxpayer Panel." Institut für Angewandte Wirstchaftsforschung. IAW Discussion Papers 57. http://www.addegem-asso.fr/docs/PapersDMM2009/6.pdf

# ANEXOS

## Anexo 1. Cálculo de la recaudación fiscal por ISR con tasas marginales máximas óptimas

Para estimar la recaudación fiscal adicional que puede ser obtenida utilizando las tasas del impuesto sobre la renta óptimas usamos tres escenarios: un incremento en la tasa impositiva máxima de 35% a 48.6% (un aumento del 38.8%), de 35% a 54.1% (un aumento del 54.6%), y de 35% a 61.6% (un aumento del 76%). Es importante notar que estos escenarios mantienen tasas impositivas constantes para las bandas tributarias más bajas.

Tras multiplicar el incremento porcentual en la tasa impositiva marginal máxima de la banda tributaria de ingresos altos por su contribución al ingreso gravable nacional, se estima que las tasas impositivas marginales promedio aumentaran en 17.3%, 24.3% y 33.9%.[20] Esto significa que la tasa impositiva promedio cambiaría de 29.3% a 34.4%, de 29.3% a 36.4%, y de 29.3% a 39.2% en cada escenario, respectivamente.[21].

Un incremento de 24.3% en la tasa impositiva promedio elevaría la recaudación del impuesto al ingreso personal, *ceteris paribus*, en alrededor de $74.4 mil millones de pesos (aproximadamente 0.5% del PIB). Esta estimación considera las respuestas individuales a los impuestos. Para llegar a este número, seguimos la metodología propuesta por Feldstein (1995b):

$$dREV^{PIT} = \mathrm{TI}\, dt_a^{PIT} + t^{PIT}\left\{\varepsilon_T TI\,(1-t)^{-1} d(1-t) + \left(\frac{dTI}{dy}\right) TI\, dt_a^{PIT}\right\} \quad \text{(A1)}$$

donde $dREV^{PIT}$ es la recaudación individual adicional por el impuesto sobre la renta, TI es el ingreso gravable inicial, $\mathrm{dt}_\mathrm{a}^{\mathrm{PIT}}$ es el cambio en el impuesto sobre

20 Escenario 1: $17.3\% = 38.8\% * 44.6\%$
Escenario 2: $24.3\% = 54.6\% * 44.6\%$
Escenario 3: $33.9\% = 76\% * 44.6\%$

21 La tasa de impuestos promedio en el 2011 dentro de la base de datos fue $26.4\%$. El aumento porcentual en la tasa impositiva marginal de las tres bandas superiores de ingresos debido a la reforma tributaria del 2014 es multiplicado por su contribucion en el ingreso nacional gravable; se estima que las tasas impositivas marginales promedio se incrementen de $26.4\%$ a $29.3\%$, cerca del $11\%$ ($6.6\% * 8\% + 13.3\% * 22.9\% + 16.6\% * 44.6\%$, donde $6.6\%$, $13.3\%$, y $16.6\%$ son los incrementos en las tasas del impuesto sobre la renta [de 30 a $32\%$, de $30\%$ a $34\%$, y de 30 a $35\%$, respectivamente])

la renta promedio, $\varepsilon_T$ es la elasticidad compensada del ingreso gravable, $t^{PIT}$ es la tasa impositiva marginal inicial, $(1-t)^{-1}d(1-t)$ captura el cambio porcentual en la participación neta de impuestos, y $\left(\frac{dTI}{dy}\right)$ mide el efecto ingreso de los cambios en impuestos.

Al sustituir, se obtiene la siguiente aproximación:[22]

$$\begin{aligned} dREV^{PIT} &= \$427{,}150\ (0.071) \\ &\quad + 0.35\{0.66 * \$427{,}150 * (-0.131) + 0.1 \\ &\quad * \$427{,}150\ (0.071)\} \\ &= \$30{,}457 + 0.35\{-36{,}923 + 3{,}046\} \\ &= \$18.6 \text{ billion pesos} \end{aligned}$$

La primera expresión indica la recaudación adicional de los contribuyentes permanentes sin respuestas en el comportamiento o una reducción en su ingreso gravable: $30.457 miles de millones de pesos. Dado que la base del 2011 tiene aproximadamente 25% de la recaudación nacional del ingreso sobre la renta (ISR), la tasa impositiva óptima de 54.1% incrementaría los ingresos tributarios provenientes de los individuos en aproximadamente $121.828 miles de millones de pesos, sin respuestas en el comportamiento a los impuestos.

Considerando las respuestas conductuales a los impuestos, los ingresos fiscales agregados de los contribuyentes permanentes en la base de datos serían alrededor de $18.6 miles de millones de pesos. Por lo tanto cambios en las tasas impositivas marginales máximas incrementarían la recaudación en aproximadamente $74.4 miles de millones de pesos.

La pérdida de ingresos por las respuestas de los contribuyentes a cambios en las tasas de impuestos marginales sería aproximadamente $47.428 miles de

22 La cifra de 0.071 viene de la diferencia en las tasas impositivas promedio (36.4%-29.3%=7.1 por ciento o 0.071). La tasa impositiva marginal inicial es 35% o 0.35. La elasticidad del ingreso gravable previamente calculada para el caso mexicano es 0.66. Incrementar la tasa impositiva marginal de 35 a 54.1% disminuye la participacion neta de impuestos de 0.65 a 0.459 (una reduccion del 29.4%). Por lo tanto, 13.1% proviene de la participacion neta de impuestos ponderada por el cociente del ingreso gravable total de la ultima banda tributaria (-29.4%*44.6% = 13.1%), $\frac{dTI}{dy}$. Gruber y Saez (2002) reportan este cociente como 0.1 para los Estados Unidos. Kleven y Schultz (2014) encuentran un efecto ingreso cercano a cero en Dinamarca.

millones de pesos ($121.828 menos $74.4). Utilizamos el PIB del primer trimestre del 2014 de $16,454,753 billones de pesos para calcular la recaudación en términos del PIB. Usando este número y el factor de escala, encontramos que el ingreso gravable total es 10.4% del PIB.

**Tabla A1. Recaudación potencial en pesos mexicanos de un incremento en la tasa impositiva marginal máxima**

| | Tasa impositiva marginal optima máxima | | |
|---|---|---|---|
| | **Baja** | **Media** | **Alta** |
| | **48.6%** | **54.1%** | **61.6%** |
| **Recaudación total (miles de millones de pesos)** | | | |
| - Sin respuesta conductual | 86.574 | 121.828 | 169.577 |
| - Con respuesta conductual | 52.797 | 74.400 | 103.523 |
| - Perdida de ingresos por las respuestas | 33.776 | 47.428 | 66.054 |

*Nota: Cálculos de los autores.*

# *Segundo Lugar*

## *¿Quién paga el impuesto sobre nóminas de los Estados de México?: Un Análisis de Incidencia Económica**

Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú**
Dr. Edgardo Arturo Ayala Gaytán***
Dr. René Cabral Torres****

* El presente trabajo fue ganador del segundo lugar del Premio Nacional de Finanzas Públicas 2016, convocado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP) de la H. Cámara de Diputados.

** Dra. en Economía por la Universidad de Barcelona. Profesora de tiempo completo de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

*** Profesor Asociado del Departamento de Economía del ITESM, especialidades análisis sectorial, regional y el crecimiento económico.

**** Dr. en Economía por la universidad de York, miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II en CONACYT

## Resumen Ejecutivo

Desde el año 2000 hasta la actualidad 23 estados han aumentado la tasa del impuesto sobre la Nómina (ISN), 15 de ellos lo hicieron tan sólo del 2009 en adelante. Como resultado de estos ajustes la tasa legal del ISN se ha doblado, de 1.1% en el 2000 a aproximadamente 2.3% en el 2016. De igual forma, los ingresos que provee este impuesto han crecido en proporción a los ingresos totales de los que disponen las haciendas estatales 60% en el periodo considerado. El resultado es que el ISN representa aproximadamente un tercio de los ingresos propios de los estados.

Aún y cuando es comprensible la necesidad de que los estados procuren fuentes de ingresos locales como el del ISN, también es indispensable contrastar con la evidencia empírica los efectos que producen estas medidas fiscales. En este sentido, el ISN puede provocar importantes distorsiones en los mercados laborales estatales, puede provocar contracciones en el empleo o en las remuneraciones reales dependiendo de la incidencia. El presente estudio busca contribuir en esta línea, en particular nos hacemos una pregunta de formulación sencilla, pero de difícil respuesta: ¿Quién paga el impuesto sobre nóminas de los estados de México? ¿Las empresas o los trabajadores?

Para tal fin, presentamos un modelo teórico de la incidencia económica del impuesto sobre la nómina en México basado en la revisión de la literatura económica sobre la incidencia de las cargas fiscales y/o contribuciones a los salarios. Este modelo se aplicó a un macro panel de los 32 estados de la República para el período 2000-2015. Se emplearon métodos de macro paneles de segunda generación para hacer frente a la heterogeneidad en las reacciones del mercado laboral a estos shocks fiscales y al hecho de que los residuos de cada regresión están correlacionados debido a la presencia de factores comunes.

Nuestras estimaciones sugieren que el coeficiente de respuesta de los salarios reales a los cambios en la tasa legal del ISN está en el rango de -0.3 a -0.6, rango consistente con las magnitudes que deberíamos esperar bajo la traslación completa del ISN al salario real, teniendo en cuenta que la tasa oficial del ISN se aplica con importantes exenciones.

Cuando empleamos la tasa efectiva del ISN y no la legal, el coeficiente de traslación del ISN al salario real está en la vecindad de -1. En cambio, en todas las especificaciones fallamos en encontrar algún efecto sistemático de la tasa del ISN sobre el empleo.

Nuestros resultados apuntan en la dirección de que el impuesto sobre la nómina estatal es en la práctica un impuesto más al ingreso, sólo que exclusivamente a los ingresos laborales y de carácter proporcional. Si la proporción de los ingresos laborales en el ingreso total es mayor para las familias más pobres, el ISN será regresivo. En este sentido, el ISN contribuye al mediocre crecimiento de los salarios reales en México que implican que el salario por hora en las manufacturas se haya estancado en sólo dos dólares y medio por hora desde hace casi quince años, o que el salario real crezca tan poco que tendrían que pasar más de cuarenta años, es decir más que el horizonte laboral típico, para que éste se doble.

## Prólogo

Es ampliamente conocida la alta dependencia de las finanzas públicas federales y locales de México de la renta petrolera, y el bajo peso de la recaudación de impuestos estatales y municipales en sus ingresos totales. En este sentido es deseable que los estados y municipios desarrollen fuentes de ingresos propias para reducir esta vulnerabilidad y poder financiar proyectos de gasto e inversión pública que no desencadenen trayectorias insostenibles de endeudamiento.

En este contexto, el impuesto sobre nómina (ISN) se ha vuelto cada vez más importante en los últimos 15 años. En este tiempo, la gran mayoría de los estados ha incrementado la tasa de este impuesto, el resultado es que la tasa del ISN se ha doblado y este gravamen es ya una parte importante de los ingresos públicos estatales.

Contrario a su mayor protagonismo, son escasos los estudios sobre la incidencia económica de este impuesto. Es decir, más allá de la incidencia legal ¿en realidad quién paga este gravamen? ¿Las empresas o los trabajadores? Del estudio de la incidencia económica del ISN en México se pueden derivar importantes lecciones sobre los potenciales efectos sobre el empleo o los ingresos laborales. Más aún, se puede inferir si el impuesto es progresivo o regresivo.

Consideramos que un estudio como el que ponemos a consideración aporta elementos empíricos y especulaciones teóricas sobre los efectos del ISN necesarios para dimensionar la eficiencia y equidad de este gravamen.

En otro nivel, el estudio puede aportar elementos para evaluar el diseño fiscal o portafolio de impuestos de las haciendas estatales, toda vez que como resultado de la competencia política, muchos gobiernos estatales han reducido o eliminado impuestos progresivos como la tenencia, sustituyéndolo con el gravamen a las nóminas, lo que puede ser potencialmente contraproducente.

El estudio sistemático de los diferentes impuestos federales o locales, fomenta la sana costumbre de evaluar rigurosamente sus efectos en la asignación de los recursos y en la distribución del ingreso. Ciertamente, suelen ser más comunes las evaluaciones de los impuestos dirigidas a industrias específicas, como los recientes a los refrescos y alimentos de alto contenido calórico, que aquéllos que se empezaron a implantar hace muchos años, que son de base amplia (afectan a un gran número de agentes) y que son de ámbito estatal.

Entre estos impuestos "*silenciosos*" o "*tradicionales*" se encuentran precisamente los que gravan a las nóminas estatales. Creemos que es tiempo de dejar de contemplar al ISN como algo natural, y llevarlo de nueva cuenta al escenario público mediante el análisis de su incidencia económica.

## Introducción

Desde el año 2000 hasta la actualidad 23 estados han aumentado la tasa del impuesto sobre la Nómina (ISN), 15 de ellos lo hicieron tan sólo del 2009 en adelante. Como resultado de estos ajustes la tasa legal del ISN se ha doblado, de 1.1% en el 2000 a aproximadamente 2.3% en el 2016. De igual forma, los ingresos que provee este impuesto han crecido en proporción a los ingresos totales de los que disponen las haciendas estatales 60% en el periodo considerado. El resultado es que el ISN representa aproximadamente un tercio de los ingresos locales de los estados.

Los motivos para los ajustes en el ISN han sido extensamente documentados en las exposiciones de motivos de las iniciativas y en la prensa cotidiana, predominando los incentivos que establece la fórmula de la asignación de las participaciones, la necesidad de sustituir las caídas de otros impuestos como la tenencia, las nuevas necesidades de gasto por ejemplo en seguridad o en el alto servicio de la deuda o la vulnerabilidad de las finanzas públicas estatales a las recesiones o la volatilidad en el precio del petróleo.

Sin embargo, hasta ahora se desconoce a ciencia cierta quién paga este tributo, si lo hacen las empresas o si en realidad se trata de otro impuesto al ingreso, en este caso a las remuneraciones del trabajo. El presente trabajo busca contribuir Confucio en este sentido, nuestra pregunta guía es ¿quién paga el impuesto sobre nómina de los estados? ¿Las empresas o los trabajadores? Para tal fin, proponemos un modelo basado principalmente en la literatura de económica acerca de la incidencia de las contribuciones al salario, mismo que estimamos con técnicas de datos panel de primera y segunda generación.

Los resultados apoyan la hipótesis de que los aumentos en la tasa del ISN se trasladan completamente a los salarios reales, por lo que si bien no afectan el empleo, sí deprimen y retardan el crecimiento de los salarios reales de los trabajadores en México.

En la primera sección del trabajo revisamos los antecedentes recientes del ISN en los estados de México. Además adelantamos la forma en que se recopilaron

y se estimaron las tasas impositivas legales (establecidas por ley) y efectivas (las que finalmente se aplican) del ISN en el periodo bajo análisis.

En la segunda sección hacemos una revisión de la evidencia empírica sobre la incidencia de los impuestos y/o contribuciones al salario. En la tercera sección proponemos un modelo teórico sencillo inspirado en la revisión de la literatura. En la cuarta sección presentamos la estimación del modelo propuesto de acuerdo a diferentes metodologías econométricas. En la quinta sección discutimos la pertinencia de los resultados principalmente en cuanto a su robustez teórica, sobre todo considerando diferentes situaciones de poder de mercado y de información incompleta de la productividad marginal del trabajo. Así mismo, en esta sección se discuten posibles mecanismos de traslación del ISN a los salarios reales basados en la racionalidad limitada y la economía del comportamiento, al igual que las principales implicaciones del estudio. Cerramos con algunas conclusiones.

## 1. Evolución reciente del Impuesto sobre Nóminas en los Estados de México

En 1980, los gobiernos locales (estados y municipios) se unen al Sistema de Coordinación Fiscal, y ceden su derecho de implantar impuestos al gobierno federal. A cambio participan de los ingresos tributarios, derechos mineros y petroleros que administra el gobierno federal, vía el fondo de participaciones, y desde mediados de la década de los noventas de los fondos de aportaciones. En términos generales, dichos fondos se diferencian en dos aspectos: en las reglas de distribución y en la discrecionalidad para ser gastados.

En la actualidad, el fondo de participaciones premia a los gobiernos locales que se esfuerzan en recaudación y que presentan crecimiento económico, y los recursos pueden ser gastados a discreción; mientras que los fondos de aportaciones son otorgados a los gobiernos locales que muestran rezago en temas sensibles tales como salud, educación, infraestructura y por tal motivo, los recursos están etiquetados a ser gastados en dichos rubros.[23]

23 La Ley de Coordinacion Fiscal vigente puede ser consultada en el sitio de internet de la Camara de Diputados del H. Congreso de la Union.

Numerosos estudios han apuntado a que este sistema ha generado una alta dependencia de las finanzas públicas locales hacia los recursos federales. Por ejemplo, en 2014, los ingresos por transferencias federales representaron alrededor del 82% de los ingresos totales[24] de las entidades federativas en México.

A través del tiempo, el gobierno federal ha cedido a los gobiernos locales la potestad de implantar algunos impuestos. En nivel estatal, éste es el caso del impuesto sobre nóminas, impuestos a la venta o consumo final de los bienes cuya enajenación se encuentre gravada por la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS)[25] y, recientemente el impuesto sobre la tenencia y uso de vehículos. En nivel municipal, el más importante es el impuesto predial.

Aunque representan una baja proporción de los recursos totales de las entidades federativas, se observa una tendencia ascendente en la aportación de los impuestos al erario estatal. Según las Estadísticas de Finanzas Públicas Estatales y Municipales (EFPEYM), en el periodo 2000-2014, su aportación se incrementó de 2.7% a 4.3%.

El impuesto sobre nóminas (ISN) o también denominado impuesto sobre erogaciones por remuneraciones al trabajo personal es una de las principales fuentes de recursos propios de las entidades federativas y ha crecido en importancia en el tiempo. Con base en las EFPEYM, en el año 2000, el ISN representaba el 25.8% de los ingresos propios[26] y el 1.98% de los ingresos totales de las entidades federativas[27]; pasando al 29.3% y 3.2% en 2014, respectivamente.

24 Siguiendo las definiciones de la EFPEYM de INEGI, los ingresos totales incluyen ingresos propios, aportaciones y participaciones (excluyendo las que corresponden a los municipios), cuotas y aportaciones a la seguridad social, otros ingresos, financiamiento y disponibilidad inicial. Este calculo no incluye al Distrito Federal que en la actualidad se denomina Ciudad de Mexico.

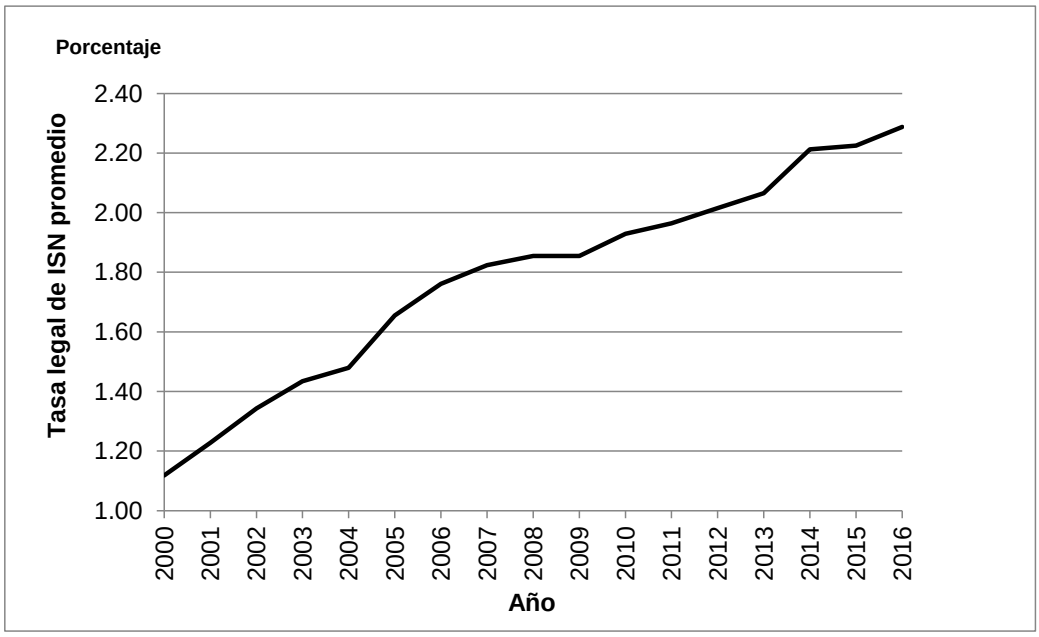
25 No se tiene conocimiento de que alguna entidad federativa haya aplicado este tipo de impuesto.

26 Los ingresos propios engloban a los impuestos, derechos, aprovechamientos y contribuciones a mejoras.

27 Este calculo excluye a la Ciudad de Mexico.

Mediante la consulta de los Códigos Fiscales, Leyes de Ingresos y/o Leyes de Hacienda de los gobiernos estatales, así como en diversos sitios de internet[28], se generaron series de la tasa del impuesto sobre nóminas de las entidades federativas, para el periodo 2000-2016 (Ver cuadro 1).[29] Analizando dichas series, se identifica una tendencia a la alza en la tasa legal que aplican las entidades federativas sobre la nómina. En la gráfica 1 se puede observar la evolución de la tasa legal promedio durante el periodo 2000-2016, la cual subió de 1.12% a 2.29%.

**Gráfica 1. Tasa legal promedio del impuesto sobre nómina, 2000-2016.**




*Fuente: elaboración propia.*

28 Los sitios de internet que se consultaron fueron los siguientes:
http://losimpuestos.com.mx/impuesto-sobre-nominas/
http://contadorcontado.com/2015/01/07/impuesto-sobre-nomina-2015-tasas-y-procedimientos/
http://mendiolareyesconsultores.com/impuesto-sobre-nominas-2014/
http://132.248.9.34/hevila/INDETECFederalismohacendario/2012/no176/9.pdf

29 Cabe comentar que para los primeros anos del periodo bajo analisis, no se encontro evidencia de la tasa que se aplicaba en siete estados, en tales casos se asum a que la tasa era cero.

Así también, se identifica que alrededor de un tercio de los estados han mantenido una tasa constante, la cual se ubica entre 1.25% y 2% (Ver cuadro 1). En contraste, a partir del 2009, quince estados la han incrementado. Cabe hacer notar, que pareciere que con la aplicación de una tasa general del 3% llevada a cabo por Nuevo León en 2013, otros estados se vieron incentivados a implementar dicho nivel de tasa. Tal es el caso de Chihuahua, Estado de México, Puebla y Quintana Roo en 2014 (aquí también se une Distrito Federal); y Oaxaca y Veracruz en 2016. El caso de Chihuahua es un tanto especial, dado que aplicaba el ISN bajo un esquema progresivo, aplicando 17 rangos, y la tasa iba del 1.0 al 2.6%.

**Cuadro 1. Evolución de las tasas legales del ISN, 2000-2016.**

| Entidad Federativa | Constante | | Primer Cambio | | Segundo Cambio | | Tercer Cambio | | Cuarto Cambio | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tasa | Año | Tasa | Año | Tasa | Año | Tasa | Año | Tasa | Año |
| Aguascalientes | | | 0% a 1% | 2006 | 1% a 1.5% | 2007 | 1.5% a 2% | 2013 | | |
| Baja California | 1.80% | 2000 | | | | | | | | |
| Baja California Sur | | | 2% a 2.5% | 2006 | | | | | | |
| Campeche | | | 2% a 2.125% | 2010 | 2.125% a 2.25% | 2011 | 2.25% a 2.375% | 2012 | 2.50% | 2013 |
| Chiapas | | | 0% a 1.5% | 2004 | 1.5% a 2% | 2008 | | | | |
| Chihuahua | | | 1.8% a 3% | 2014 | | | | | | |
| Coahuila | | | 1% a 2% | 2012 | | | | | | |
| Colima | 2% | Desde 2005 | | | | | | | | |
| Distrito Federal | | | 2% a 2.5% | 2009 | 2.5% a 3% | 2014 | | | | |
| Durango | | | 1.1% a 2% | 2006 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estado de México | | | 2% a 2.5% | 2002 | 2.5% a 3% | 2014 | | | | |
| Guanajuato | 2% | Desde 2005 | | | | | | | | |
| Guerrero | 2% | Desde 2002 | | | | | | | | |
| Hidalgo | 1.25% | Desde 2004 | | | | | | | | |
| Jalisco | 2% | 2000 | | | | | | | | |
| Michoacán | 2% | Desde 2003 | | | | | | | | |
| Morelos | | | 0% a 1.5% | 2007 | 1.5% a 2% | 2008 | | | | |
| Nayarit | 2% | Desde 2004 | | | | | | | | |
| Nuevo León | | | 2% a 3% | 2013 | | | | | | |
| Oaxaca | | | 0% a 1% | 2001 | 1% a 2% | 2011 | 2% a 3% | 2016 | | |
| Puebla | | | 1% a 2% | 2006 | 2% a 3% | 2014 | | | | |
| Querétaro | | | 0% a 1.6% | 2005 | 1.6% a 2% | 2015 | | | | |
| Quintana Roo | | | 2% a 3% | 2014 | | | | | | |
| San Luis Potosí | | | 1% a 2% | 2004 | 2% a 2.5% | 2014 | | | | |
| Sinaloa | 1.50% | 2000 | | | | | | | | |
| Sonora | 2% | 2000 | | | | | | | | |
| Tabasco | | | 1% a 2.75% | 2010 | | | | | | |
| Tamaulipas | 2% | Desde 2003 | | | | | | | | |
| Tlaxcala | 2% | 2000 | | | | | | | | |
| Veracruz | | | 0% a 2% | 2001 | 2% a 3% | 2016 | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yucatán | | | 2% a 2.5% | 2012 | | | | | | |
| Zacatecas | | | 0% a 0.95% | 2001 | 0.95 a 1.9% | 2002 | | | | |

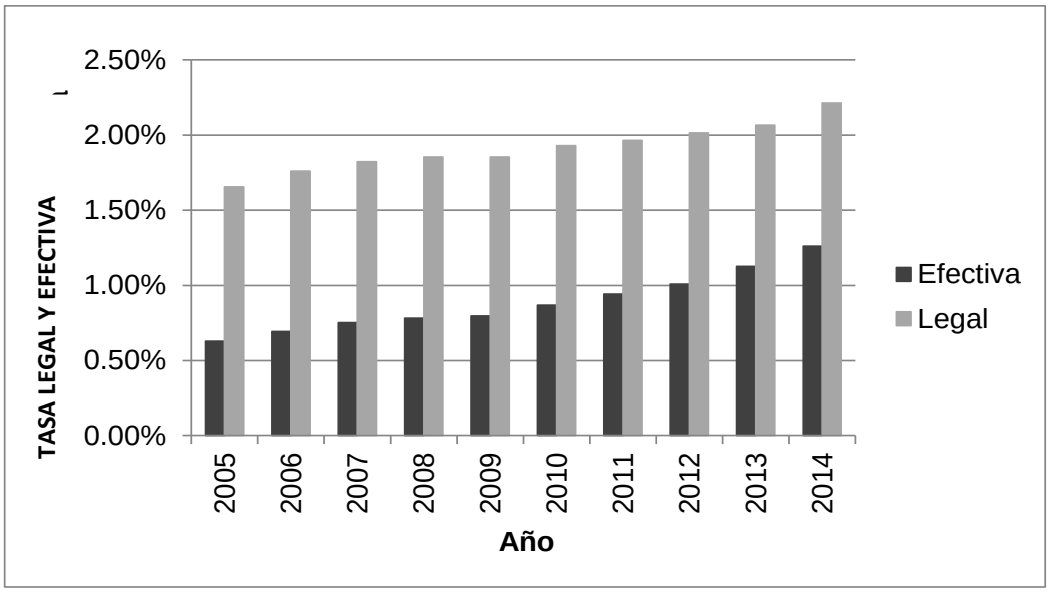
*Fuente: elaboración propia. Notas: En los estados donde se aplican tasas progresivas, se reporta el promedio de la tasa mínima y máxima.*

Con la finalidad de tomar en cuenta las exenciones del ISN y el tema de la eficiencia recaudatoria, se cuantificaron las tasas efectivas por entidad federativa para el periodo 2005-2014. Las tasas efectivas fueron aproximadas dividiendo la recaudación del impuesto sobre nómina reportada por cada estado y la base potencial del impuesto, esta última fue definida como el ingreso de los trabajadores asalariados y calculada con base en los microdatos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), encuesta que es representativa a nivel estatal.

Aquí es importante tener en cuenta, que este cálculo puede verse afectado por la sub-declaración de ingresos que presentan las encuestas aplicadas a los hogares como es el caso de la ENOE y la presencia de la informalidad.[30]
Los resultados apuntan a que, además de que los estados mexicanos han recurrido a incrementos en el impuesto sobre nómina para hacerse de recursos, éstos han sido más eficientes en su recaudación. En el periodo 2005-2014, la tasa efectiva promedio pasó de 0.63% a 1.26%, mientras que la tasa legal promedio aumentó de 1.65% a 2.21%, por lo tanto, la eficiencia recaudatoria subió de 38% al 57% (véase gráficas 2 y 3).

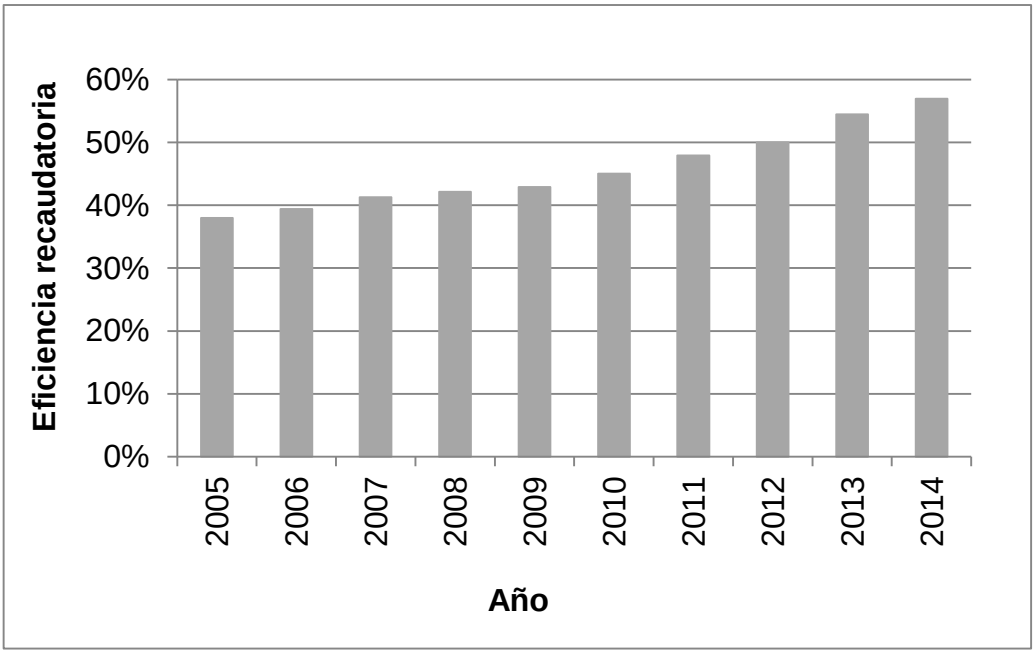
30 A pesar de los inconvenientes que presenta la ENOE, se decidio utilizar sus microdatos para el calculo de la masa salarial, ya que las tasas efectivas resultantes son razonables, en general menores a las tasas legales y mostrando incremento cuando las tasas legales sub an. De hecho, se calcularon coeficientes de correlacion entre las tasas efectivas y legales, para los estados que aumento la tasa legal, y el coeficiente de correlacion resulto positivo y se ubico en el intervalo de 0.34 y 0.96. En contraste, calculando la masa salarial por entidad federativa con base en los datos del IMSS (numero de asegurados totales por el salario promedio, en terminos anuales), en el caso de 18 estados, las tasas efectivas resultantes son mayores que las tasas legales de ISN durante el periodo completo de 2005-2014, por ello desechamos la opcion de utilizarlas.

**Gráfica 2. Tasas promedio efectiva y legal del impuesto sobre nómina, 2005-2014.**




*Fuente: elaboración propia.*

**Gráfica 3. Eficiencia recaudatoria promedio del impuesto sobre nómina, 2005-2014.**




*Fuente: elaboración propia.*

En este contexto, se torna interesante indagar las razones por las cuales las entidades federativas y el Distrito Federal se vieron motivadas a incrementar la tasa del ISN. Dadas las exposiciones de motivos de los gobiernos estatales para justificar el aumento en la tasa y el "timing" de los cambios, se identifican cuatro posibles causas: la situación macroeconómica, la fórmula de distribución del fondo de participaciones federales, sustitución de impuestos y aumento en el gasto.

A partir de 2009, se vio afectado el desempeño económico del país, como consecuencia de la crisis económica mundial, y recientemente con la baja en los precios internacionales del petróleo. Esto ha generado presiones sobre las finanzas públicas federales y, con ello, expectativas a la baja en las transferencias federales hacia los gobiernos subnacionales. Asimismo, ha disminuido el crecimiento de los ingresos propios de los gobiernos locales.

Ante esta situación, las entidades federativas se ven en la necesidad de buscar esquemas alternos para hacerse de recursos, bien incrementando la deuda o aumentando los impuestos. Obviamente, los impuestos serán el principal instrumento de política a utilizar para los estados que inicialmente se encontraban endeudados, como es el caso de Distrito Federal, Estado de México y Nuevo León, estados que en 2009 contaban con deudas del monto de 47,529.5, 33,017.5, y 27,070.7 millones de pesos, respectivamente.[31]

En 2008, entra en vigor una nueva fórmula de distribución del fondo general de participaciones.[32] El principal cambio es que reduce su carácter redistributivo y favorece a los estados que muestran crecimiento económico (PIB) y se esfuerzan en la recaudación de los impuestos y derechos locales.[33] En este sentido, tanto los estados como los municipios tienen el incentivo de incrementar su recaudación con el fin de obtener mayores participaciones. De hecho, esta es una de las justificaciones del gobierno de Veracruz para aumentar el ISN en el año 2016.[34] Además se debe tener en cuenta que las participaciones pueden ser gastadas a discreción y usarse como garantía de deuda.

A partir del 2012, el impuesto sobre tenencia y uso de vehículos pasó a ser potestad de los gobiernos estatales. Si bien antes se quedaban con el total de la recaudación, no podían modificar tasas ni eliminar recargos. Dado lo anterior, algunos estados decidieron eliminar el impuesto y esto generó un incentivo a que los demás estados redujeran las tasas y/o la base gravable. Al tener menores ingresos por concepto del impuesto a la tenencia, los estados se ven motivados a incrementar el ISN.

31 Datos de la Secretar a de Hacienda y Credito Publico.

32 Reforma publicada en el Diario Oficial de la Federacion (DOF) el 21 de diciembre de 2007.

33 De acuerdo con la nueva formula, el monto del fondo general de participaciones que percibe cada entidad federativa se constituye de dos elementos: i) la cantidad que obten a en el ano 2007 y; ii) una proporcion del aumento en el FGP del ano en cuestion con respecto al ano 2007. El tamano de la mencionada proporcion depende del crecimiento del PIB (60%), del crecimiento de la recaudacion de impuestos y derechos locales (30%) y del nivel de recaudacion de impuestos y derechos locales (10%), ampliados por el tamano de la poblacion.

34 Ley de ingresos publicada en la Gaceta Legislativa, Ano 2, Numero 104, Palacio Legislativo del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, 8 de octubre de 2015.

Cabe apuntar que esta posible sustitución de impuestos puede resultar dañina para las familias de menores ingresos. Por su naturaleza, la tenencia es un impuesto progresivo, ya que se aplica a la posesión y uso de un bien durable, y su tasa es más alta conforme el vehículo es más caro; mientras que el ISN, aunque se aplica a la empresa, ello no asegura que la empresa lo absorba (vía menores ganancias), esta lo puede trasladar al consumidor final (vía aumento en el precio de sus productos o servicios) o al trabajador (vía menores salarios reales), por lo que el ISN puede terminar siendo un impuesto regresivo.

Otro posible ejemplo de sustitución de impuestos lo aporta Veracruz. A partir de 2016, el ISN se eleva al 3%; y se deroga el Impuesto sobre Hospedaje señalando que es con la finalidad de favorecer a los empresarios del ramo, y atraer al turismo.[35] Cuidado debe tenerse en precisar el impacto neto en los hogares veracruzanos de esta combinación de políticas.

En las exposiciones de motivos de algunos estados, se establece que la recaudación adicional del ISN se utilizará para cubrir necesidades de gasto en rubros específicos. Por ejemplo, el estado de Nuevo León apuntó que lo utilizaría en seguridad, dada la ola de violencia que se vivió en la entidad en el periodo 2008 a 2012, en específico para financiar el cuerpo de policía denominado “fuerza civil”. Quintana Roo, incrementó el ISN en 2014 al 3%, estableciendo que los recursos adicionales tienen como destino el sector educativo.[36] En el caso del gobierno de San Luis Potosí, los recursos adicionales del incremento del 2% al 2.5% aplicado en 2014, serían dirigidos al eje número dos del Plan Estatal de Desarrollo 2009 – 2015, denominado Economía Competitiva y Generadora de Empleos.[37]

En prospectiva, es deseable que los gobiernos locales fortalezcan sus ingresos propios y, de hecho, es un objetivo que la misma federación tiene, como puede deducirse del incentivo implícito en la fórmula de distribución del fondo general de participaciones. No obstante, se debe tener cuidado en determinar

35 Idem.

36 El dictamen sobre el decreto de incremento en el ISN puede ser consultada en la siguiente pagina: http://www.congresoqroo.gob.mx/historial/13_legislatura/decretos/3anio/4PE/dec307/D1320130813307.pdf

37 Periodico oficial del estado libre y soberado de San Luis Potos , Ano XCVI San Luis Potos , S.L.P. Jueves 19 de diciembre de 2013, Edicion Extraordinaria.

adecuadamente la incidencia de los impuestos y los efectos que dichos recursos tendrán en la economía vía su aplicación como gasto público. Es en este sentido, que la presente investigación aporta, teniendo como finalidad determinar la incidencia del impuesto sobre nómina.

## 2. Incidencia en los impuestos y contribuciones al salario: Revisión de la literatura

El impuesto sobre nóminas es una distorsión significativa que imponen los gobiernos sobre el sector productivo. Ante esta distorsión las empresas pueden transferir parte o la totalidad del impuesto a sus empleados o bien reducir la contratación de personal. Otra alternativa que tiene las empresas es transferir el impuesto al consumidor a través del precio que fijan a sus productos. Recientemente, Mansson y Quoreshi (2015) han propuesto que la respuesta de las empresas pudiera también verse en otro tipo de decisiones estratégicas de largo plazo, como la inversión y la contratación de deuda.

Reconociendo que los agentes económicos reaccionan de manera diferente antes las distorsiones ocasionadas por los impuestos de acuerdo al marco institucional en que operan, en este trabajo el análisis se enfoca en los efectos de las variaciones en el impuesto sobre nóminas en el mercado laboral. Dado este objetivo, la revisión de literatura se concentra entonces en el análisis tradicional de los efectos del impuesto sobre nóminas en los salarios y el empleo.

La literatura seminal que evalúa los efectos del impuesto sobre nóminas presenta dos limitaciones importantes. En primer lugar, desde un punto de vista teórico, se observa la ausencia de una teoría subyacente que incorpore el mercado laboral apropiadamente. Hamermesh (1979) es quizás el primero que pone atención a la necesidad de desarrollar modelos estructurales que consideren la oferta y la demanda laboral.

En segundo lugar, desde el punto de vista empírico, la medición de variaciones en el impuesto sobre nómina, ya sea a través de métodos de series de tiempo o datos de sección cruzada, conduce a problemas de variables omitidas que generan variaciones significativas en las estimaciones de la incidencia del

impuesto. Al respecto, Gruber (1997, p S73) sugiere que "puede haber variaciones contemporáneas en las series de tiempo en otras variables que determinan los salarios en una nación, u otras diferencias entre instituciones encargadas de fijar los salarios en los países, que se correlacionan con las diferencias en los impuestos y no son controlados en las estimaciones ". A raíz de estas dos obras influyentes de Hamermesh (1979) y Gruber (1997), la mayor parte de la literatura empírica evalúa hoy en día los efectos de los impuestos sobre nóminas en el mercado laboral teniendo en cuenta los aspectos teóricos de oferta y demanda que afectan a dicho mercado y utilizado modelos de datos de panel para controlar por la heterogeneidad no observable entre las regiones o industrias.

Dado que las diferencias institucionales son importantes, la literatura también se ha desplazado hacia los estudios de carácter regional en los que las instituciones de fijación de salarios son las mismas y la calidad de la fuente de información es similar. En las economías industriales, uno de los primeros trabajos que utiliza datos de panel es el estudio de Anderson y Meyer (2000), quienes investigan el impacto del impuesto sobre nóminas, específicamente para el seguro de desempleo, en los salarios y el empleo en el área de Washington.

Ellos evalúan estos efectos después de un cambio estructural, al pasar de un sistema en el que cada empleado paga la misma tasa de impuestos del seguro de desempleo a otro sistema basado en experiencia.[38] Mediante el uso de datos de ingreso a nivel de individuo y empleando diferentes especificaciones del modelo, ellos observan que los ingresos laborales disminuyen cuando los impuestos se incrementan, pero no encuentran evidencia concluyente de que el empleo se vea afectado.

Resultados similares son reportados por Saez et al (2012), quienes analizan los cambios en los impuestos de nómina después de una reforma tributaria en Grecia. Utilizando los datos administrativos de seguridad social en la población total, no encuentran evidencia de efectos sobre la oferta de trabajo pero sí

38 Bajo este esquema las empresas pagan impuestos en funcion del uso que sus trabajadores hayan hecho en el pasado del seguro de desempleo. Aquellas empresas cuyos empleados no hayan usado el seguro de desempleo en el pasado pagan la tasa de impuesto mas baja.

una reducción de los ingresos netos para los empleados bajo el nuevo régimen tributario. Recientemente, también Lehmann et al (2013) han examinado la respuesta relativa del ingreso laboral al impuesto sobre nómina en comparación con el impuesto sobre la renta en Francia durante el período 2003-2006, periodo en el que se establecieron una serie de reformas fiscales.

Si bien no observan directamente evidencia de efectos sobre el empleo, para el impuesto sobre nómina promedio observan una elasticidad negativa que estadísticamente no es diferente de uno. Esto implica que una disminución en el impuesto sobre la nómina es completamente absorbida por el empleador, lo que reduce el costo del trabajo sin ningún beneficio real para el empleado.

Diferentes hallazgos son reportados por Bennmarker et al. (2009), que emplean un modelo de diferencias en diferencias para evaluar los efectos de la reducción de impuestos sobre nómina en el norte de Suecia en 2001. Ellos emplean datos anuales a nivel de empresa para el período 2001-2004 y comparan estimadores alternativos empleando técnicas de mínimos cuadrados, efectos fijos y variables instrumentales en datos de panel.

De manera consistente con estudios anteriores, en un principio no encuentran evidencia de que las variaciones en los impuestos sobre la nómina afectan al empleo, pero encuentran que aproximadamente una cuarta parte del impuesto se transfieren de las empresas a los empleados. Sin embargo, una vez que controlan por la entrada y salida de empresas, observan efectos positivos del número de empresas en el empleo, pero no efectos estadísticamente significativos sobre los salarios. Ellos sugieren que el aumento de ingresos observado en las empresas existentes se compensa con los salarios más bajos observados en las empresas entrantes.

En lo que respecta a estudios sobre economías en desarrollo, la mayoría de los estudios que evalúan los efectos del impuesto sobre nóminas en el mercado laboral emplean datos para América Latina. Gruber (1997) es uno de los primeros que analiza la incidencia del impuesto sobre nómina en Chile después de un cambio significativo en los impuestos asociados a la seguridad social en 1981. Usando datos censales de empresas manufactureras y empleando series de tiempo y de sección cruzada, encuentra que la incidencia

del cambio en el impuesto sobre nóminas recae totalmente en los salarios y que sólo hay pequeños efectos sobre el empleo.

También Kugler y Kugler (2009) exploran los efectos de los impuestos sobre nómina en los salarios y el empleo en Colombia. Usando un panel balanceado de empresas manufactureras durante el período 1982-1996, sus resultados sugieren que un aumento del 10% en el impuesto sobre nóminas conlleva a una reducción de los salarios de entre el 1.4% y el 2.6%, y una disminución del empleo de entre 4% y 5%. Cruces et al. (2010) estudian los efectos de los cambios en los impuestos sobre nómina en los salarios y el empleo en Argentina, donde se pasó de un sistema nacional estándar con una tasa única a uno en el que las tasas varían según las regiones. Su muestra se expande de 1995 a 2001 a través de 49 áreas geográficas.

Utilizando también métodos de datos de panel, observan que las variaciones en los impuestos sobre nómina se transfirieron parcialmente a los salarios, entre 0.4% y 0.9% de reducción por punto porcentual de variación en la tasa de impuestos, pero no observaron efectos estadísticamente significativos sobre el empleo.

Recientemente, la política implementado por Brasil en 2011 de sustituir el impuesto sobre nóminas en sectores intensivos en mano de obra (20% del ingreso salarial) por un aumento del impuesto al ingreso de las empresas, de entre 1% y 2%, ha traído también interés en los efectos que dicha política pudiera tener sobre el mercado laboral (da Silva et al, 2015). Empleando datos del ministerio brasileño del trabajo entre 2010 y 2012, Sherer (2015) estima un modelo de diferencias en diferencias con efectos fijos a nivel empresa. Sus estimaciones sugieren que en promedio esta política condujo a un incremento en el empleo de 15% y a un incremento en el salario real del 2% tan sólo en el primer año de implementación del programa.

Pese a la gran influencia de América Latina en la literatura que analiza la injerencia de los cambios en el impuesto sobre nóminas en el mercado laboral, hasta donde sabemos no existen aún estudios al respecto para el caso de México. No obstante, Kumler et al. (2013) sugieren que un problema con las economías en desarrollo es que tienden a permanecer fuera del sector formal

y documentan que en el caso de México existe una fuerte tendencia a reportar salarios bajos por parte de las empresas en el sector formal con el fin de evadir cargos sobre la nómina relacionados con el seguro social y pensiones.

## 3. Un modelo sencillo de la incidencia del impuesto sobre nómina estatal

En esta sección presentamos un modelo sencillo para explorar los posibles efectos del impuesto sobre nómina (ISN) sobre el salario real y el empleo. El modelo está caracterizado para mercados de competencia perfecta, tanto en el bien que producen las empresas como en el mercado laboral, así mismo asume que existe información completa sobre la productividad marginal del trabajo.

En la sección de la discusión de los resultados indagamos los posibles cambios en la incidencia del ISN en los casos de competencia imperfecta, ya sea en los mercados de bienes o en los laborales, y permitimos información imperfecta de la productividad en el marco de salarios de eficiencia, como veremos las conclusiones no cambian mucho en referencia al caso competitivo.

El modelo cumple con dos fines, determinar los condicionantes de la distribución de la carga impositiva entre salario real y empleo, y brindar una estimación del coeficiente de traslado del impuesto a los salarios reales en un entorno caracterizado por otras distorsiones laborales, como lo son las contribuciones a la seguridad social y el que el ISN no se aplique uniformemente a todas las empresas, por exenciones legales y/o elusión o franca evasión del mismo.

Partimos de una función de producción Cobb-Douglas donde el producto es función del capital físico y humano como los principales factores de producción, y de la productividad total de los factores (PTF). Tanto la acumulación de los factores como la PTF pueden diferir entre los estados, pero mantenemos el supuesto de que las elasticidades producto de los factores son iguales para todos ellos:

$$(1) \qquad Q_{it} = A_{i0} e^{g_i t} K_{it}^{\alpha} \left[ h_{it} L_{it} \right]^{\beta}; \quad 0 < \alpha, \beta < 1$$

donde *Q* representa la producción agregada, *A* es el nivel de PTF, *K* es el capital físico, *h* es el capital humano per cápita y *L* es la fuerza de trabajo total.

Asumiendo, la competencia perfecta, la demanda de trabajo debe satisfacer la condición de primer orden que iguala la productividad marginal del trabajo y el salario real *w/p*, incluidos las contribuciones a la seguridad social y los impuestos estatales a la nómina.

$$\beta A_{i0} e^{g_i t} K_{it}^{\alpha} \left[h_{it} L_{it}\right]^{\beta-1} = \left(\frac{w_{it}}{p_{it}}\right)\left(1 + s + \phi_i \tau_{it}\right) \tag{2}$$

Empleamos *s* como la contribución a la seguridad social ad valorem y otras prestaciones establecidas en la Ley Federal del Trabajo (LFT) en México, como por ejemplo las primas vacacionales. La tasa del impuesto sobre la nómina estatal es $\tau$ y $\phi$ es la proporción del ISN que se aplica efectivamente en la nómina del Estado, esto es porque la mayoría de los estados permite ciertas exenciones para las nuevas empresas u otras deducciones, o por diferencias en el esfuerzo fiscalizador. Como las contribuciones a la seguridad social y las prestaciones establecidas en la LFT son de índole federal, restringimos que *s* sea igual en todos los estados, en contraste permitimos que las tasas efectivas del impuesto sobre nóminas varíen tanto entre estados como en el tiempo.

La decisión que toman los individuos sobre cuánto trabajo ofrecer en el mercado laboral depende de las preferencias entre los bienes que pueden comprar con su salario y la utilidad que derivan de asignar su tiempo a actividades de ocio y entretenimiento. Así, la reacción de la oferta de trabajo a una disminución en el salario real depende del balance del efecto sustitución y del ingreso, si es mayor el primero entonces esperaríamos una reducción en la cantidad ofrecida, si es mayor el segundo tendríamos el paradójico caso de que los individuos trabajan más intensamente a pesar de valer menos cada hora de trabajo.

En el modelo, partimos de una oferta de trabajo de elasticidad constante que es compatible con este modelo de conducta de los agentes, adicionalmente permitimos que los trabajadores valoren parcialmente las compensaciones de seguridad social como en Levy (2008) y donde la tasa de participación laboral,

es decir la fuerza de trabajo en proporción a la población en edad de trabajar, es una función del salario real.

$$(3) \qquad L_{it} = \left[ \frac{w_{it}}{p_{it}} (1 + bs) \right]^{\varepsilon} N_{it}$$

donde *b* es la proporción de las contribuciones a la seguridad social que es valorado por los trabajadores, $\varepsilon$ es la elasticidad-salario de la oferta laboral y N es la población en edad de trabajar.

$$\log\left(\frac{w}{p}\right) = \mu \log(\beta A_{i0}) + \mu g_i t + \mu\beta \log h_{it} + \mu\alpha \log K_{it} - \mu \log(1 + s + \phi_i \tau_{it}) + \mu(\beta - 1) \log N_{it} + \mu(\beta - 1)\varepsilon \log(1 + bs)$$

Sustituyendo la ecuación (3) en (2) obtenemos la ecuación del salario real de equilibrio:

$$(4) \qquad \text{donde} \quad \mu = \frac{1}{[1 + (1 - \beta)\varepsilon]} \quad .$$

La ecuación (4) muestra la trayectoria del salario real que esperaríamos en un mercado laboral de competencia perfecta. Note que mientras la elasticidad producto del trabajo sea menor a uno y la elasticidad de oferta sea positiva, entonces los salarios reales crecerían si lo hace la PTF, el capital humano per cápita o el stock de capital físico, en cambio se reduciría ante incrementos en la población en edad de trabajar.

Cambios en las tasas de impuesto sobre nóminas o en las contribuciones a la seguridad social pueden implicar reducciones en el salario real dependiendo de $\mu$. En este sentido, $\mu$ será crítico para determinar la proporción del cambio en la tasa legal del ISN que se transfiere a una reducción del salario real.

Para remover la tendencia en la trayectoria dictada por (4), así como el efecto de variables que permanecen constantes en el tiempo analizado, seguimos la

sugerencia de Kugler & Kugler (2009) y tomamos la primera diferencia en el tiempo:

(5) $$\Delta \log\left(\frac{w}{p}\right) = \mu g_i + \mu\beta \Delta \log h_{it} + \mu\alpha \Delta \log K_{it} + \mu(\beta - 1)\log N_{it} - \mu\left(\frac{\phi_i}{(1 + s + \phi_i \tau_{it})}\right)\Delta\tau_{it}$$

De acuerdo con (5), siempre que existan rendimientos marginales decrecientes en el trabajo ( $\beta < 1$ ) y la oferta de trabajo tenga pendiente positiva ( $\varepsilon > 0$ ), un aumento en el impuesto sobre la nómina estatal produce una contracción en el salario real ya que $\mu$ >0. Mientras menor sea la elasticidad de la oferta de trabajo mayor $\mu$ , y en el caso extremo de que $\varepsilon$ sea 0, el coeficiente $\mu$ es igual a 1, lo que indica una traslación completa del impuesto estatal al salario a los trabajadores.

Sin embargo, ya que el impuesto sobre nóminas interacciona con las contribuciones a la seguridad social y de que existen exenciones importantes en su aplicación, el coeficiente que mide la traslación de los impuestos estatales a los salarios reales, y que es crítico para entender la incidencia del impuesto, no es $\mu$ sino una fracción de $\mu$ .

Por otro lado, sustituyendo el salario real de equilibrio de la ecuación (4) en la expresión de oferta de trabajo, y tomando la primera diferencia, el crecimiento del empleo de equilibrio es igual:

(6) $$\Delta \log L_{it} = \varepsilon\mu g_i + \varepsilon\mu\beta \Delta \log h_{it} + \varepsilon\mu\alpha \Delta \log K_{it} + [1 + \mu(\beta - 1)\varepsilon]\Delta \log N_{it} - \varepsilon\mu \frac{\phi_i}{(1 + s + \phi_i \tau_{it})}\Delta\tau_{it}$$

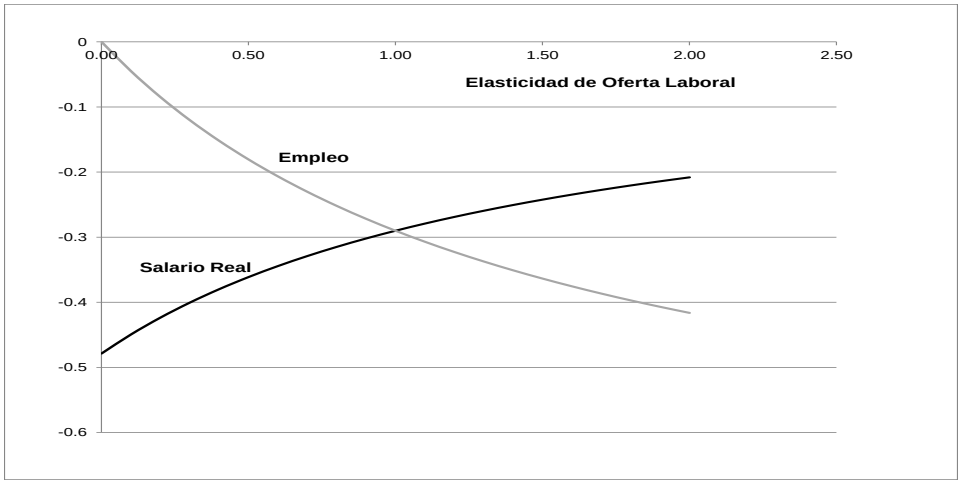
En la ecuación de empleo, si $\varepsilon$ = 0 el coeficiente del cambio en el impuesto del ISN sobre el empleo es cero, independientemente de la parte efectiva del impuesto que se aplica ( $\phi$ ), la tasa de contribuciones a la seguridad social (*s*) o la tasa de impuesto del ISN inicial ( $\tau$ ).

De esta forma, el modelo simple del mercado laboral que trabajamos en esta sección reproduce algunos resultados sugeridos ya por la teoría clásica de la incidencia en mercados competitivos y algunas precisiones importantes para el caso Mexicano.

Entre los primeros es que incrementos en la tasa del impuesto sobre nóminas puede reducir el salario real de equilibrio y/o el empleo dependiendo del balance entre las elasticidades de la demanda y la oferta laboral. En el caso de una oferta de trabajo inelástica el empleo no se ve afectado.

Pero en cambio, debido a que usualmente se recauda menos que lo que dicta la tasa legal del ISN y debido a las altas cargas laborales que enfrentan las empresas en México, aún y bajo traslación perfecta del impuesto al salario real el coeficiente clave de la incidencia, el coeficiente de traslación de un incremento en la tasa legal del ISN, no es uno sino menor a uno. Así, por ejemplo, la Gráfica 4 muestra el valor del coeficiente de traslación en el caso que la elasticidad producto del capital humano fuera 0.35, la tasa ad valorem de las contribuciones al seguro social y otras prestaciones de la LFT fuera 0.35, la tasa legal del ISN fuera 0.012 (promedio de todos los estados en el 2000) y la eficiencia recaudatoria fuera de 0.65. Bajo un escenario plausible como el descrito, aún bajo traslación completa a los salarios reales, el coeficiente de traslación sería menor a 0.5 en valor absoluto, y es sólo cuando la elasticidad laboral se incrementa cuando se traslada parcialmente el efecto al empleo.

**Gráfica 4. Simulaciones del coeficiente de traslación de la tasa legal de ISN sobre empleo y salario real a diferentes elasticidades de oferta laboral.**




*Fuente: elaboración propia.*

## Estimación y resultados

Con el fin de estimar las ecuaciones (5) y (6) se recopiló información sobre la tasa del impuesto sobre nóminas por Estado en el período 2000-2015, consultando los cambios en la legislación de este tributo en los Diarios Oficiales de cada estado. Como se mencionó, 23 de los 32 estados aumentaron su impuesto sobre la nómina durante este período lo que elevó la tasa de impuesto promedio desde 1.2 a 2.2%.

No obstante, es habitual que la legislación de los Estados contemple algún tipo de excepciones sobre todo para las nuevas inversiones. Por tal motivo, alternativamente estimamos la tasa efectiva del ISN utilizando los datos de la recaudación de ISN y estimaciones de la masa salarial con base a la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) que es representativa a nivel estatal, tal y como se describió anteriormente.
Aún y cuando el cálculo de la tasa efectiva introduce el esfuerzo recaudatorio al análisis, tiene el inconveniente de que se reduce sustancialmente la muestra, ya que perdemos la información del 2000 al 2004 y el 2015, así que el análisis lo haremos con ambas tasas, la legal y la efectiva.

El ISN es popular entre los estados de México, ya que su fiscalización se realiza en su mayor parte en paralelo con la obligación de las contribuciones la seguridad social (que es de ámbito federal), de esta forma, es razonable suponer que la mayor parte de los efectos del ISN recaen en el mercado formal. Por tal motivo utilizamos el salario y el empleo registrados ante el IMSS como las variables dependientes del modelo[39]. Así, nuestro estudio deja a un lado los posibles efectos en el sector informal ya que implícitamente asumimos que aquellos trabajadores que no están dados de alta ante el IMSS, presuntamente para evadir las contribuciones a la seguridad social, tampoco están dados de alta para el pago del ISN.

La fuerza de trabajo (personas mayores de 14 años en el mercado de trabajo) proviene de la ENOE o el Censo de Población. Para medir el capital humano

39 Se uso el Indice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) promedio anual para deflactar el salario nominal medido por la cotizacion diaria al IMSS. Impl citamente asumimos que la tasa de inflacion no es muy distinta entre estados.

per cápita se tomó como proxy el logro académico entre adultos de acuerdo a la Secretaría de Educación Pública (SEP), y el capital del estado fue estimado usando el método de Garofalo y Yamarik (2002) que estima el capital estatal total asumiendo que las razones capital-producto para cada sector son iguales entre estados.

Para tal fin, usamos las series de capital sectorial nacional de las estimaciones de la Productividad Total de Factores a nivel nacional del INEGI. Optamos por estimar las ecuaciones (5) y (6) tal y como se formularon en el modelo, es decir en primeras diferencias. Esto es conveniente porque aún y cuando los salarios reales no presentan tendencias pronunciadas en el periodo de tiempo considerado, las series de capital físico y humano sí lo hacen, y obviamente las tasas legal y efectiva del ISN definitivamente aumentaron para la mayoría de los estados. Así, estimar las regresiones en primeras diferencias nos evita el problema de regresiones espurias.
La especificación de las ecuaciones (5) y (6) sugiere una estimación panel de efectos fijos toda vez que las tasas de crecimiento de la PTF del modelo teórico pudieran ser diferentes entre estados. Estimaciones preliminares ya sea con mínimos cuadrados ordinarios o con efectos fijos revelaron la existencia una alta correlación entre los residuos de los estados sugiriendo la existencia de factores comunes a todos los estados, mismos que no son capturados completamente por los controles que sugiere nuestro modelo (el capital físico y humano).

Así por ejemplo los residuales de la estimación con efectos fijos entre estados (pero no en el tiempo) tienen un coeficiente de correlación (en valor absoluto) promedio de 0.717 en la ecuación de salarios reales y de 0.512 en la de empleo, mismos que son significativamente distintos de cero de acuerdo a la prueba de independencia de sección cruzada de Pesaran (2004).

Así una forma de incorporar este factor común es incluir efectos fijos en el tiempo, procedimiento que seguramente ayuda a capturar las variaciones en la demanda agregada que no se reflejan necesariamente en la frontera de posibilidades de producción. Por tal motivo, utilizamos como primera opción la estimación de datos panel con *Efectos Fijos Dobles* (2FE por sus siglas en

inglés), a través de los estados y en el tiempo, para las ecuaciones (5) y (6) en dos versiones, sin y con los controles sugeridos por el modelo.

Otro potencial problema es la heterogeneidad en las estructuras económicas de los estados. Aunque en el modelo asumimos las mismas preferencias (por la oferta de trabajo) y la misma tecnología (por la función de producción) en la práctica pueden ser muy distintas introduciendo sesgos importantes. Adicionalmente, los coeficientes de traslación pueden ser distintos dependiendo de la eficiencia recaudatoria, y tenemos una docena de estados que no variaron la tasa legal del ISN.

Así, aparte de las estimaciones con efectos fijos dobles, empleamos un par de métodos adicionales dentro de la familia de los estimadores de *Grupos de Medias* o *Group Means* que permiten lidiar con la heterogeneidad y la dependencia de los residuos entre los estados simultáneamente en macro paneles.
Empleamos el estimador denominado como *Common Correlated Effects Mean Group* (*CCE*) de Pesaran (2006) que consiste en estimar las regresiones para cada estado y luego estimar los coeficientes para toda la muestra con la media de los coeficientes y la desviación estándar de estas estimaciones, como lo sugirieron inicialmente Pesaran y Smith (1995), de esta forma se controla por la heterogeneidad. Para controlar por la dependencia cruzada de los residuales se incluye también como regresores los promedios nacionales de las variables dependientes e independientes, ya que éstos constituyen proxies naturales del factor común no observable.

La otra alternativa que ensayamos es utilizar el estimador del *Augmented Mean Group* (*AMG*) de Eberhardt y Bond (2009) y Eberhardt y Teal (2010). El método procede en dos fases, en la primera se estiman una especie de efectos fijos temporales, iguales para todos los estados y en la segunda fase se corre la regresión original incluyendo los efectos fijos encontrados en la primer fase como proxy del factor común.
La diferencia entre el *AMG* con la estimación de *2FE* es que el *AMG* no asume que los coeficientes de las regresiones sean iguales entre estados, mientras que el *2FE* sí impone homogeneidad. La diferencia con el método de Pesaran

(2006) es que no se emplean las medias nacionales para aproximar el factor común, sino que se deriva en la forma de efectos fijos temporales.

En el cuadro 2 se presentan las estimaciones de las ecuaciones de los efectos en los salarios reales y el empleo ante cambios en la tasa legal del ISN sin y con variables de control y para los tres métodos mencionados. Como se tratan de doce estimaciones omitimos reportar los resultados sobre las variables de control, los efectos fijos y los coeficientes de las variables de los promedios nacionales para facilitar la interpretación. Los resultados están a disposición del lector, basta con requerirlos a los autores[40].

**Cuadro 2. Coeficiente de incidencia de la tasa legal del impuesto sobre nóminas en el salario real y el empleo**

| | Salarios Reales (Δlog) | | | Empleo (Δlog) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2FE** | **CCE** | **AMG** | **2FE** | **CCE** | **AMG** |
| ***Sin Controles*** | | | | | | |
| Constante | 0.0615*** | 0.0000 | 0 .0622*** | 0 .0093* | -0.0003 | 0.0097** |
| | (0.0027) | (0.0014) | (0.0029) | (0.0049) | (0.0037) | (0.0045) |
| Tasa legal de | -0.3221* | -0.4107 | -0.5658* | -0.1662 | 0.6553 | 1.0905 |
| ISN (Cambio) | (0.1753) | (0.2571) | (0.3039) | (0.2582) | (0.8488) | ( 1.2486) |
| Observaciones | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 |
| R2 | 0.6158 | 0.7782 | 0.777 | 0.4145 | 0.6968 | 0.7487 |
| RMSE | 0.0117 | 0.0099 | 0.0100 | 0.0218 | 0.0170 | 0.0155 |
| Abs(Corr (ei,ej)) | 0.235 | 0.261 | 0.252 | 0.303 | 0.281 | 0.285 |
| Pesaran CD | -1.549 | -0.94 | -1.38 | -1.907 | -1.54 | -2.17 |
| | | | | | | |

40 Conviene como quiera comentar que los coeficientes de las variables de control tienen los signos esperados, por ejemplo son positivos para el capital f sico y humano tanto para los salarios reales como para el empleo, y los de la fuerza laboral son negativos para el salario real y positivo para el empleo. Los efectos fijos reflejan ciertamente la recesion del 2009 y su posterior recuperacion y los coeficientes de los promedios nacionales son muy similares a uno, lo que es esperado porque en promedio las tasas de crecimiento de los salarios reales y del crecimiento del empleo no difieren tanto del crecimiento nacional.

| ***Con Controles*** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Constante | 0 .0513*** | 0.0002 | -0.0070 | -0.0054 | -0.0008 | 0.0381** |
| | (0.0060) | (0.0174) | (0.0115) | (0.0142) | (0.0203) | (0.0157) |
| Tasa legal de ISN (Cambio) | -0.3378* | -1.2180 | -0.6151* | -0.4070 | 1.9582 | -0.8934 |
| | (0.1954) | (1.0693) | (0.3607) | (0.2808) | (2.1146) | (0.7241) |
| Observaciones | 416 | 416 | 416 | 416 | 416 | 416 |
| R2 | 0.6714 | 0.9431 | 0.8805 | 0.5073 | 0.9402 | 0.8873 |
| RMSE | .0113 | 0.0054 | 0.0078 | 0.0202 | 0.0081 | 0.0111 |
| Abs(Corr (ei,ej)) | 0.249 | 0.329 | 0.271 | 0.316 | 0.318 | 0.265 |
| Pesaran CD | -1.242 | -0.67 | -1.33 | -1.656* | -1.27 | -1.18 |

Fuente: elaboración propia.

Nota: *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

La bondad del ajuste de las estimaciones es bastante aceptable, las R2 se ubican en el rango de 0.62 a 0.94 para los salarios reales y de 0.41 a 0.94 para el empleo, además los rangos del error medio son menores a 0.03 en todos los casos. Nótese que los métodos propuestos logran controlar en la gran mayoría de los casos por la correlación entre los residuales de las secciones cruzadas.

En comparación con las estimaciones de efectos fijos simples, que reportamos de 0.7 para salarios y 0.5 para empleo, el promedio del valor absoluto de los coeficientes de correlación se desploma al rango de 0.2 a 0.3 y sólo en una de las doce estimaciones es significativamente distinto de cero. Estos indicadores nos llevan a pensar que la especificación de las ecuaciones es razonable al igual que la pertinencia de los métodos econométricos empleados.

Respecto a los coeficientes del cambio en la tasa legal del ISN, éstos tienen el signo esperado (negativo) y resultaron ser significativamente distintos de cero al 10% bajo las estimaciones del *2FE* (p=0.076 sin controles y 0.094 con controles) y el *AMG* (p=0.063 sin controles y 0.07 con controles), mas no en el caso del *CCE* (aunque p=0.11 sin controles). La magnitud de los coeficientes de traslación de los cambios en la tasa legal al crecimiento de los salarios está en el rango de -0.3 a -0.6, que son del orden de los valores de la simulación de la gráfica 4 construida con parámetros plausibles para el contexto nacional.

En cambio, en ninguna de las seis especificaciones es posible rechazar que el coeficiente del cambio en la tasa legal del ISN sea distinto a cero para el caso del empleo.

Si bien la evidencia de que los cambios en la tasa legal del ISN deprimen los salarios reales es apenas marginal (en ninguno de los casos menor al 5%), en todos los casos la evidencia de que no alteran significativamente el empleo parece ser contundente[41].
No obstante, las estimaciones basadas en la tasa legal del ISN tienen el defecto de no controlar parcialmente por el efecto fiscalizador. Es decir, aún y cuando los métodos *CCE* y *AMG* permiten controlar por diferencias en la fiscalización entre estados, la efectividad en el cobro del ISN de cada estado permanece constante, y como expusimos en los antecedentes al parecer éstos han aumentado en años recientes.

Así para subsanar este inconveniente procedimos a re-estimar las ecuaciones (5) y (6) del efecto del ISN sobre los salarios reales y el empleo utilizando las tasas efectivas del ISN que estimamos en la primera sección de este trabajo. Aunque aparentemente esta es mejor opción que las estimaciones con base en la tasa legal, esto sucede a un costo importante, ya que el tamaño de muestra disponible por la temporalidad de las series de recaudación de este impuesto se desploma de 480 a 286 sin controles y de 416 a 254 con controles.

Esto nos impide el uso de los métodos que permiten heterogeneidad y nos limita a la estimación con efectos fijos estatales y en el tiempo. Adicionalmente, la estimación de las tasas efectivas, comprensiblemente, no está exenta de problemas toda vez que las masas salariales son inciertas y fueron aproximadas.

41 Debemos de reconocer que el tamano de las series de tiempo utilizadas en este ejercicio es bastante pequeno. Eberhardt y Teal (2011) sugieren evidencia de al menos 40 periodos de tiempo para la aplicacion apropiadas de los metodos de macro paneles que controlan por sesgos de heterogeneidad, y en nuestro caso disponemos solamente de informacion anual a partir del 2000. As los errores estandar de las estimaciones tienden a estar inflados y es dif cil obtener margenes de significancia reducidos. Por tal motivo, estimamos que niveles de significancia en el rango de 6 a 10% como los encontrados en los coeficientes de las ecuaciones de los salarios reales muestran un patron sistematico entre la tasa del ISN y los salarios reales, en lugar de que los resultados sean producto de variaciones meramente aleatorias de un coeficiente igual z cero en la poblacion.

El cuadro 3 presenta las estimaciones del efecto de los cambios en las tasas efectivas del ISN sobre el salario real y el empleo para el periodo en que disponemos de ellas (a partir del 2005). Los coeficientes sobre la tasa efectiva del ISN son negativos que es lo que esperaríamos, y son significativamente distintos de cero en ambos casos, cuando no incluimos controles lo es al 5% (p=0.046) y cuando los incluimos al 10% (p=0.101).

Los coeficientes son mayores que los estimados para las tasas legales lo cual es esperado toda vez que el coeficiente $\phi$ que mide la efectividad del gravamen ahora está incluido en la tasa del ISN, por tal motivo el coeficiente en el caso de traslación perfecta del ISN al salario real debería de estar en el rango de -0.7, para el caso descrito en la simulación de la gráfica 4, a -1 que corresponde al caso de la ausencia de otros gravámenes en la contratación de trabajadores.

Y efectivamente los coeficientes no difieren significativamente de estos rangos, tanto en las estimaciones sin controles como en las estimaciones con controles. En el caso de la estimación sin controles, no se puede rechazar la hipótesis nula de que el coeficiente sea -1 (estadístico de Wald de F=0.07 con p=0.7978), ni la hipótesis de que el coeficiente sea -0.7 (F=0.65 y p=0.4266). En el caso con controles, tampoco se pueden rechazar las hipótesis nulas previas (para la primera, F=0.0 con p=0.9801 y, para la segunda, F=0.24 y p=0.6278).

**Cuadro 3. Coeficiente de incidencia de la tasa efectiva del impuesto sobre nóminas en el salario real y el empleo**

| | Salarios Reales | | Empleo | |
|---|---|---|---|---|
| | Controles | | Controles | |
| | Sin | Con | Sin | Con |
| Constante | 0.0202*** | 0.0122 | 0.0437*** | 0.0656 |
| | (0.0017) | (0.0268) | (0.0038) | (0.0467) |
| Tasa efectiva de ISN (Cambio) | -1.1417** | -0.9856* | 0.6340 | 0.0162 |
| | (0.5482) | (0.5824 ) | (0.6862) | ( 1.1192 ) |
| Observaciones | 286 | 254 | 286 | 254 |
| R2 | 0.2976 | 0.3790 | 0.4624 | 0.4341 |
| RMSE | 0.0092 | 0.0081 | 0.0209 | 0.0196 |
| Abs(Corr (ei,ej)) | 0.302 | 0.323 | 0.365 | 0.367 |
| Pesaran CD | -1.269 | -1.519 | -1.887* | -1.770* |

*Fuente: elaboración propia*.

Nota: *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

Nuevamente, como cuando empleamos las tasas legales del ISN, fallamos en rechazar que los coeficientes de los cambios en las tasas efectivas del ISN sean distintos de cero para el empleo.

## 4. Discusión de los resultados e implicaciones

El modelo empleado para estimar la incidencia del impuesto sobre nómina está basado en una estructura de mercado de competencia perfecta y asume que la productividad marginal del trabajo es observable, ¿son consistentes estos resultados bajo otras estructuras de mercado, información imperfecta y racionalidad limitada de los agentes? Adelantamos que sí lo son, aunque como veremos se sigue requiriendo que la oferta de trabajo sea insensible a los salarios reales.

Tomemos el caso donde las empresas tengan algún grado de poder monopsónico sobre el trabajo, pero que sean precio aceptantes en los mercados de bienes. Esta estructura puede ser razonable, porque en el corto plazo una empresa puede enfrentar la oferta total de la fuerza laboral de cierta variedad (e.g. trabajadores que conocen de acero, profesores, médicos) aún y cuando cada estado sea una economía pequeña abierta y por tanto tome los precios nacionales y/o internacionales.

Bajo un esquema así, los salarios que pagarán estos empleadores monopsónicos serán menores a la productividad marginal, donde el margen de descuento es mayor mientras más inelástica es la oferta laboral. En este caso un incremento en la tasa del ISN se puede trasladar totalmente al salario real sin afectar el empleo, siempre y cuando la oferta laboral no reaccione a la contracción salarial. En este sentido tenemos el mismo efecto que el modelo sencillo descrito en las secciones anteriores.

Interesante es el caso donde la empresa tuviera poder de mercado en los bienes y servicios que produzca y enfrente competencia perfecta en el mercado laboral. En este caso el salario real puede contraerse por dos vías, por reducciones en el salario nominal de equilibrio del mercado laboral y por incremento en los precios de los bienes y servicios, dependiendo de las dinámicas de ajuste de los mercados.

Es decir, el impuesto puede producir un exceso de oferta que haga que el salario nominal de equilibrio baje, si el ajuste es suficientemente rápido entonces los costos marginales se ven inalterados, ya que la caída del salario nominal compensa exactamente el incremento de la carga impositiva. Pero si el ajuste del mercado laboral es lento, entonces el incremento en el ISN sube los costos marginales, y debido a la estructura de competencia monopolística de las empresas, el aumento del costo marginal se traslada mediante un esquema de precios de Lerner, dependiendo de la elasticidad precio de la demanda.

Sin embargo, independientemente del caso que se dé, o una combinación de los mismos, el resultado final es que los salarios reales se contraen. Para que

no exista efecto alguno sobre el empleo se sigue requiriendo que la oferta de trabajo sea insensible a la caída del salario real.

¿Qué sucede si la productividad marginal del trabajo no es observable? Para analizar este caso conviene invocar el modelo de Salarios de Eficiencia de Shapiro y Stiglitz (1984). En su forma más sencilla el esfuerzo del trabajador no es observable y éste puede no hacer el esfuerzo convenido o esperado por la empresa, lo que constituye en un acto de riesgo moral. El empleador invierte recursos en monitorear el trabajo de sus empleados y tiene una probabilidad de detectar este relajamiento de los trabajadores.

En este contexto, el salario eficiente será uno que disuada a los trabajadores a reducir su esfuerzo, esto se logra si se paga una cuasi-renta a los trabajadores, es decir el salario pagado menos el costo de oportunidad de los trabajadores, que es función directa de los beneficios de cometer riesgo moral e inversa de la probabilidad de detectar el relajamiento y la carrera esperada de los trabajadores en la empresa.

En este modelo un incremento en la tasa del ISN puede trasladarse completamente al salario solamente si la cuasi-renta no cambia, y esto es posible si el costo de oportunidad de los trabajadores también disminuye en la misma proporción.

Es decir, en la medida que las empresas crean que el resto de las empresas trasladarán el ISN a los salarios reales, en esa medida el segundo mejor trabajo que pueda encontrar el trabajador tendrá la misma traslación del ISN y se produce por lo tanto una profecía auto-realizable, todas las empresas contraen el salario real que pagan porque al cabo la segunda mejor opción que enfrentan los trabajadores también sufrirá una contracción.

En este caso la traslación completa del ISN requiere ciertas expectativas o mecanismos de coordinación de los empleadores, para que no se dé efecto sobre el empleo se sigue requiriendo que la oferta de trabajo sea completamente inelástica.

Como vemos, aún en condiciones más realistas, se sigue requiriendo de una insensibilidad de la oferta laboral a los salarios reales, ¿pero porque puede darse este caso? Habitualmente, en los estudios de incidencia se parte de ciertas preferencias dadas que condicionan las elasticidades, pero esto nos lleva a explicar la insensibilidad simplemente por las preferencias entre el ocio y los bienes.

Alternativamente podemos especular que la ausencia de la reacción de la oferta laboral a los salarios reales puede darse por la forma en que habitualmente se implementa el ISN en México, es decir por variables de contexto que en un mundo de racionalidad perfecta serían intrascendentes, pero que en un contexto de racionalidad limitada suelen marcar la diferencia.
Entre estos factores estimamos que son importante tres: el tamaño de la tasa del impuesto, el que se cargue primero a las empresas y él que los cambios en la tasa del ISN se implemente en la mayoría de los casos al mismo tiempo que se dan las revisiones contractuales. Veamos cada uno de ellos.

La tasa del impuesto sobre el ISN es en promedio alrededor de 2% en México, siendo 3% la tasa máxima. Esta tasa implica un gravamen de 180 pesos mensuales en, por ejemplo, un salario nominal de 6,000 pesos al mes. Si se paga por quincena significa 90 pesos o aproximadamente 42 pesos si es semanal, o 6 pesos en pago diarios.

Hasta ahora la tasa del ISN se mantiene en rangos que no implican una contracción muy abultada para los salarios medianos, esto ayuda a trasladarlos pero se tienen que dar más condiciones.

La segunda condición es que el impuesto se carga a las empresas. Aunque en la teoría clásica de la incidencia el resultado debería de ser el mismo si se cobrara a la empresa en comparación a que si se le impusiera al trabajador, basados en los principios de la economía conductual sospechamos que no es el caso.

Es decir, para reaccionar ante el impuesto el trabajador debe primero darse cuenta que le están cobrando el ISN. De hecho si existiera forma de cargarlo al trabajador una vez que ya cobró su quincena, seguramente la caída en su

utilidad sería mayor por el efecto dotación (Kahneman, Knetsch y Thaler 1990), i.e. una vez que lo obtuvo entra a su propiedad y por tanto el pago del ISN posterior representa una desutilidad más grande debido a la aversión a las pérdidas que predice la teoría del prospecto (Kahneman y Tversky 1979).

Aun así, se requiere de una tercera condición. No basta que se cargue a las empresas y éstas lo trasladen a los trabajadores, la contracción del salario real aunque pequeña puede ser perceptible y pudiera desencadenar una caída en la utilidad de trabajar y de ahí una menor disposición a hacerlo.

Se requiere también que aunque los trabajadores perciban la pérdida del salario real, se lo adjudiquen a otros factores sistemáticos más que a la carga impositiva. Esto se logra ya que en la mayoría de las ocasiones el aumento en el ISN se da en enero, al mismo tiempo que la mayoría de las negociaciones salariales. Entonces, se puede lograr la reducción en el salario real simplemente conteniendo los incrementos salariales contractuales por debajo de la inflación.

Esto, aun involuntariamente, logra dos hechos: aunque los trabajadores llegaran a notar la reducción del salario real podrían atribuirlo a la situación de la economía u otro factor común, y no a las cargas impositivas en el ISN, y, dos, en la medida en que la reducción en el salario real no es reduciendo el salario nominal y es extensiva a todos los trabajadores del estado, entonces es considerada más justa y por lo tanto aceptable (Kahneman, Knetsch y Thaler 1986).

En pocas palabras, no se da una reacción en la oferta laboral ante el ISN, porque el trabajador no se da cuenta de que se lo cobran tanto por su tamaño como porque no se lo imponen directamente a ellos. Y aunque sí pudiera percibir una caída en el salario real, el impuesto del ISN se cobra contra el crecimiento del salario nominal y no contra la base, o sea en ningún momento caen los salarios nominales a causa del ISN.

Esto hace que la pérdida sea menos grave a que si se los descontarán una vez que recibió el salario, como sucedería si se cobrara en abril junto con el Impuesto sobre la Renta (ISR). Adicionalmente, al ser extensivo a todos los

trabajadores y no darse vía recortes nominales al salario, se percibe como más justo. Claro, esta interpretación sólo es válida si los trabajadores tienen racionalidad limitada, son vulnerables al efecto dotación, tienen cierta ilusión monetaria y presentan preferencias que toman en cuenta la equidad.

Nuestros resultados implican, pues, que el ISN en los estados mexicanos no destruyen el empleo. Esto resulta una ventaja ya que una de las principales críticas al impuesto siempre ha sido su potencial efecto negativo sobre la base de empleos en los estados.

Más bien, el ISN resulta en una sobre tasa del impuesto al ingreso, sólo que exclusivamente a los ingresos laborales y de carácter proporcional. Si la proporción de los ingresos laborales en el ingreso total es mayor para las familias más pobres, en este sentido el ISN será regresivo, de ahí que resulte desconcertante que algunos estados hayan recurrido al incremento en el ISN para compensar los ingresos públicos por la eliminación de la tenencia, es decir sustituir impuestos progresivos por otros regresivos.

En este sentido, el ISN contribuye al mediocre crecimiento de los salarios reales en México que se reflejan en que el salario por hora en las manufactura se haya estancado en sólo 2.5 dólares por hora desde el 2002 hasta la fecha, o que el salario real crezca tan poco que tendrían que pasar 43 años, es decir más que el horizonte laboral típico, para que éste se doble.

## Conclusiones

Presentamos un modelo teórico de la incidencia del impuesto sobre la nómina en México. Este modelo se aplicó a un macro panel de los 32 estados de la República para el período 2000-2015. Se emplearon métodos de macro paneles de segunda generación para hacer frente a la heterogeneidad en las reacciones del mercado laboral a estos shocks fiscales y al hecho de que los residuos de cada regresión están correlacionados debido a la presencia de factores comunes.

Nuestras estimaciones sugieren que el coeficiente medio la tasa del ISN oficial sobre los salarios debe estar en el rango de -0.3 a -0.6 que son consistentes con las magnitudes que deberíamos esperar bajo la traslación completa del ISN teniendo en cuenta que la tasa oficial del ISN se aplica con importantes exenciones.

Cuando empleamos la tasa efectiva, el coeficiente de traslación del ISN al salario real está en la vecindad de -1. En cambio, en todas las especificaciones fallamos en encontrar algún efecto sistemático de la tasa del ISN sobre el empleo. En otras palabras, el impuesto sobre la nómina estatal es en la práctica un impuesto más al ingreso laboral, mismo que sería de índole regresiva si los ingresos laborales en proporción al ingreso total decrecen con el ingreso.

¿Por qué la carga fiscal recae en los trabajadores? La respuesta inmediata es porque la oferta de trabajo es perfectamente inelástica, la pregunta interesante es por qué es perfectamente inelástica. Argumentamos que esto se debe a que los trabajadores no perciben el gravamen, ya que la tasa del ISN es relativamente pequeña, a que se carga a las empresas y sólo después se transfiere a los trabajadores, y a que seguramente se traslada reduciendo el crecimiento de los salarios nominales y no recortando el salario nominal base.
Esto ayuda a que en un contexto de información incompleta, los trabajadores interpreten el menor ritmo de incremento de los salarios nominales a que la productividad se ha desacelerado o a una menor tasa de inflación futura y no a la presencia de una tasa del ISN más alta.

Si esta explicación es correcta, esto nos ayuda a entender por qué los gobiernos estatales se inclinan por este tipo de gravamen. En primer lugar el impuesto se carga legalmente a las empresas, agentes que no son particularmente populares en un país con la desigualdad del ingreso que impera en México. Y en segundo lugar, porque es difícil que los trabajadores puedan darse cuenta de que ellos son los que están pagando el ISN, de hecho es bastante plausible que en una encuesta de opinión la gran mayoría de los trabajadores ni siquiera sepan de la existencia de un impuesto sobre nóminas. Así, aún y cuando el ISN pudiera ser potencialmente regresivo, al parecer no produce la misma insatisfacción social que sí produce un incremento en la tasa del impuesto sobre la renta, situación fácilmente verificable al revisar un recibo de nómina o al realizar una declaración fiscal.

Sin embargo, nuestros resultados deben de tomarse como una primera aproximación. Una limitante importante es que el periodo de tiempo considerado para controlar por la heterogeneidad entre estados es bastante corto, de hecho la aplicación de los métodos *CCE* y *AMG* requiere de paneles de 40 periodos o más y en nuestro ejercicio es para 16 periodos. Adicionalmente, la estimación de las tasas efectivas del ISN no está exenta de problemas y reduce significativamente el tamaño del panel.

Creemos que el presente estudio puede motivar la investigación futura en al menos tres direcciones. La primera es la extensión de este tipo de investigación empírica a micro paneles de empresas entre diferentes estados tal y como se detalló en la revisión de la literatura en diferentes países. Una opción que podría utilizarse es el empleo de las bases de las mismas tesorerías estatales antes y después de los incrementos en las tasas y para estados que alteraron las tasas y los que las mantuvieron fijas.

Definitivamente un estudio de esta naturaleza no sólo permitiría corroborar la posible traslación del impuesto al salario y/o empleo, sino arrojaría luz sobre posibles efectos entre las empresas incumbentes, las entrantes y las que salen del mercado.

Segundo, los efectos de largo plazo de las cargas laborales tan altas en México, y agravadas por los incrementos presentes y futuros del ISN, no han sido

propiamente estudiados. Es muy posible que si bien en el corto plazo no se destruyan empleos en el sector formal, el lento crecimiento de los salarios reales de este sector promueva más la informalidad en el largo plazo.

La tercera línea de investigación radica en los mecanismos de transmisión del impuesto del ISN. Aquí adelantamos la posibilidad de que los trabajadores no se den cuenta de la caída del salario real, o si esta es perceptible, no la asocien a los impuestos al ISN, y esto empañe cualquier cálculo racional sobre cuánto trabajar.

Esta posibilidad motiva los estudios experimentales de laboratorio y/o campo para estimar la reacción a las horas trabajadas y el esfuerzo de los trabajadores ante un incremento del ISN en diferentes contextos, por ejemplo contrastar la imposición actual con otra donde se cobrara directamente a los trabajadores, descontándolo del salario como el ISR o directamente después de recibir el pago salarial. Un segundo factor importante es si se aplica en época de revisión contractual (e.g. enero) o en otro mes.

Creemos que estudios de esta naturaleza se pueden extender a los efectos de las disminuciones en las deducciones de las prestaciones sociales a los trabajadores en el ISR de las empresas, o incluso al análisis de los posibles efectos de una nivelación del salario mínimo por arriba de la línea de la pobreza.

**Bibliografía**

Anderson, Patricia M, and Bruce D Meyer. 2003. "The Effects of the Unemployment Insurance Payroll Tax on Wages , Employment , Claims and Denials." 78(2000): 81–106.

Bennmarker, Helge, Erik Mellander, and Björn Öckert. 2009. "Do Regional Payroll Tax Reductions Boost Employment?" *Labour Economics* 16(5): 480–89. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0927537109000414 (June 17, 2014).

Cruces, Guillermo, Sebastian Galiani, and Susana Kidyba. 2010. "Payroll Taxes, Wages and Employment: Identification through Policy Changes." *Labour Economics* 17(4): 743–49. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0927537109001298 (June 17, 2014).

Da Silva, W. B., Paes, N. L., & Ospina, R. (2015). The replacement of payroll tax by a tax on revenues: A study of sectorial impacts on the Brazilian economy. *Economia*, *16*(1), 46-59.

Eberhardt, M. & S.R. Bond. 2009. "Cross-section Dependence in Nonstationary Panel Models: A Novel Estimator." Oxford: Department of Economics, University of Oxford and Institute of Fiscal Studies.

Eberhardt, M. & F. Teal 2011. "Econometrics for Grumblers: A new look to the literature on cross contry growth empirics." *Journal of Economic Surveys*, 25 (1): 109-155.

Garofalo, G. A. & S. Yamarik 2002. "Regional Convergence: Evidence from a new State by State Capital Stock Series." *The Review of Economics and Statistics*, 84 (2): 316-323.

Gurber, Jonathan. 1997. "The Incidence of Paytoll Taxation: Evidence from Chile." *Journal of Labor Economics* 15(3): s72–101.

Hamermesh, Daniel S. 1979. "New Estiamtes of the Incidency of the Payroll Tax." *Southern Economic Journal* 45(4): 1208–19.

Kahneman, D., Knetsch, J. and Thaler, R. 1986. "Fairness as a Constraint on Profit Seeking: Entitlements in the Market." *American Economic Review* 76: 728-41.

Kahneman, Daniel, Knetsch J., and Richard H. Thaler 1990. "Experimental Tests of the Endowment Effect and the Coase Theorem." *Journal of Public Economics*, 98 (6):1325-1348.

Kahneman, D. and Tversky, A. 1979. "Prospect Theory: An Analysis of Decisions under Risk." *Econometrica* 47: 263-91.

Kramarz, Francis, and Thomas Philippon. 2001. "The Impact of Differential Payroll Tax Subsidies on Minimum Wage Employment." *Journal of Public Economics* 82(1): 115–46. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0047272700001377.

Kugler, A, and M Kugler. 2009. "Labor Market Effects of Payroll Taxes in Developing Countries: Evidence from Colombia." *Economic Development and Cultural Change* 57(2): 335–58. http://www.nber.org/papers/w13855 (June 17, 2014).

Lehmann, Etienne, François Marical, and Laurence Rioux. 2013. "Labor Income Responds Differently to Income-Tax and Payroll-Tax Reforms." *Journal of Public Economics* 99: 66–84. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0047272713000170 (June 18, 2014).

Levy, S. 2008. "Good Intentions, Bad Outcomes: Social Policy, Informality and Growth in Mexico." Brokkings Institution Press, Washington D.C., United States.

Månsson, J., & Quoreshi, A. S. (2015). "Evaluating regional cuts in the payroll tax from a firm perspective." *The Annals of Regional Science*, *54*(2), 323-347.

Pesaran, M. H. & R. Smith 1995. "Estimating long-run relationships from dynamic heterogenous panels." *Journal of Econometrics* 68: 79-113.

Pesaran, M. H. 2004. "General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels." *University of Cambridge Working Paper*, 1-39.

Pesaran, M. H. 2006. "Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multi-factor Error Structure." *Econometrica* 74 (4): 967-1012.

Saez, E., M. Matsaganis, and P. Tsakloglou. 2012. "Earnings Determination and Taxes: Evidence From a Cohort-Based Payroll Tax Reform in Greece." *The Quarterly Journal of Economics* 127(1): 493–533. http://qje.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/qje/qjr052 (June 17, 2014).

Scherer, C. (2015). Payroll tax reduction in Brazil: Effects on employment and wages. *ISS Working Paper Series/General Series*, *602*(602), 1-64.

Shapiro, C. & J. Stiglitz 1984. "Equilibrium Unemployment as a Worker Discipline Device" *American Economic Review* 7

# *Tercer Lugar*

## *Valuación de Contratos de Extracción Petrolera mediante Algoritmos de Simulación y Optimización Estocástica**

Lic. Jorge Enrique Paniagua Trujillo**

* El presente trabajo fue ganador del tercer lugar del Premio Nacional de Finanzas Públicas 2016, convocado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP) de la H. Cámara de Diputados.

** Lic. en Economía por el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM).

## RESUMEN EJECUTIVO

En esta tesis se utiliza un modelo de precios para el petróleo (Schwartz-Smith), un modelo de tasas de interés (Cox-Ingersoll-Ross) y un método de valuación de opciones americanas (Broadie-Glasserman) para hacer una aproximación, a través de la Teoría de Opciones Reales, al valor de los derechos de iniciar actividades de extracción sobre campos petroleros en México bajo los instrumentos fiscales y las 3 figuras legales que se establecen en la reciente Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos: Contratos de Licencia, Contratos de Producción Compartida y Contratos de Utilidad Compartida.

Las aportaciones de esta tesis son: aplicar y conectar un modelo de precios (Schwartz-Smith) con un método de valuación de opciones (Broadie-Glasserman), estimar a través de un algoritmo desarrollado por el autor el valor de una opción americana a partir del método de Broadie-Glasserman y analizar las implicaciones del nuevo marco legal y fiscal establecido en la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos tanto para el sector público (asignación de recursos y riesgos en las Finanzas Públicas) como para el sector privado (rentabilidad de inversiones petroleras) en México.

Este trabajo pretende constituir una manera de analizar las implicaciones de la reciente Reforma Energética sobre las Finanzas Públicas del país a través de los instrumentos fiscales aplicables a cada proyecto petrolero según el tipo de Contrato, ya que estos instrumentos legales son una manera implícita (mecanismo social) de asignar recursos y riesgos a través del tiempo entre sus contrapartes (el Estado Mexicano y las compañías petroleras).

De esta manera el Estado se asigna implícitamente tanto un nivel de exposición a las fluctuaciones en los precios del petróleo como un nivel de participación en los ingresos de cada proyecto al estipular las condiciones sobre las cuales se explotarán sus recursos petroleros; y dada la importancia de seleccionar una combinación de instrumentos fiscales que satisfagan los objetivos del Gobierno, se utiliza la Teoría de Opciones Reales para modelar este fenómeno y obtener resultados numéricos.

Para efectos de lo anterior, en esta tesis se utiliza un método de valuación de opciones americanas novedoso basado en simulaciones para aproximar el valor de un Contrato de Extracción petrolera sobre un campo representativo. La metodología detrás de estas estimaciones envuelve filtraciones de Kalman para calibrar procesos estocásticos y, mediante las simulaciones que resultan de aplicar el análisis numérico a dichos procesos, optimizar estocásticamente y valuar el campo petrolero a través de la aplicación de un método de valuación de opciones americanas de altas volatilidades.

Como la valuación de este derecho implica calcular las fechas óptimas para comenzar el desarrollo del campo, este método maximiza el valor del activo que el Gobierno licita.

Así, mediante el presente trabajo se procura efectuar tanto una contribución a un tema específico de gran interés como una contribución metodológica de contenido analítico y cuantitativo relevante para México en estos momentos, dada la considerable participación de la renta petrolera en el presupuesto federal, los programas de desarrollo social a largo plazo cuyos recursos dependen directamente de estos ingresos (Fondo Mexicano del Petróleo), las cuantiosas sumas de recursos que envuelven los procesos de subasta de los campos, la Inversión Extranjera Directa e ingresos gubernamentales asociados, y, en el ámbito corporativo, la valuación de colaterales potenciales en la emisión de deuda.

La estructura de este trabajo consta de una introducción **(capítulo 1)**; una descripción, aplicación y calibración de las herramientas cuantitativas de análisis financiero para este fenómeno económico: un modelo markoviano de precios para el petróleo de reversión a una media estocástica **(capítulo 2)**, un modelo de equilibrio general para la estructura intertemporal de las tasas de interés **(capítulo 3)** y un método de valuación de opciones americanas mediante una red estocástica que utiliza conexiones de valores de simulaciones a través de ponderadores que dependen de las funciones de densidad condicional en las transiciones de las variables de estado que constituyen fuentes de riesgo **(capítulo 6)**.

Además en el **capítulo 4** se expone porqué las Opciones Reales son un método moderno para la evaluación económica de proyectos bajo incertidumbre en un contexto corporativo competitivo, convirtiendo las fuentes de volatilidad en fuentes de valor. También se profundiza en los argumentos y ventajas de aplicar la analogía existente entre las Opciones Financieras y los Proyectos de Inversión: tal como una opción es un instrumento financiero derivado que otorga a su titular el derecho, mas no la obligación, de comprar (*call*) o vender (*put*) un activo subyacente en una fecha y precio pactados; un Contrato sobre un campo petrolero es el derecho, mas no la obligación, de iniciar actividades de extracción sobre los yacimientos del campo que posee el contratista durante el período de vigencia del mismo.

Por otro lado, el **capítulo 5** explica el marco legal y fiscal que constituye parte de la base de esta tesis, tomando como referencia la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos expedida y publicada el 11 de Agosto de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Además, muestra la manera en que las políticas del gobierno se traducen en señales económicas al mercado al modelar los instrumentos fiscales en los flujos de efectivo de cada una de las figuras legales que pueda utilizar toda compañía interesada en competir en las licitaciones.

Los resultados obtenidos en este trabajo corresponden a 8 Contratos (instrumentos derivados distintos) por 25 años sobre un mismo campo petrolero representativo: 4 Contratos de Licencia con Tasas sobre el Valor Contractual de los Hidrocarburos de 10%, 20%, 30% y 40%; y 4 Contratos de Utilidad/Producción Compartida con Tasas sobre la Utilidad Operativa de 30%, 40%, 50% y 60%; todos con el mismo nivel de Inversión Inicial y Total.

Para su estimación se utiliza un algoritmo en MATLAB desarrollado por el autor. Se asume que se licita un campo representativo cuyo desarrollo toma 7 años y tiene una vida útil de extracción de 13, y por lo tanto la empresa posee durante los primeros 5 años la opción (al principio de cada mes) para desarrollar inmediatamente el campo o esperar. Así, la longitud de las curvas de futuros (con estructura mensual) utilizadas para evaluar el campo es de 20 años. Para el caso de 2,500 simulaciones se calculan 150,000 curvas de futuros, cada una con 240 contratos mensuales, y se estiman 375’000,000 ponderadores.

Las conclusiones del **capítulo 7** exponen que el enfoque de Opciones Reales permite aproximar el valor de los derechos por tener operaciones en el campo, los cuales el Gobierno está vendiendo al efectuar la licitación, además de que una mayor tasa tributaria es una forma en que el Gobierno "compra" riesgo, y el costo de ese riesgo es el valor en que disminuye la opción. Una consecuencia inmediata de este esquema es que el Gobierno podría cubrirse de riesgos técnicos y geológicos al inducir menores impuestos a los campos más riesgosos en estos sentidos, capturando así recursos ciertos en el presente. Al contrario, si se trata de un campo con extracción de menor dificultad y riesgo, el Gobierno podría extraer mayor renta con menor riesgo al participar más en los flujos futuros gravándolos más.

## PRÓLOGO

En esta tesis se utiliza un modelo de precios para el petróleo (Schwartz-Smith), un modelo de tasas de interés (Cox-Ingersoll-Ross) y un método de valuación de opciones americanas (Broadie-Glasserman) para hacer una aproximación al valor de los derechos de iniciar actividades de extracción sobre campos petroleros bajo las 3 figuras legales establecidas en la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos: Contratos de Licencia, Contratos de Producción Compartida y Contratos de Utilidad Compartida.

Las aportaciones de esta tesis son: aplicar y conectar un modelo de precios (Schwartz- Smith) con un método de valuación de opciones (Broadie-Glasserman), estimar a través de un algoritmo desarrollado por el autor el valor de una opción americana a partir del método de Broadie-Glasserman y analizar las implicaciones del nuevo marco legal y fiscal establecido en la reciente Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos tanto para el sector privado (rentabilidad de inversiones petroleras) como para el sector público (asignación de recursos y riesgos en las Finanzas Públicas).

Este trabajo pretende constituir una manera de analizar las implicaciones sobre las Finanzas Públicas de México de los instrumentos fiscales aplicables a cada proyecto según el tipo de Contrato, siendo estos instrumentos una manera implícita de asignar recursos y riesgos a través del tiempo. Dada la importancia de seleccionar una combinación de instrumentos fiscales que satisfagan los objetivos del Gobierno, se utiliza la Teoría de Opciones Reales para modelar este fenómeno y obtener resultados numéricos.

La reciente Reforma Energética aprobada en México permite la participación de empresas petroleras privadas en las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos a través de licitaciones, proceso que crea un nuevo mercado financiero: el mercado de hidrocarburos que serán explorados, extraídos y vendidos en el mediano-largo plazo, cuyos términos y valuaciones se estipulan en los Contratos de Exploración y Extracción respectivamente.

Esta tesis se centra en los últimos. A través de un Contrato de Extracción, sus contrapartes (el Estado Mexicano y la compañía petrolera) se asignan riesgos y recursos durante los años de vigencia del mismo, período de mayor longitud que los que caracterizan a los mercados financieros estandarizados para el petróleo. Por lo tanto este mercado de Contratos es de tipo *over-the-counter*.

El máximo precio que una empresa petrolera está dispuesta a pagar por un barril de petróleo en el futuro es su equivalente cierto (Cortazar y Schwartz, 1998). El equivalente cierto del petróleo en una fecha futura determinada es el valor del contrato futuro con maduración en la misma fecha. Como las compañías petroleras también pagarán impuestos al Estado por los barriles que extraigan y vendan, un Contrato de Extracción petrolera puede verse como una opción sobre el valor de las ganancias a la compañía derivadas de una sucesión (de longitud igual al período de desarrollo más la vida útil del campo licitado) de contratos futuros sobre el petróleo. De esta manera, el Estado transfiere parte del riesgo de las fluctuaciones en el precio spot del petróleo a la compañía al pactar el contrato futuro como valor de referencia para el Contrato de Extracción cuyo monto recibe inmediatamente al momento de la licitación.

En esta tesis se utiliza un método de valuación de opciones americanas basado en simulaciones para aproximar el valor de un Contrato de Extracción petrolera de 25 años de vigencia sobre un campo cuyo desarrollo toma 7 años y su vida útil es de 13, y por lo tanto la empresa posee la opción (al principio de cada mes) para desarrollar inmediatamente el campo o esperar durante los primeros 5 años. Así, la longitud de las curvas de futuros (con estructura mensual) utilizadas para valuar este campo es de 20 años, y las ganancias a la compañía ocurren a partir del contrato número 85. Para el caso de 2500 simulaciones se tienen 150,000 curvas de futuros, cada una con 240 contratos mensuales.

La metodología detrás de estas estimaciones envuelve filtraciones de Kalman para calibrar procesos estocásticos, y mediante las simulaciones que resultan de aplicar el análisis numérico a dichos procesos, optimizar estocásticamente y valuar el campo petrolero a través de la aplicación de un método de valuación de opciones americanas de altas volatilidades.

Así, mediante el presente trabajo se procura efectuar tanto una contribución a un tema específico de gran interés como una contribución metodológica de contenido analítico y cuantitativo relevan.

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

## 1.1. El problema económico

La asignación de recursos escasos para lograr la satisfacción de fines múltiples, competitivos y ordenables es el tema de estudio de la Economía. Tanto los hidrocarburos, los recursos financieros destinados a las inversiones en la extracción de los mismos y sus recursos fiscales derivados tienen costos de oportunidad. Por lo tanto, el estudio de los mecanismos tecnológicos y sociales que intervienen en la determinación del valor de los derechos de extracción petrolera constituye un espacio de análisis para un economista.

De esta manera, el objeto de estudio de esta tesis son los Contratos de Extracción de hidrocarburos, instrumentos legales que constituyen un mecanismo social de asignación de riesgos y recursos entre sus contrapartes; que en este caso son el Estado Mexicano y las compañías petroleras.

Por otro lado, la renta petrolera es parte fundamental de las Finanzas Públicas en México para la provisión de bienes y servicios que persiguen objetivos de desarrollo social, por lo que la valuación de los elementos que participan en la formación de estos recursos reviste especial importancia para la sociedad; en particular en un momento de transformaciones en las normas que rigen el funcionamiento del sector energético en el país.

Adicionalmente los proyectos de extracción de hidrocarburos ocurren en un contexto de incertidumbre y asimetrías de información, por lo que la inclusión de estos conceptos en el análisis de su valuación permite enriquecer y modelar de mejor manera todo estudio que se pretenda realizar sobre este tema.

La valuación de Contratos sobre campos petroleros es un tema relevante tanto para el sector privado, al utilizarla dentro de sus decisiones para ofertar por los derechos sobre éstos y evaluar su rentabilidad; como para el sector público, para establecer precios de reserva en las subastas de estos campos y estudiar el efecto que tienen sobre los ingresos públicos las políticas iniciales que determinan las actividades en los mismos. Dichos procesos de subasta envuelven miles de millones de dólares.

Aunado a lo anterior, la valuación de estos Contratos y las simulaciones asociadas son de utilidad para analizar los flujos de Inversión Extranjera Directa en este sector determinados a su vez por el régimen fiscal; así como para hacer estimaciones sobre el incremento de los ingresos públicos durante el año en que se efectúen las licitaciones.

Además, una vez que una compañía petrolera obtiene los derechos de extracción sobre un campo, la valuación de estos activos de producción ante diferentes escenarios financieros es importante para aproximar el valor de los colaterales potenciales que la misma compañía puede utilizar en la emisión de deuda corporativa.

Los ingresos derivados de la extracción de un campo petrolero tendrán 3 destinos: cubrir costos y depreciaciones, pago de impuestos y ganancias a la compañía. El valor presente de este último es igual al valor del Contrato (Opción Real). Tanto el valor presente de las ganancias a la compañía (recibido al momento de la licitación) y el valor corriente de los impuestos (recibido durante la extracción, años después de la licitación) tienen como destinatario el Estado Mexicano, y por construcción hay una relación negativa entre ambos. Dado que el Estado recibirá ambos flujos, es de interés estudiar el impacto que tiene la estructura tributaria en la interacción de los valores de ambos flujos, misma que constituye una herramienta que tiene el Estado para asignarse recursos y riesgos en el tiempo. Cabe mencionar que, aunque el valor de los costos y depreciaciones afectan el valor de los impuestos y las ganancias, la caracterización de la tecnología que los determina pertenece al objeto de estudio de otras disciplinas (Ingeniería Petrolera, Geología), por lo que serán variables exógenas en este trabajo.

Es importante recalcar que en este tema la Economía converge con un conjunto de otras disciplinas involucradas en el desarrollo de las actividades inherentes a los diferentes procesos relacionados en la explotación de hidrocarburos, siendo la Geología e Ingeniería Petrolera parte esencial para estimar los costos y niveles de producción e inversión en estos proyectos. Para efectos de incluir estas variables en esta tesis se utilizarán supuestos que reflejen las magnitudes observadas en este sector.

## 1.2. Objetivo

El objetivo de esta tesis es mostrar cómo se comportan el valor de los derechos de extracción y los flujos de efectivo asociados a un campo petrolero ante diferentes esquemas fiscales y normativos, aplicando la teoría financiera relevante para analizar el tema. Así, se utiliza la Teoría de Opciones Reales para recomendar cuál sería una buena manera de aproximarse al valor de estos Contratos, tratando de aportar un esquema de valuación coherente con la realidad de México tocante a sus recursos energéticos.

En este modelo de valuación se utiliza una fuente de volatilidad (fuente de valor para el instrumento financiero), la cual es el precio del petróleo. Para ello se utiliza un modelo de precios que descompone el precio del petróleo en 2 procesos estocásticos: uno de corto plazo y uno de largo plazo. Las limitaciones de esta tesis son las partes técnicas (ritmos de ejecución, costos, niveles de producción e inversión), las cuales se tomarán como dadas.

## 1.3. Estructura

Un campo petrolero adquiere valor debido a que puede ser desarrollado y su contenido será vendido. Por tanto la primera fuente de riesgo inherente a un proyecto de extracción de hidrocarburos es el precio de los mismos, pues la dinámica que sigan éstos en el tiempo es lo que vuelve rentable o no rentable un proyecto de esta naturaleza. Por lo tanto, en el capítulo 2 se estiman los parámetros del Modelo de Schwartz-Smith para las trayectorias de los precios del petróleo. En el capítulo 3 se presenta el Modelo de Cox-Ingersoll-Ross para Tasas de Interés y su estimación, requerido para descontar los flujos que otorgue el campo.

Posteriormente se hace referencia a la Teoría de Opciones Reales y su conexión con un proyecto petrolero, su relación y ventajas sobre otros métodos de valuación, así como la literatura relacionada a estos instrumentos financieros. El capítulo 5 contiene información sobre las figuras legales e instrumentos fiscales aplicables a esta tesis y la manera de modelarlos en los flujos de efectivo de las Opciones Reales, con base en la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de Agosto

de 2014. Finalmente en el capítulo 6 se describe el método basado en una red estocástica de valuación de opciones americanas de Broadie y Glasserman y la manera de aplicarlo a la valuación de un campo petrolero. El capítulo final ofrece las conclusiones.

## CAPÍTULO 2: MODELO DE PRECIOS

El modelo de precios elegido para efectos de este estudio es el desarrollado por Eduardo Schwartz y James Smith (2000). Este modelo de 2 factores posee la propiedad de reversión a la media en el corto plazo e incertidumbre en el nivel al cual se revierten los precios en el largo plazo (precio de equilibrio).

Para su estimación se utilizan precios de contratos de futuros sobre el petróleo con diferente maduración, siendo éstos una fuente de información sobre las percepciones de escasez a través del tiempo de este recurso. Intuitivamente, cambios en los precios de los contratos de futuros de larga maduración proveen información sobre el precio de equilibrio, y los cambios en la diferencia entre los contratos de corta y larga maduración proveen información sobre las desviaciones de corto plazo.

La elección de este modelo responde a 2 razones. La primera es su propiedad markoviana. Es decir, los valores del bien que modela, y por lo tanto sus probabilidades condicionales de transición, dependen únicamente de los valores que tuvo al final del período anterior. Esta es una razón de peso ya que la propiedad de Markov es indispensable para conectarlo al método de valuación de opciones americanas implementado en esta tesis, el cual utiliza variables que provienen de un proceso de Markov. Como se detalla más adelante, el proceso del precio spot se modela como la suma de 2 procesos estocásticos que cumplen la propiedad de Markov (Ornstein-Uhlenbeck y movimiento browniano).

La segunda razón es la capacidad del modelo de descomponer el precio del petróleo en un componente de corto plazo y un componente de largo plazo, aunque se mantiene una correlación entre ambos (pequeña en relación a otros modelos). Esto permite analizar de manera más clara el impacto de cada componente al valuar instrumentos financieros deriva- dos del petróleo y es de fácil interpretación respecto a otros modelos de precios.

La intuición sencilla es que el proceso estocástico que sigue el logaritmo del precio spot es la suma de un proceso de reversión a la media (corto plazo) y un proceso browniano (largo plazo). De esta manera, en vez de utilizar tasas de

conveniencia estocásticas (*convenience yield*[42]) para explicar cambios en la pendiente de la curva de futuros, este modelo las explica a través de las variaciones de corto plazo en los precios.

Sin embargo los autores demuestran que una combinación lineal de los parámetros de este modelo lo hace equivalente al modelo con tasas de conveniencia estocásticas de Gibson-Schwartz (1990).

### 2.1. Modelo Corto plazo/Largo plazo

Sea $S_t$ el precio spot del petróleo en el instante t, y sea $X_t = \ln(S_t)$. Se puede descomponer $X_t$ en 2 variables de estado no observables que pueden ser estimadas a través de filtros de Kalman a partir de los precios de los contratos de futuros:

$$X_t = \chi_t + \xi_t \qquad (2.1)$$

Donde $\chi_t$ representa la desviación de corto plazo en el instante t y $\xi_t$ representa el nivel de equilibrio de largo plazo en el instante t, ambos expresados en unidades logarítmicas. El modelo asume que las desviaciones de corto plazo ($\chi_t$) revierten a cero siguiendo un proceso Ornstein-Uhlenbeck:

$$d\chi_t = -\kappa\chi_t dt + \sigma_\chi dz_\chi \qquad (2.2)$$

Por su parte, el nivel de equilibrio de largo plazo ($\xi_t$) sigue un movimiento Browniano:

$$d\xi_t = \mu_\xi dt + \sigma_\xi dz_\xi \qquad (2.3)$$

En el modelo $dz_\chi$ y $dz_\xi$ son incrementos correlacionados de movimientos Brownianos estándares con $dz_\chi d\xi_t = \rho_{\chi\xi} dt$. Ambos procesos estocásticos son markovianos.

Dados $\chi_0$ y $\xi_0$, los autores demuestran que $\chi_t$ y $\xi_t$ tienen una distribución

42 Definida como el flujo de servicios que devenga el poseedor del activo f sico, mas no el poseedor del contrato futuro sobre el mismo activo.

normal conjunta. Por lo tanto, el logaritmo del precio spot ($X_t$) se distribuye normalmente. En consecuencia, el precio spot ($S_t$) tiene una distribución de probabilidad log-normal.

### 2.1.1. Proceso neutral al riesgo

A fin de utilizar este modelo para valuar contratos de futuros o instrumentos financieros derivados, es preciso utilizar la versión neutral al riesgo del modelo.

Sean $\lambda_\chi$ y $\lambda_\xi$ las primas de riesgo para $\chi$ y $\xi$ respectivamente, entonces $\chi_t$ y $\xi_t$ seguirán los procesos estocásticos

$$d\chi_t^* = (-\kappa\chi_t^* - \lambda_\chi)dt + \sigma_\chi dz_\chi^* \tag{2.4}$$

$$d\xi_t^* = (\mu_\xi - \lambda_\xi)dt + \sigma_\xi dz_\xi^* \tag{2.5}$$

Aquí se asume que las primas de riesgo son reducciones constantes en el curso de cada proceso. Así, el proceso neutral al riesgo de corto plazo ($\chi_t^*$) sigue un proceso Ornstein-Uhlenbeck que revierte a $\frac{-\lambda_\chi}{\kappa}$ (en vez de cero como en el proceso real) y el proceso neutral al riesgo de largo plazo ($\xi_t^*$) tiene aumentos (*drift*) $\mu_\xi^* \equiv \mu_\xi - \lambda_\xi$. Bajo este enfoque neutral al riesgo, dado $\chi_0$ y $\xi_0$, el logaritmo natural de los precios spot en el futuro ($S_t^*$) tiene una distribución normal con:

$$E[\ln(S_t^*)] = e^{-\kappa t}\chi_0 + \xi_0 - (1 - e^{-\kappa t})\frac{\chi}{\kappa} + \mu_\xi^* t \tag{2.6}$$

$$Var[\ln(S_t^*)] = (1 - e^{-2\kappa t})\frac{\chi}{2\kappa} + \sigma_\xi^2 t + 2(1 - e^{-\kappa t})\frac{\rho\chi\xi\sigma\chi\sigma\xi}{\kappa} \tag{2.7}$$

### 2.1.2. Valuación de contratos de futuros

Sea $F_{T,0}$ el precio actual de un contrato futuro sobre el petróleo que madura en T. La teoría de valuación neutral al riesgo muestra que el precio de los futuros es igual al precio spot esperado bajo un proceso neutral al riesgo, y, asumiendo que las tasas de interés son determinísticas (o de manera más

general, son independientes del precio spot), el precio forward es igual al precio del contrato futuro. Dado que los precios spot en el futuro tienen una distribución log-normal, entonces

$$\ln\left(F_{T,0}\right) = \ln(E[S_t^*]) = E[X_T^*] + \frac{1}{2}Var[X_T^*] = e^{-\kappa T}\chi_0 + \xi_0 + A(T) \qquad (2.8)$$

Donde

$$A(T) = \mu_\xi^* T - (1 - e^{-\kappa T})\frac{\lambda_\chi}{\kappa} + \frac{1}{2}\left((1 - e^{-2\kappa t})\frac{\sigma_\chi^2}{2\kappa} + \sigma_\xi^2 T + 2(1 - e^{-\kappa T})\frac{\rho_{\chi\xi}\sigma_\chi\sigma_\xi}{\kappa}\right) \qquad (2.9)$$

## 2.2. Estimación

Como se ha indicado, las variables de estado de corto y largo plazo no son directamente observables, por lo que deben ser estimadas usando la información contenida en los precios de contratos futuros con diferentes períodos de maduración. Para estimar los parámetros del modelo se utilizan filtros de Kalman a fin de calcular valores para las variables de estado $\chi_t$ y $\xi_t$ (dado un conjunto de parámetros iniciales arbitrarios), una vez que se tienen estos valores se utiliza el método de Máxima Verosimilitud para aproximarse a un nuevo conjunto de parámetros. Este proceso se repite hasta identificar el conjunto de parámetros que maximizan la función de verosimilitud, es decir, el conjunto de parámetros que maximiza la probabilidad de haber obtenido los valores observados en el modelo.

Es importante mencionar que el desempeño del modelo se evaluará por su habilidad para ajustarse a la estructura temporal de los contratos futuros sobre el petróleo, es decir, por su validez empírica. Aunque las ecuaciones estocásticas diferenciales que describen al modelo están en tiempo continuo, Schwartz y Smith desarrollan una versión del filtro de Kalman para estimar sus variables de estado y parámetros. A partir del supuesto de que es posible caracterizar y estimar una versión discreta de estos procesos estocásticos mediante filtros de Kalman, se han obtenido estimaciones consistentes con gran ajuste.

La precisión del método depende, entre otras cosas, de 1) suponer que los precios del riesgo de mercado ($\lambda_\chi$ y $\lambda_\xi$) son constantes, lo cual es plausible al utilizar tasas constantes de descuento, 2) verificar el comportamiento de la ganancia del filtro de Kalman y 3) exhibir la precisión con la que la máxima verosimilitud discreta logra su propósito de estimación paramétrica en relación con el intervalo del tiempo de muestreo.

Fundamentalmente, la importancia numérica y el impacto de estos tres elementos, entre otras aproximaciones, deben ser analizados y dejados para un trabajo posterior.

Aunque teóricamente la filtración de Kalman se utiliza para fenómenos continuos y el muestreo utilizado para los precios del petróleo es discreto, esta aplicación no tiene implicaciones directas en la verosimilitud. Por tal razón el modelo de Schwartz y Smith es ampliamente utilizado en documentos académicos de modelaje de precios de bienes y valuación de instrumentos derivados de los mismos.

Por lo tanto en este trabajo se implementa el método de estimación discreto propuesto por los autores del modelo, haciendo uso de la misma frecuencia de las observaciones empleadas por ellos (semanales).

### 2.2.1. Filtros de Kalman

Los filtros de Kalman son una herramienta recursiva para la estimación de las medias y covarianzas de las variables de estado y los errores en cada instante t dadas las observaciones que dependen de estas variables. Esta filtración utiliza toda la información disponible hasta t para generar estos estimadores, por lo que se actualizan constantemente al recibir información nueva.

La aplicación de esta técnica requiere de 2 condiciones: 1) que las variables de estado evolucionen de acuerdo a un modelo lineal con perturbaciones que tienen una distribución normal conjunta y 2) que las observaciones guarden una relación lineal con las variables de estado, cuyos errores de estimación tienen una distribución normal conjunta.

Para satisfacer estas condiciones en el modelo, se utilizan los logaritmos de los precios de los futuros como observaciones (para satisfacer la condición de linealidad) y se asume que los errores en estas observaciones tienen una distribución normal conjunta.

La representación en el espacio de las variables de estado del modelo dinámico a estimar es fundamental para iniciar el algoritmo de los filtros de Kalman. Esta representación se compone de 2 ecuaciones: la ecuación de transición (que describe la relación entre las variables de estado en el tiempo) y la ecuación de medición (la cual describe la relación entre las variables de estado y las variables observadas en cada instante).

La representación en el espacio de las variables de estado del modelo de precios de Schwartz y Smith es la siguiente:

**Ecuación de transición**

$$\mathbf{x_t} = \mathbf{c} + \mathbf{Q}\mathbf{x_{t-1}} + \eta_t, \quad t = 1, \dots, n_T \qquad (2.10)$$

Donde

$$\mathbf{x_t} = \begin{bmatrix} \chi_t \\ \xi_t \end{bmatrix} \qquad \mathbf{c} = \begin{bmatrix} 0 \\ \mu_\xi \Delta t \end{bmatrix} \qquad \mathbf{Q} = \begin{bmatrix} e^{-\kappa \Delta t} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad \eta_t = \begin{bmatrix} \eta_{t_\chi} \\ \eta_{t_\xi} \end{bmatrix}$$

$\eta_t$ es un vector de perturbaciones sin correlación serial, con $E[\eta_t] = 0$ y

$$Var[\eta_t] = \begin{bmatrix} (1 - e^{-2\kappa \Delta t}) & (1 - e^{-\kappa \Delta t}) \dfrac{\rho_{\chi\xi}\sigma_\chi\sigma_\xi}{\kappa} \\ (1 - e^{-\kappa \Delta t}) \dfrac{\rho_{\chi\xi}\sigma_\chi\sigma_\xi}{\kappa} & \sigma_\xi^2 \Delta t \end{bmatrix}$$

$\Delta t \equiv$ longitud entre instantes, $n_t$ es el número de observaciones en la muestra de datos y $n$ es el número de contratos futuros contenidos en cada observación.

**Ecuación de medición**

$$\mathbf{y_t} = \mathbf{d_t} + \mathbf{Z_t x_t} + \epsilon_t, \quad t = 1, \dots, n_T \tag{2.11}$$

Donde

$$\mathbf{y_t} = \begin{bmatrix} ln(F_{T_i}) \\ \vdots \\ ln(F_{T_n}) \end{bmatrix} \qquad \mathbf{d_t} = \begin{bmatrix} A(T_i) \\ \vdots \\ A(T_n) \end{bmatrix} \quad \mathbf{Z_t} = \begin{bmatrix} e^{-\kappa T_i} & 1 \\ \vdots & \vdots \\ e^{-\kappa T_n} & 1 \end{bmatrix} \quad \epsilon_t = \begin{bmatrix} \epsilon_{T_i} \\ \vdots \\ \epsilon_{T_n} \end{bmatrix}$$

$\epsilon_t$ es un vector de perturbaciones no-correlacionadas, con $E[\epsilon_t] = 0$ y $Cov[\epsilon_t] = \mathbf{H}$. La matriz $\mathbf{H}$ es diagonal (tal como asumen Schwartz y Smith), y se compone de las varianzas de los errores correspondientes a cada período de maduración elegido.

Dadas estas ecuaciones y un conjunto de precios observados de contratos futuros con diferentes períodos de maduración, el filtro de Kalman se aplica recursivamente: a partir de variables de estado iniciales, se usan las observaciones en t y los estimadores de las variables de estado en t − 1 para generar estimadores para las matrices de medias ($\mathbf{x_t}$) y covarianzas ($\mathbf{C_t}$) de las variables de estado en t:

$$\mathbf{x_t} = \mathbf{c} + \mathbf{Q x_{t-1}} + \mathbf{K_t}(\mathbf{y_t} - \mathbf{d_t} - \mathbf{Z_t}(\mathbf{c} + \mathbf{Q x_{t-1}})) \tag{2.12}$$

$$\mathbf{C_t} = \mathbf{P_{t|t-1}} - \mathbf{K_t Y_{t|t-1} K_t'} \tag{2.13}$$

Donde $\mathbf{x_t}$ es una matriz de 2 x 1, $\mathbf{C_t}$ es una matriz de 2 x 2 y $\mathbf{K_t}$ es una matriz de 2 x *n*.

La ecuación 2.12 dice que el estimador para $x_t$ es igual a la suma de la esperanza del valor predicho en la ecuación de transición (dada la información en t−1) más una corrección basada en la diferencia entre el valor observado y el valor predicho, ajustada por $\mathbf{K_t}$ (ganancia de Kalman).

La ecuación 2.13 dice que el estimador para la matriz de covarianzas $\mathbf{C_t}$ es igual a la diferencia entre el estimador a priori de la matriz de covarianzas de las variables de estado ($\mathbf{P_{t|t-1}}$) y el estimador de la matriz de covarianzas de ($\mathbf{d_t} + \mathbf{Z_t x_t}$), $\mathbf{Y_{t|t-1}}$, nuevamente ponderadas por $\mathbf{K_t}$. Además,

$$\mathbf{K_t} = \mathbf{P_{t|t-1}} \mathbf{Z_t'} (\mathbf{Y_{t|t-1}})^{-1} \tag{2.14}$$

$\mathbf{P_{t|t-1}}$ es una matriz de 2 x 2 y $\mathbf{Y_{t|t-1}}$ es una matriz de *n* x *n* que satisfacen:

$$\mathbf{P_{t|t-1}} = \mathbf{Q C_{t-1} Q'} + Var[\eta_t] \tag{2.15}$$

$$\mathbf{Y_{t|t-1}} = \mathbf{Z_t P_{t|t-1} Z_t'} + \mathbf{H} \tag{2.16}$$

Dado el conjunto de parámetros iniciales, las variables de estado estimadas y sus matrices de covarianzas, se puede calcular la verosimilitud de las observaciones; pues el modelo asume que los errores de medición están normalmente distribuidos. Por lo tanto, si se plantea la verosimilitud en función de un conjunto de parámetros y de los elementos de la matriz $\mathbf{H}$ $\left(\theta = \left[\kappa, \sigma_\chi, \lambda_\chi, \mu, \mu^*, \sigma_\xi, \rho_{\chi\xi}, S_1^2, \dots, S_n^2\right]\right)$, es posible estimar los parámetros y las varianzas que maximizan la función de verosimilitud (maximizan la probabilidad de ocurrencia de las observaciones en el modelo). Si se utiliza la función sugerida por Harvey (1989), el objetivo es maximizar su logaritmo:

$$lnL = \sum_{t=1}^{n_T} \left( -\frac{n}{2} ln(2\pi) - \frac{1}{2} ln\left|\mathbf{Y_{t|t-1}}\right| - \frac{1}{2} \epsilon_t' \mathbf{Y_{t|t-1}^{-1}} \epsilon_t \right) \tag{2.17}$$

Donde $\left|\mathbf{Y_{t|t-1}}\right|$ es el determinante de $\mathbf{Y_{t|t-1}}$ y $\epsilon_t$ son los errores entre los precios observados y los precios predichos por el modelo de acuerdo a la ecuación 2.10. Esta función puede maximizarse repitiendo el proceso de los filtros de Kalman para diferentes conjuntos de parámetros y varianzas. Para la estimación de estos valores se utilizó una forma del algoritmo de Goodwin (2013) disponible en MATLAB Exchange.

Debe señalarse que los errores estándar de los parámetros fueron obtenidos a partir de la matriz hessiana, la cual, por la forma de llegar a la solución en la rutina de MATLAB, es sensible a los parámetros iniciales. Después de recalcular varias veces con los mismos datos y diferentes conjuntos de parámetros iniciales, el valor de los estimadores de los parámetros y del logaritmo de la función de verosimilitud no cambia, pero el valor de los errores estándar sí. Por lo tanto los errores estándar en los resultados reportados son los obtenidos al utilizar parámetros iniciales muy cercanos a los finales.

### 2.2.2. Datos

Para estimar estos parámetros se utilizaron 5,110 datos con frecuencia semanal disponibles en Bloomberg sobre 6 contratos de futuros sobre el petróleo West Texas Intermediate (WTI) con períodos de maduración correspondientes a 2, 5, 8, 12, 18 y 24 meses a partir de cada una de las 730 semanas de referencia entre el 01/01/2000 y el 31/12/2013.

La razón por la que se escogió una frecuencia semanal y no diaria fue para minimizar la desviación estándar entre los períodos de maduración promedio. Debido a que los contratos de futuros tienen una fecha de maduración fija, el período de maduración se acorta a medida que el tiempo avanza. Pero como el modelo de Schwartz-Smith utiliza *períodos* de maduración fijos y no *fechas* de maduración fijas, es necesario ordenar los datos de acuerdo a este criterio.

Como los contratos de futuros tienen una estructura mensual en el tiempo, para el caso de los datos con frecuencia semanal el tiempo de maduración se ajusta a 1 mes cada 4 observaciones, y hay un intervalo de 1 mes entre los períodos de maduración promedio de cada contrato de la serie de Bloomberg CLi, i=1,...,24. En esta serie CL1 es el contrato con maduración en el primer mes más cercano, CL2 es el contrato con maduración en el segundo mes más cercana, y así sucesivamente.

Dado que esta serie se ajusta a medida que el tiempo pasa, el período de maduración de cada serie permanece dentro de un intervalo durante toda la muestra. De esta manera, los períodos de maduración promedio asociados a

cada contrato utilizados para estimar los parámetros son 3, 9, 15, 23, 35 y 47 quincenas, correspondientes a las series CL2, CL5, CL8, CL12, CL18 y CL24.

Los criterios para escoger estas series fueron el interés abierto (el número de compradores y vendedores de estos contratos no debe ser pequeño para evitar sesgos en las estimaciones), procurar una distribución uniforme de los períodos de maduración, y la inclusión de contratos con la mayor vigencia posible dadas las 2 condiciones anteriores.

### 2.3. Resultados

Los parámetros estimados con este modelo se describen en la Tabla 1 **(ver Tabla 1)**. A fin de observar los cambios en los estimadores de los parámetros del modelo, se dividió la muestra en 4 períodos: 2000 a 2010 (primeras 574 observaciones de cada contrato), 2000 a 2011 (626 observaciones de cada contrato), 2000 a 2012 (678 observaciones de cada contrato) y 2000 a 2013 (730 observaciones para cada contrato).

De la Tabla 1 puede concluirse que la "vida media" de las desviaciones de corto plazo es aproximadamente 9 meses y medio ($= \ln(2)/\kappa$). Además, la volatilidad de corto plazo es mayor que la volatilidad de equilibrio.

En esta estimación se obtienen 2 resultados similares a los de Schwartz y Smith. En primer lugar, el modelo se ajusta mejor a los contratos de mediano plazo y presenta mayores errores en los contratos de muy corto y muy largo plazo; y en segundo lugar, la tendencia de equilibrio ($\mu_\xi$) y la prima de riesgo de corto plazo ($\lambda_\chi$) presentan un error estándar mayor.

Schwartz y Smith argumentan que el error en $\mu_\xi$ se debe a que el modelo asume la tendencia de equilibrio como constante, cuando el error estándar sugiere que cambia en el tiempo; por lo tanto, ellos proponen una extensión de su modelo que en esta tesis no se considera, debido a que $\mu_\xi^*$ (tasa de crecimiento del precio de los contratos futuros de largo plazo) es el parámetro relevante para valuar instrumentos financieros derivados de este activo y no presenta un error estándar significativo.

La tendencia del nivel de precios de largo plazo refleja las expectativas sobre el agotamiento de la oferta existente, cambios tecnológicos en la producción y descubrimiento del petróleo y la inflación. En consecuencia, cambios en estos factores (cambios en las tecnologías de producción y exploración, cambios en el contexto geopolítico o nuevos descubrimientos) implicarán cambios persistentes e inesperados en esta tendencia.

En el caso de $\lambda_\chi$ (prima de riesgo), como es un parámetro que describe la diferencia entre los precios esperados y los precios de los contratos futuros, no se estima con mucha precisión debido a la incertidumbre existente en los precios esperados.

### 2.3.1. Bondad de ajuste

Para evaluar el ajuste del modelo a las observaciones, se compararon los estimadores contra las observaciones de los mismos períodos a partir de los cuales se obtuvieron, y después se compararon contra los datos posteriores.

**Ajuste en el mismo período de estimación**

En el primer caso se esperaría un ajuste casi perfecto dado que el método utilizado para estimar las variables de estado fue el filtro de Kalman. En las Figuras 1 y 2 se muestran gráficamente las trayectorias de los precios spot implícitos en las variables de estado estimadas y las observaciones a partir de las cuales fueron calculados para los períodos 2000-2010 y 2000-2013 **(ver Figuras 1 y 2)**.

Si se despeja $\epsilon_t$ de la ecuación 2.10, puede obtenerse la serie de errores entre las variables de estado y los contratos futuros utilizados en la estimación. $\epsilon_t$ es un vector de 6 x 1 en cada observación. Los errores medios, desviaciones estándar de los errores, y los errores medios absolutos a partir de esta serie se muestran en la Tabla 2 **(ver Tabla 2)**.

Las desviaciones estándar de los errores observados tienen valores bastante cercanos a las desviaciones estándar estimadas en la Tabla 1 correspondientes a los mismos contratos futuros durante los mismos períodos, resultado similar

al de Schwartz y Smith. De esta manera, las variables de estado y los parámetros obtenidos a partir de los datos 2000-2010 y 2000-2013 muestran un grado de ajuste significativo, como se esperaría al utilizar los filtros de Kalman para estimarlos.

Estos errores fueron calculados a partir de la diferencia entre los logaritmos de los precios de los contratos futuros y los precios logarítmicos predichos en el modelo para estos contratos. En la Figura 3 se muestra una superficie que relaciona la semana de observación, el período de maduración (en meses) y el precio del contrato futuro correspondiente **(ver Figura 3)**. Los errores descritos en la Tabla 2 se calcularon para 6 períodos de maduración, mas en esta superficie se puede visualizar el precio para períodos de maduración intermedios.

La muestra utilizada es un panel de datos, por lo que los parámetros y variables de estado estimados son tales que exista el mayor ajuste posible tanto temporalmente como transversalmente. Así, es conveniente observar el ajuste a través de las diferentes maduraciones en los contratos futuros.

De acuerdo a las ecuaciones 2.8 y 2.9, es posible construir una curva de futuros para cualquier período de maduración y para cada fecha de observación a partir de los valores de los parámetros y variables de estado obtenidos. Las variables de estado estimadas a partir de datos hasta el 2013 son $\chi_{730} = -0.0804$ y $\xi_{730} = -4.7201$. Estas variables corresponden a la observación del 27/12/2013. Ahora bien, la serie CL¡ de Bloomberg para esa fecha contenía información para i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 24.

Es importante mencionar que para construir la serie de precios para el 27/12/2013 para los contratos futuros de acuerdo al modelo, es necesario multiplicar al contador *T* por la constante 1/12, pues los parámetros son anuales y la estructura de los contratos es mensual.

A diferencia del proceso de estimación, donde el período de maduración (múltiplo de períodos quincenales) se escoge para todas las fechas (semanales) utilizadas y se busca minimizar la varianza entre el período

$$\left(E[ln(S_t^*)] - Z^{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{Var[ln(S_t^*)]} \leq ln(S_t^*) \right.$$
$$\left. \leq E[ln(S_t^*)] + Z^{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{Var[ln(S_t^*)]}\right) \qquad 2.18$$

escogido y los períodos de maduración que corresponden a cada semana, aquí se utilizan períodos mensuales. ¿Por qué? La razón obedece a que para el 27/12/2013, el contrato futuro negociable más próximo tiene un período de maduración muy cercano a 1 mes (pues el último día de negociación es el tercer día hábil anterior al día 25 del mes precedente al mes de entrega), y dada la estructura mensual de estos con- tratos, los períodos de maduración de los futuros posteriores también son múltiplos de 1 mes.

En la Figura 4 se muestra una gráfica que compara estos valores contra los estimados por el modelo, teniendo presente que para su estimación sólo se usaron 6 contratos con maduraciones distribuidas entre 2 y 24 meses (i=2, 5, 8, 12, 18, 24, **ver Figura 4**).

**Ajuste en observaciones posteriores**

En segundo lugar, se comparó la trayectoria que el modelo acotaría dentro de intervalos con 3 diferentes niveles de confianza contra la trayectoria observada. Es decir, con los parámetros obtenidos durante el período 2000-2010 se calcularon intervalos de confianza para los precios spot hacia el futuro y se contrastaron contra los precios spot observados entre 2011-2014. Como las variables de estado $\chi_t$ y $\xi_t$ tienen una distribución normal bivariada, puede calcularse el intervalo de confianza al nivel $(1-\alpha)$ para $\ln(S_t^*) = \chi_t + \xi_t$ :

Recurriendo a las ecuaciones (2.7) y (2.8), las cotas inferiores y superiores del intervalo de confianza satisfacen:

$$ln(S_t^*) \geq e^{-\kappa t}\chi_0 + \xi_0 - (1-e^{-\kappa t})\frac{\lambda_\chi}{\kappa} + \mu_\xi^* t - Z^{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{(1-e^{-2\kappa t})\frac{\sigma_\chi^2}{2\kappa} + \sigma_\xi^2 t + 2(1-e^{-\kappa t})\frac{\rho_{\chi\xi}\sigma_\chi\sigma_\xi}{\kappa}} \quad 2.19$$

$$ln(S_t^*) \leq e^{-\kappa t}\chi_0 + \xi_0 - (1-e^{-\kappa t})\frac{\lambda_\chi}{\kappa} + \mu_\xi^* t + Z^{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{(1-e^{-2\kappa t})\frac{\sigma_\chi^2}{2\kappa} + \sigma_\xi^2 t + 2(1-e^{-\kappa t})\frac{\rho_{\chi\xi}\sigma_\chi\sigma_\xi}{\kappa}} \quad 2.20$$

Como los parámetros son anuales y las observaciones son semanales, si el contador *t* hace referencia al número de la semana, hay que utilizar $(t\frac{7}{360})$ en las 2 ecuaciones anteriores. Para los intervalos de confianza al 80%, 90% y 95%, los valores de $Z^{\frac{\alpha}{2}}$ son 1.29, 1.64 y 1.96 respectivamente. La gráfica de la Figura 5 muestra el comportamiento del logaritmo de los precios observados a partir de la última observación utilizada para estimar los parámetros entre 2000-2010 (31/12/2010) y el 05/09/2014, junto con los intervalos de confianza **(ver Figura 5)**.

# CAPÍTULO 3: MODELO DE TASAS DE INTERÉS

La estructura intertemporal de las tasas de interés mide la relación entre los rendimientos de los títulos financieros (en este caso, títulos libres de riesgo) que difieren entre sí solamente por sus períodos de maduración.

La razón por la que se incluye un Modelo de Tasas de Interés en esta tesis es para determinar el costo de oportunidad intertemporal de los capitales destinados a financiar los proyectos en campos petroleros y de los flujos generados. Dado que los riesgos son incluidos en el Modelo de Opciones vía volatilidades, la función que cumplen las tasas de interés será descontar los flujos a la tasa libre de riesgo.

Para ello es necesario utilizar un Modelo acorde a la teoría sobre la dinámica de las tasas de interés en el tiempo y su relación con sus períodos de maduración, cuyos parámetros expliquen su comportamiento tanto transversal como temporal observado en los datos.

La mayor parte de los modelos de tasas de interés se basan en el concepto de que, aunque las tasas de interés cambian aleatoriamente a través del tiempo, es posible dividir sus cambios en 2 partes representadas en una ecuación diferencial estocástica. La primera parte es un componente determinístico, llamado *drift* ("deriva" en español), y el segundo componente incluye movimientos aleatorios caracterizados en la volatilidad.

El Modelo utilizado en este trabajo es el de Cox, Ingersoll y Ross (CIR), quienes emplean un Modelo de Equilibrio General a fin de estudiar los determinantes de la estructura temporal de las tasas de interés.

## 3.1. Modelo Cox-Ingersoll-Ross

El Modelo es una descripción intertemporal de una economía competitiva en tiempo continuo con agentes homogéneos, donde la aleatoriedad de la trayectoria en el tiempo de la tecnología determina las oportunidades de producción disponibles en el futuro.

En equilibrio, la tasa de interés y la tasa de rendimiento esperada sobre créditos contingentes se ajustan hasta que las inversiones en los procesos físicos de producción son realizadas. En su modelo incluyen elementos de aversión al riesgo, preferencias intertemporales y expectativas por parte de los agentes.

Dada la ecuación diferencial estocástica que describe la evolución de la tecnología en el modelo, la tasa de interés sigue el proceso markoviano de reversión a la media

$$dr_t = \kappa(\theta - r_t)dt + \sigma\sqrt{r_t}dz_1 \tag{3.1}$$

Donde $dz_1$ sigue un proceso de Wiener. El comportamiento de las tasas de interés implícito en esta ecuación tiene las siguientes propiedades relevantes empíricas: 1) se descartan tasas de interés negativas, 2) si la tasa de interés toca cero, posteriormente será positiva, 3) la varianza absoluta de la tasa de interés se incrementa cuando la tasa de interés sube, y 4) la tasa de interés tiene una distribución estacionaria.

A fin de utilizar este modelo para valuar activos, es necesario utilizar su versión neutral al riesgo:

$$dr_t = (\kappa\theta - (\kappa + \lambda)r_t)dt + \sigma\sqrt{r_t}dz_1 \tag{3.2}$$

El precio de un bono en t que paga $1 en T es

$$P(r, t, T) = A(t, T)e^{-B(t,T)r} \tag{3.3}$$

Donde

$$A(t, T) \equiv \left[\frac{2\gamma e^{(\kappa+\lambda+\gamma)(T-t)/2}}{(\kappa + \lambda + \gamma)(e^{\gamma(T-t)} - 1) + 2\gamma}\right]^{2\kappa\theta/\sigma^2} \tag{3.4}$$

$$B(t,T) \equiv \frac{2\left(e^{\gamma(T-t)}-1\right)}{(\kappa+\lambda+\gamma)(e^{\gamma(T-t)}-1)+2\gamma} \tag{3.5}$$

$$\gamma \equiv ((\kappa+\lambda)^2+2\sigma^2 \tag{3.6}$$

A partir de las ecuaciones anteriores se puede obtener la estructura intertemporal de tasas de interés, o curva cero, en donde el rendimiento a vencimiento (*yield-to-maturity*) se define como

$$R(r,t,T) = \frac{[rB(t,T) - lnA(t,T)]}{T-t} \tag{3.7}$$

### 3.2 Estimación

Si se implementa la metodología de Duan y Simonato (2005), a partir de las ecuaciones anteriores se pueden estimar los parámetros a través de Filtros de Kalman, pues este es un modelo sobre la estructura temporal de las tasas de interés Afín[43].

La inclusión de errores de medición en la relación entre las tasas observadas y las tasas implicadas por la variable de estado y los parámetros puede ser explicada por diferenciales de compra-venta de bonos (*bid-ask spreads*), redondeo de precios o diferencias entre el momento de observación y transacción.

43 Los modelos afines asumen que los rendimientos de los bonos son funciones lineales de las variables de estado subyacentes que otorgan incertidumbre al modelo.

### 3.2.1. Filtros de Kalman

Aunque este proceso no es Gaussiano (la función de densidad exacta de la variable de estado es chi cuadrada no central), el proceso recursivo del Filtro de Kalman aún puede usarse para aproximar los primeros dos momentos de la variable y el resultado será una aproximación por cuasi-máxima verosimilitud al problema de estimación.

Esto sucede porque la función de verosimilitud para modelos no Gaussianos no tiene una forma cerrada, por lo que en este caso el estimador de la función de cuasi-máxima verosimilitud será construido a partir de los primeros dos momentos condicionales de la variable de estado.

En esta representación la tasa de interés instantánea es la variable de estado. De acuerdo a Bollerslev y Wooldridge (1992), los estimadores obtenidos a través de esta función de cuasi-máxima verosimilitud serán consistentes y tendrán una distribución asintótica normal.

#### Ecuación de medición

Si se asume que los rendimientos para cada maduración son observados con errores de magnitudes desconocidas con media 0, desviación estándar $\sigma_\epsilon$ y distribución no necesariamente normal, puede añadirse un término de error para construir la ecuación de medición.

Esta ecuación relaciona cada observación con la variable de estado (que es función de los parámetros que la caracterizan en el modelo), en este caso representa la relación afín entre los rendimientos de bonos cupón cero con la tasa de interés instantánea. Como las observaciones corresponden a los rendimientos con diferentes períodos de vencimiento en cada mes, es conveniente cambiar la notación a $\tau_i = T_i - t,\ i = 1, \dots, k$ corresponde a cada uno de los $k$ períodos de vencimiento incluidos en el panel de datos con $t = 1, \dots, n_T$ observaciones. Reordenando se tiene:

$$R(r_t, t, \tau_i) = -\frac{lnA(\tau_i)}{\tau_i} + \frac{B(\tau_i)}{\tau_i} + \epsilon_t \tag{3.8}$$

Aquí ya tiene la forma

$$\mathbf{y_t} = \mathbf{d_t} + \mathbf{Z_t r_t} + \epsilon_t, \qquad t = 1, \dots, n_T \tag{3.9}$$

Donde

$$\mathbf{y_t} = \begin{bmatrix} R(r_t, t, \tau_1) \\ \vdots \\ R(r_t, t, \tau_k) \end{bmatrix} \quad \mathbf{d_t} = \begin{bmatrix} -\dfrac{lnA(\tau_1)}{\tau_1} \\ \vdots \\ -\dfrac{lnA(\tau_k)}{\tau_k} \end{bmatrix} \quad \mathbf{Z_t} = \begin{bmatrix} \dfrac{B(\tau_1)}{\tau_1} \\ \vdots \\ \dfrac{B(\tau_k)}{\tau_k} \end{bmatrix} \quad \epsilon_t = \begin{bmatrix} \epsilon_{t_1} \\ \vdots \\ \epsilon_{t_k} \end{bmatrix}$$

$\epsilon_t$ es un vector de perturbaciones no-correlacionadas, con $E[\epsilon_t] = 0$ y $Cov[\epsilon_t] = \mathbf{H}$. Se asume que la matriz $\mathbf{H}$ es diagonal, y se compone de las varianzas de los errores correspondientes a cada período de vencimiento elegido.

**Ecuación de transición**

En este modelo, la ecuación de transición tiene la forma

$$\mathbf{r_t} = \mathbf{c} + \mathbf{Q r_{t-1}} + \eta_t, \qquad t = 1, \dots, n_T \tag{3.10}$$

Donde

$$\mathbf{c} = [\theta(1 - e^{-\kappa \Delta t})] \qquad \mathbf{Q} = [e^{-\kappa \Delta t}]$$

$\eta_t$ es un vector de perturbaciones sin correlación serial, con $E[\eta_t] = 0$ y

$$Var[\eta_t] = \left[ \mathbf{r_{t-1}} \frac{\sigma^2}{\kappa} (e^{-\kappa \Delta t} - e^{-2\kappa \Delta t}) + \theta \frac{\sigma^2}{2\kappa} (1 - e^{-\kappa \Delta t})^2 \right]$$

$\Delta t \equiv$ longitud entre períodos, y $n_T$ es el número de períodos en la muestra de datos.

A partir de este punto el proceso recursivo de filtración es exactamente el mismo descrito anteriormente en las ecuaciones 2.12 a 2.17 con excepción de la ecuación 2.13, pues en este algoritmo se usó la forma

$$\mathbf{C_t} = \mathbf{P_{t|t-1}} - \mathbf{K_t Z_t P_{t|t-1}} \tag{3.11}$$

Para la estimación de estos valores se utilizó una forma del algoritmo de Biao (2010) disponible en MATLAB Exchange.

### 3.2.2. Datos

Para estimar estos parámetros se utilizaron 1,176 datos con frecuencia mensual disponibles en Bloomberg sobre letras, pagarés y bonos del Tesoro de Estados Unidos correspondientes a 7 períodos de maduración: 3 meses, 6 meses, 1 año, 2 años, 5 años, 10 años y 30 años.

## 3.3. Resultados

A fin de observar los cambios en los estimadores de los parámetros del modelo, se dividió la muestra en 4 períodos: 2000 a 2010 (primeras 132 observaciones de cada período de maduración), 2000 a 2011 (144 observaciones de cada período de maduración), 2000 a 2012 (156 observaciones de cada período de maduración) y 2000 a 2013 (168 observaciones para cada período de maduración).

Los parámetros estimados con este modelo para describir la trayectoria de la tasa de interés instantánea se muestran en la Tabla 3 **(ver Tabla 3)**. Si se toma como referencia los parámetros estimados con datos hasta 2013, de la tabla anterior puede concluirse que la "vida media" de las desviaciones de la tasa de interés con respecto a su promedio de largo plazo (3.17%) es aproximadamente 3 años ($= \ln(2)/\kappa$).

El factor asociado a las perturbaciones (volatilidad) es 8.7%, que al estar multiplicado en el modelo por $\sqrt{r_t}$ se interpreta de la siguiente forma: la tasa de interés puede subir o bajar en una proporción aproximada al 8.7 % de la raíz cuadrada de su valor un año anterior.

### 3.3.1. Bondad de ajuste

En este caso la variable de estado es la tasa instantánea. Dado que es una variable no observable, los indicadores de ajuste fueron calculados sobre las variables observables, es decir, las tasas cero correspondientes a cada uno de los 7 períodos de maduración seleccionados.

Si se despeja $\varepsilon_t$ de la ecuación 3.8, puede obtenerse la serie de errores entre las tasas de interés predichas por el modelo y las tasas de interés utilizadas en la estimación. En este caso $\varepsilon_t$ es un vector de 7 x 1 en cada observación. El error medio, desviación estándar del error, y el error medio absoluto a partir de esta serie se muestran en la Tabla 4 **(ver Tabla 4)**.

Las desviaciones estándar de los errores observados tienen valores bastante cercanos a las desviaciones estándar estimadas en la Tabla 3 correspondientes a las mismas tasas durante los mismos períodos. De esta manera, las variables de estado y los parámetros obtenidos a partir de los datos 2000-2010 y 2000-2013 muestran un grado de ajuste significativo, como se esperaría al utilizar los filtros de Kalman para estimarlos.

En este mismo sentido, tomando como referencia la ecuación 3.7, es posible construir una curva de tasas cero para cada mes de observación con valores teóricos para los períodos de maduración intermedios a los utilizados en la muestra. El resultado será una superficie de tasas que relacione cada mes de observación, períodos de maduración y la tasa cero correspondiente **(ver Figura 6)**. Los errores descritos en la Tabla 4 provienen de restar a esta superficie los valores observados en los períodos de maduración correspondientes.

Cortes sobre el eje “meses transcurridos” en la Figura 6 dará como resultado la curva de tasas cero para cada mes de observación. En particular será de interés utilizar la curva del último mes de observación, correspondiente al 27/12/2013, ya que este conjunto de tasas descontará los flujos del proyecto valuado en esta tesis **(ver Figura 7)**.

# CAPÍTULO 4: OPCIONES REALES

El enfoque de Opciones Reales es un método moderno para la evaluación económica de proyectos bajo incertidumbre, ya que estos instrumentos permiten responder óptimamente a los cambios en el escenario de situaciones relacionadas al valor de un proyecto. Este enfoque reconoce que el ambiente corporativo es dinámico e incierto, en donde la identificación y ejecución de flexibilidades son fuentes de valor.

## 4.1. Opciones Reales y Valor Presente Neto

Las Opciones Reales complementan otras herramientas corporativas de evaluación de proyectos, como los Flujos Descontados (DCF) y la regla del Valor Presente Neto (NPV). En estos se descuentan los flujos de efectivo esperados del proyecto (estáticos) a una tasa que refleja el riesgo de los mismos, y si la diferencia entre el valor presente de los flujos de efectivo menos la inversión inicial (valor del proyecto) es positiva, se deberá aceptar el proyecto.

La simplicidad de aplicar este método no compensa sus desventajas, pues no toma en consideración los diversos factores de naturaleza contingente que afectan el valor de los proyectos con el paso del tiempo, además de no contemplar las posibles flexibilidades corporativas y operativas implícitas que pueden efectuarse durante la vida de los proyectos.

En el caso particular de los proyectos petroleros, la impredicibilidad de los precios de los hidrocarburos y los riesgos técnicos (costos de extracción y niveles de producción) dificultan la estimación de los flujos futuros que se utilizarían en el enfoque DCF. Por otro lado un Modelo de Opciones Reales incorpora eficientemente la información disponible sobre los precios de mercado contenida en los contratos de futuros a través de un Modelo de Precios y permite incluir los diferentes escenarios técnicos esperados al iniciar el proyecto.

Además el NPV no contempla flexibilidades corporativas potenciales sobre el proyecto, como posponer la inversión, incrementar la producción o abandonar el proyecto a partir del comportamiento de los elementos que son fuentes de riesgo.

Adicionalmente, Dixit y Pindick (1994) apuntan que el NPV implícitamente asume que la inversión es reversible (el capital puede ser recuperado en su totalidad si el contexto económico es desfavorable) y que envuelve una decisión tipo "ahora o nunca". Así, la única decisión que puede tomarse bajo el marco del NPV es invertir o no invertir. La incertidumbre e irreversibilidad de las inversiones son elementos fundamentales que las Opciones Reales sí contemplan, a diferencia del NPV.

La evaluación de proyectos con Opciones Reales además provee de un conjunto de decisiones óptimas a fin de alcanzar el máximo valor de una inversión, decisiones a partir de las cuales se estima el valor de un proyecto. Así, este método indica los puntos clave de decisión y las acciones requeridas para alcanzar el máximo valor de una inversión.

### 4.2. Porqué usar este método

El enfoque de Opciones Reales se basa en la analogía existente entre las Opciones Financieras y los Proyectos de Inversión. Tal como una opción es un instrumento financiero derivado que otorga a su titular el derecho, mas no la obligación, de comprar (*call*) o vender (*put*) un activo subyacente en determinada fecha (fecha de expiración) y a determinado precio (precio de ejercicio); un Contrato sobre un campo petrolero es el derecho, mas no la obligación, de iniciar las actividades relacionadas a la extracción sobre los yacimientos del campo que posee el titular (contratista) durante el período de vigencia de la misma.

Si el titular del Contrato puede ejercer sus derechos en cualquier momento, el tipo de opciones que serán de interés para su aplicación serán las opciones americanas, las cuales pueden ejercerse en cualquier período hasta su fecha de expiración. Así, el activo subyacente lo conforman los flujos de efectivo que otorga el proyecto; y el momento óptimo para invertir es el momento óptimo de ejercicio de la opción.

El precio de un instrumento financiero equivale al valor descontado de los flujos que genere durante su vigencia. Este principio es el que se utiliza para valuar opciones. El poseedor de una opción americana decide en cada momento dentro de su período de validez si ejerce el derecho que le otorga la opción, utilizando como criterio de decisión la diferencia entre el pago de ejercer inmediatamente ese derecho o el pago por esperar. Por lo tanto, estimar el valor de una opción consiste en resolver un problema de parada óptima (*optimal stopping problem*).

Para una opción americana tipo call, el pago en caso de ejercer en un determinado momento es la diferencia entre el valor del activo subyacente y el precio de ejercicio. De manera análoga, en un Contrato sobre producción de hidrocarburos el titular utilizará como criterio la diferencia entre el valor de producir en la reserva (valor del activo subyacente) y los costos iniciales de inversión relacionados a esas actividades (precio de ejercicio), dado el escenario prevaleciente en cada período que determina el estado de las variables estocásticas que con- ciernen y afectan al valor del proyecto.

Además, el enfoque de Opciones Reales permite modelar las decisiones corporativas en un contexto competitivo. Una de las principales implicaciones de la Teoría de Opciones Reales es que el valor de la opción es creciente en la volatilidad del subyacente. Así, las empresas pueden mitigar el efecto de malas situaciones y amplificar el efecto de las buenas condiciones a través de ajustes en sus decisiones operativas y financieras (reducir/expandir la producción, interrumpir/reanudar operaciones, diferir/realizar inversiones).

Esta flexibilidad incrementa la convexidad del valor de una empresa con respecto al valor del activo subyacente, y por lo tanto el valor de una empresa es creciente respecto a la volatilidad del subyacente. Dada la naturaleza de los activos petroleros que el Estado licitará al sector privado, el enfoque de Opciones Reales toma en cuenta este aspecto a fin de no subvaluarlos.

Grullon, Lyandres y Zhdanov (2012) encuentran que la relación positiva retorno-volatilidad es más fuerte en empresas que utilizan Opciones Reales, y que la sensibilidad del valor de una empresa a cambios en la volatilidad disminuye después de que se ejercen las opciones.

### 4.3. Literatura relacionada

Brennan y Schwartz (1985) aplicaron la Teoría de Opciones Reales a recursos naturales no-renovables recurriendo a principios de no-arbitraje y control estocástico, modelando las decisiones de abrir, cerrar y abandonar una mina de cobre y resolviéndolo numéricamente a partir de métodos de diferencias finitas.

Paddock, Siegel y Smith (1988) desarrollaron una metodología para valuar un campo petrolero, combinando técnicas de valuación de opciones con un modelo de equilibrio en el mercado del activo subyacente (las reservas petroleras) y configurando las etapas envueltas como un conjunto de opciones (exploración, desarrollo y extracción).

Cortazar y Schwartz (1998) utilizan un modelo de precios de 2 factores para valuar el desarrollo de un campo petrolero y determinar los momentos óptimos para invertir a través de simulaciones Monte Carlo, utilizando el precio establecido en contratos futuros como el equivalente cierto del precio spot del petróleo en el futuro.

Cortazar, Schwartz y Casassus (2001) integran al riesgo sobre el precio incertidumbres geológicas y técnicas dentro de un modelo de Opciones Reales para valuar inversiones en exploración de recursos naturales.

Dias y Rocha (2001) consideran un modelo de precios de reversión a la media con sal- tos para valuar concesiones extendibles sobre pozos petroleros, resolviendo un problema de control estocástico óptimo para opciones americanas.
Cortazar, Gravet y Urzua (2006) muestran cómo puede ser resuelto un problema de Opciones Reales americanas mediante el modelo de Longstaff-Schwartz (2001) con simula- ciones Monte Carlo, extendiendo la aplicación del enfoque de Opciones Reales a modelos multidimensionales.

## Capítulo 5: Marco Legal y Fiscal

Tanto el gobierno como las empresas comparten el objetivo de que un proyecto genere altos niveles de ingresos, pero sus intereses son distintos. El gobierno procurará maximizar la renta petrolera para su país en el tiempo para alcanzar objetivos de desarrollo social, mientras que los inversionistas buscarán que el retorno de su inversión sea consistente con el nivel de riesgo asociado al proyecto y con sus objetivos corporativos estratégicos.

### 5.1. Marco Legal

Un gobierno tiene 3 opciones para desarrollar sus recursos naturales: puede crear una compañía estatal para la exploración, desarrollo y producción; puede autorizar a compañías extranjeras para llevar a cabo estas mismas actividades; o puede usar una combinación de estos 2 sistemas. Dado lo anterior, es posible dividir los instrumentos legales que pueden utilizarse para la ejecución de actividades en la extracción de hidrocarburos en 2 grupos: el Sistema de Concesiones y el Sistema de Contratos.

El Sistema de Concesiones (también llamado Contratos de Licencia) otorga a las compañías derechos exclusivos sobre la exploración, desarrollo, extracción, venta y exportación de los hidrocarburos extraídos de un área específica durante un período fijo de tiempo. Las compañías compiten por la Licencia de esos derechos ofertando en subastas. En este sistema todos los riesgos financieros y los costos de exploración son absorbidos por la empresa concesionaria. En su forma más básica, una concesión tiene 3 componentes fiscales: regalías, deducciones e impuestos al ingreso.

El Sistema de Contratos puede tomar la forma de Contratos de Servicios (ligados o no a las ganancias del proyecto) y Contratos de Producción o Utilidad Compartida, en los que la empresa contratada recibe un porcentaje de la Producción/Utilidad por los servicios prestados durante el proyecto.

Estos últimos especifican un límite de costos y una tasa de participación en las utilidades para cada parte. Cabe resaltar que bajo este Sistema el gobierno tiene mayor intervención y control sobre las actividades extractivas, pero al mismo tiempo tiene una mayor participación en los riesgos asociados.

Para efectos de la conducción de la presente tesis se tomará como referencia el Marco Legal establecido en la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos (LIH), expedida y publicada el 11 de Agosto de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Este decreto versa sobre 3 figuras legales bajo las cuales pueden llevarse a cabo las actividades de Exploración y Extracción de Hidrocarburos: Contratos de Licencia (CL), Contratos de Utilidad Compartida (CUC) y Contratos de Producción Compartida (CPC).

## 5.2. Marco Fiscal

El régimen fiscal en la industria extractiva permite convertir las políticas del gobierno en señales económicas al mercado, ejerciendo influencia en las decisiones de los inversionistas. El desafío de un sistema tributario eficiente es inducir el máximo esfuerzo de las compañías petroleras y compensar adecuadamente al país cuyas reservas son explotadas; o alternativamente, maximizar para el país la renta proveniente de sus recursos naturales y al mismo tiempo atraer inversión extranjera.

Las actividades en el sector petrolero están sujetas a una gran variedad de instrumentos fiscales, algunos de los cuales están presentes en todos los sectores de la economía y otros son específicos del sector. La implementación de estos configura los incentivos que determinarán los ritmos y magnitudes de los ingresos a lo largo del proyecto.

Los instrumentos fiscales mayormente utilizados son:

**Regalías:** Un porcentaje sobre el valor de los recursos extraídos (no de las ganancias) pagado al gobierno, en efectivo o en especie, que representa el “costo de hacer negocios” en el país.

**Impuesto al ingreso:** La base gravable depende de la definición fiscal de las deducciones en cada país.

**Impuesto a las ganancias del proyecto:** Los impuestos son diferidos hasta que los gastos han sido recuperados y el proyecto ha alcanzado una tasa de rendimiento especificada, entonces se aplica una tasa impositiva alta a los ingresos operativos subsecuentes.

**Cuotas anuales sobre superficie concesionada:** Montos generalmente pagados anualmente proporcionales al tamaño de la superficie contractual, su objetivo es desincentivar a los contratistas de postergar el inicio de actividades.

**Impuestos ambientales:** El gobierno puede exigir procedimientos para limitar daños potenciales al medio ambiente o pólizas de seguros para cubrir daños ambientales, o costos deducibles por proteger el entorno.

De la misma manera, los instrumentos fiscales aplicables a los proyectos de Extracción de Hidrocarburos considerados en esta tesis serán los establecidos en la LIH. Los principales de éstos y de mayor interés numérico, así como la Figura Legal sujeta a su aplicación, se describen a continuación de manera condensada:

**Contratos de Licencia, Utilidad Compartida y Producción Compartida**

**Cuota Contractual para la Fase Exploratoria (CCFE):** Pagada de manera mensual, y actualizadas cada mes de enero con referencia al Índice Nacional de Precios al Consumidor del año inmediato anterior, por la parte del Área Contractual que no se encuentre en la fase de producción. Esta cuota corresponde a 1,150 pesos por $km^2$ durante los primeros 60 meses de vigencia del Contrato y 2,750 pesos por $km^2$ a partir del mes 61 de vigencia del Contrato y en adelante.

**Impuesto por la Actividad de Exploración y Extracción de Hidrocarburos (IAEEH):** Se calculará mensualmente, aplicando 1,500 pesos y 6,000 pesos, durante la fase de Exploración y Extracción respectivamente, por cada $km^2$ que comprenda el Área Contractual. La LIH estipula que el Fondo para Entidades Federativas y Municipios Productores de Hidrocarburos se integrará con los recursos recaudados por este impuesto.

**Regalías**: La tasa se aplicará de la siguiente forma:
Cuando el Precio Contractual del Petróleo sea inferior a 48 USD por barril será 7.5 %.

Cuando el Precio Contractual del Petróleo sea mayor o igual a 48 USD por barril será:

Tasa = [(0.125 x Precio Contractual del Petróleo) + 1.5 ] %.

**Impuesto Sobre la Renta (ISR):** De acuerdo al Artículo 46 de la LIH, se aplicará conforme a la Ley del Impuesto sobre la Renta implementando los porcentajes de deducción especificados en dicho Artículo. Dada la magnitud de flujos que caracterizan estos proyectos, la tasa de ISR utilizada en esta tesis será 35%. En el caso de un proyecto de extracción, dicho Artículo establece que el porcentaje aplicable para la deducción de las inversiones realizadas para el desarrollo y extracción de yacimientos de petróleo es el 25 % del monto original.

**Contratos de Licencia**

**Tasa sobre el Valor Contractual de los Hidrocarburos:** Esta tasa $\mathbf{T_h}$ junto con el monto comprometido como inversión servirán de base para la adjudicación de los Contratos de Licencia. Esta es una tasa de regalía adicional.

**Contratos de Utilidad y Producción Compartida**

**Tasa sobre la Utilidad Operativa:** Esta tasa $\mathbf{T_u}$ junto con el monto comprometido como inversión servirán de base para la adjudicación de los Contratos de Utilidad y Producción Compartida. En el caso de los Contratos de Producción Compartida su pago será en especie. La tasa $\mathbf{T_u}$ es el porcentaje de participación del Estado en las utilidades operativas del proyecto, por lo tanto la base gravable de ISR de la compañía petrolera será (1 − $\mathbf{T_u}$) % de las utilidades operativas.

**5.3 Flujos de efectivo**

Los flujos de efectivo $CF_j(t)$ correspondientes bajo la figura legal *j* en el mes t que serán utilizados en el Modelo de Opciones Reales asociados a las actividades de extracción adjudicables a la empresa petrolera se describen a continuación. Dado que la divisa de referencia para las decisiones corporativas

en el sector petrolero es el dólar estadounidense (USD), los flujos simulados tendrán esa denominación.

Para fines prácticos, con el objetivo único de incluir el IAEEH y CCFE en los flujos denominados en USD, se supondrá un tipo de cambio nominal de 13.5 pesos por USD y que la tasa de depreciación nominal anual del peso respecto al USD es igual a la tasa de inflación en México[44], por lo que el monto en USD del IAEEH y CCFE se mantendrá constante durante la vigencia del Contrato. Los flujos comunes a las 3 figuras legales son los que ocurren mientras no ejercen la opción. Si deciden no ejercer la opción de comenzar la Fase de Extracción durante los primeros 60 meses del Contrato:

$$CF_j(t) = -\frac{1150 + 1500}{13.5} km^2 = -196 km^2, \qquad j = \text{CL, CUC, CPC} \tag{5.1}$$

Si deciden no ejercer la opción después de los primeros 60 meses del Contrato:

$$CF_j(t) = -\frac{2750 + 1500}{13.5} km^2 = -314.8 km^2, \qquad j = \text{CL, CUC, CPC} \tag{5.2}$$

Una vez que deciden ejercer la opción, si $P_{oil}$ es el precio por barril del petróleo en dólares, $C_{oil}$ es el costo de extracción por barril, $Q_{oil}$ es la cantidad de barriles extraídos, los flujos de efectivo para cada figura legal son:

44 Teoricamente, la tasa de depreciacion del tipo de cambio nominal es igual a la depreciacion del tipo de cambio real (diferencial de tasas de interes) mas el diferencial de tasas de inflacion.

**Contratos de Licencia**

- Si $P_{oil}(t) > 48$ USD

$$CF_{CL}(t) = \left[P_{oil}(t) \cdot Q_{oil}(t)\left[1 - \frac{(0.125P_{oil}(t) + 1.5)}{100} - T_h\right] - C_{oil}(t) \cdot Q_{oil}(t)\right] - ISR_{CL}(t) - 444.45km^2 \quad (5.3)$$

Contemplando la deducción permitida asociada al monto de inversión, el 25% de la inversión en desarrollo y extracción se quitarán de la base gravable. Es decir, la compañía petrolera pagará 0.22*0.35**InvTotal* menos por concepto de ISR durante la vida del proyecto. Por lo tanto, $ISR_{CL}(t)$ satisface:

Si $ISR_{acum}(t) = \sum_{i=k}^{t-1} ISR_{CL,a}(i) \geq 0.25 * 0.35 * InvTotal$ ,

$$ISR_{CL}(t) = ISR_{CL,a}(t) \quad (5.4)$$

Si $ISR_{acum}(t) < 0.25 * 0.35 * InvTotal$,

$$ISR_{CL}(t) = max\left[0, ISR_{CL,a}(t) - \left(0.25 * 0.35 * InvInicial - ISR_{acum}(t)\right)\right] \quad (5.5)$$

Donde

$$ISR_{CL,a}(i) = \left[P_{oil}(i) \cdot Q_{oil}(i)\left[1 - \frac{(0.125P_{oil}(i) + 1.5)}{100} - T_h\right] - C_{oil}(i) \cdot Q_{oil}(i)\right] * 0.35 \quad (5.6)$$

Si el mes de inicio de operaciones se denomina como k, lo que las 3 ecuaciones anteriores dicen es que los primeros meses no se pagará ISR debido a que la deducción del 25 % de la inversión inicial aún no se ha cubierto

completamente con los flujos correspondientes al 35 % de las utilidades de cada mes. Una vez que la suma de los flujos correspondientes al 35 % de las utilidades han superado el monto que la compañía se "ahorra" al deducir el 25% de la inversión inicial, el pago de ISR será completo. En el último mes en que se aplique el descuento al pago de ISR por la deducción, se pagará la diferencia correspondiente entre el remanente por acreditar y el ISR correspondiente a ese mes.

- Si $P_{oil}(t) \leq 48$ USD

$$CF_{CL}(t) = [P_{oil}(t) \cdot Q_{oil}(t) \cdot [1 - 0.075 - T_h] - C_{oil}(t) \cdot Q_{oil}(t)] - ISR_{CL}(t) - 444.45km^2 \quad (5.7)$$

En este caso $ISR_{CL}(t)$ satisface las mismas condiciones descritas en 5.4 a 5.6, con la diferencia de que ahora:

$$ISR_{CL,a}(i) = [P_{oil}(i) \cdot Q_{oil}(i) \cdot [1 - 0.075 - T_h] - C_{oil}(i) \cdot Q_{oil}(i)] * 0.35 \quad (5.8)$$

**Contratos de Utilidad y Producción Compartida**

Un supuesto razonable es homologar los ingresos derivados de los Contratos de Utilidad y Producción Compartida. La diferencia entre estos es que el pago a la empresa petrolera en el primer caso será en efectivo y en el segundo caso en especie. Una empresa petrolera preferiría un Contrato de Producción Compartida si tuviera una integración vertical, en la que el crudo le será útil (por ejemplo, si sus actividades envuelven la extracción y refinación de petróleo) o si tuviera un departamento de *trading* a través del cual preferiría comercializar el crudo en vez de recibir el dinero de parte del Estado Mexicano, quien habría vendido la producción a través de sus propios comercializadores. Sin embargo, suponiendo que no hay costos de transacción, en esta tesis los flujos derivados de ambos tipos de Contratos serán iguales.

- Si $P_{oil}(t) > 48$ USD, para $j = \text{CUC, CPC}$

$$CF_j(t) = \left[P_{oil}(t) \cdot Q_{oil}(t)\left[1 - \frac{(0.125P_{oil}(t) + 1.5)}{100}\right] - C_{oil}(t) \cdot Q_{oil}(t)\right](1 - T_u) - ISR_j(t) - 444.45km^2 \quad (5.9)$$

En este caso $ISR_j(t)$ satisface

Si $ISR_{acum}(t) \geq 0.25 * 0.35 * InvTotal$,

$$ISR_j(t) = ISR_{j,a}(t) \quad (5.10)$$

Si $ISR_{acum}(t) < 0.25 * 0.35 * InvTotal$,

$$ISR_j(t) = max\left[0, ISR_{j,a}(t) - \left(0.25 * 0.35 * InvInicial - ISR_{acum}(t)\right)\right] \quad (5.11)$$

Donde

$$ISR_{j,a}(i) = \left[P_{oil}(i) \cdot Q_{oil}(i)\left[1 - \frac{(0.125P_{oil}(i) + 1.5)}{100}\right] - C_{oil}(i) \cdot Q_{oil}(i)\right](1 - T_u) * 0.35 \quad (5.12)$$

- Si $P_{oil}(t) \leq 48$ USD

$$CF_j(t) = [P_{oil}(t) \cdot Q_{oil}(t) \cdot [1 - 0.075] - C_{oil}(t) \cdot Q_{oil}(t)](1 - T_u) - ISR_j(t) - 444.45km^2 \quad (5.13)$$

Aquí $ISR_{CL}(t)$ cumple las condiciones de las ecuaciones 5.10 a 5.12, con la excepción de que

$$ISR_{j,a}(i) = [P_{oil}(i) \cdot Q_{oil}(i) \cdot [1 - 0.075] - C_{oil}(i) \cdot Q_{oil}(i)](1 - T_u) * 0.35 \quad (5.14)$$

## CAPÍTULO 6: MÉTODO DE VALUACIÓN DE OPCIONES - RED ESTOCÁSTICA

En este capítulo se describe de manera breve la metodología utilizada para aplicar el método basado en simulaciones de Broadie y Glasserman (2004) para valuar opciones americanas de altas dimensiones a través de una red estocástica. La ventaja que tienen los métodos basados en simulaciones sobre los métodos numéricos es que permiten incrementar sustancialmente el número de variables de estado consideradas en el análisis.

El método clásico aplicado a valuar Opciones Reales es el de Longstaff-Schwartz (2000). Tanto el método de Broadie-Glasserman y el de Longstaff-Schwartz consisten en hacer simulaciones y posteriormente conectar los valores entre períodos para estimar el valor de continuar. Para esto Longstaff-Schwartz utiliza mínimos cuadrados, y Broadie-Glasserman utilizan ponderadores que dependen de las funciones de densidad de probabilidad condicionales en las transiciones de las variables de estado que constituyen fuentes de riesgo.

El trabajo de este algoritmo es lineal en el número de oportunidades para ejercer y cuadrático en el número de puntos de la red. Así, un supuesto fundamental es que la Opción no puede ser ejercida en cualquier punto en tiempo continuo, sino en algunos puntos discretos previamente especificados. En este caso, se supone que la compañía petrolera tiene puntos de decisión al principio de cada mes a partir del inicio del Contrato.

Para obtener las aproximaciones numéricas se utilizó un algoritmo en MATLAB desarrollado por el autor durante la elaboración de esta tesis, cuyos procesos se describen más adelante. Los resultados presentados corresponden a 8 Contratos (instrumentos derivados distintos): 4 Contratos de Licencia con Tasas sobre el Valor Contractual de los Hidrocarburos de 10%, 20%, 30% y 40%; y 4 Contratos de Utilidad/Producción Compartida con Tasas sobre la Utilidad Operativa de 30 %, 40 %, 50 % y 60 %; todos con el mismo nivel de Inversión Inicial y Total.

### 6.1. El método

El método de red estocástica está diseñado para resolver un problema general de parada óptima (*optimal stopping problem*). Sea $S_t = (S_t^1, \dots, S_t^n)$ un vector con valores que provienen de procesos de Markov en $\mathbb{R}^n$ con un estado inicial fijo $S_0$ y un parámetro de tiempo discreto $t = 0,1,..,T$. Sea $h(t,x) \geq 0$ el pago en caso de ejercer la opción en el período $t$ en el estado $x$. De manera general, el valor de la opción en el período $t$ en el estado $x$ es:

$$Q(t,x) = max(h(t,x), E[Q(t+1, S_{t+1})|S_t = x]) \tag{6.1}$$

para $t < T$ y $Q(T,x) = h(T,x)$. El valor de interés es $Q \equiv Q(0, S_0)$.

El método de red estocástica comienza generando trayectorias independientes $X_t(i)$ para $i = 1, \dots, b$ y $t = 1, \dots, T$, donde $X_0(1) = S_0$. Los estimadores son definidos por inducción:

$$\hat{Q}(T, X_T(i)) = h(T, X_T(i)) \tag{6.2}$$

Para $i = 1, \dots, b$. Para $t = 1, \dots, T-1$ y $i, j = 1, \dots, b$ el estimador es:

$$\hat{Q}(t, X_t(i)) = max\left( h(t, X_t(i)), \frac{1}{b}\sum_{j=1}^{b} \hat{Q}(t + 1, X_{t+1}(j)) w(t, X_t(i), X_{t+1}(j)) \right) \tag{6.3}$$

Donde $w(t, X_t(i), X_{t+1}(j))$ es el ponderador para la transición desde $X_{t-1}(i)$ en la i-ésima trayectoria a $X_t(j)$ en la j-ésima trayectoria, cuyos valores se estiman a través de la ecuación

$$\frac{f\left(t-1, X_{t-1}(i), X_t(j)\right)}{\frac{1}{b}\sum_{k=1}^{b} f\left(t-1, X_{t-1}(k), X_t(j)\right)} \tag{6.4}$$

En la cual $f\left(t-1, X_{t-1}(i), X_t(j)\right)$ es la función de densidad condicional a $S_{t-1} = X_{t-1}(i)$ de $X_t(j)$.

### 6.1.1. Cota inferior para el estimador del precio de la Opción

A fin de brindar una cota inferior con determinado nivel de confianza para el precio de la opción, es necesario incluir dos variables adicionales. La primera de éstas es una aproximación al primer período en que se ejerce la opción, $\tau$:

$$\hat{\tau}(S) = min\left\{t : h(t, S_t) \geq \hat{Q}(t, S_t)\right\} \tag{6.5}$$

La segunda variable es un estimador para el valor de la opción en ese momento:

$$\hat{q} = h(\hat{\tau}, S_{\hat{\tau}}) \tag{6.6}$$

Este estimador se calcula para cada simulación b, es decir,

$$\hat{q}_b = \hat{q}_b(\hat{\tau}_b) \tag{6.7}$$

Dado que el momento de ejercer $\hat{\tau}_b$ no es necesariamente el momento óptimo, una consecuencia inmediata en el método es que el estimador del valor de la opción en ese período es una cota inferior del precio verdadero.

Así, con un nivel de confianza al nivel $(1-\alpha)$ para el precio mínimo de la opción, Q, es:

$$\bar{q}(N) - z_{\alpha/2}\frac{s(\hat{q})}{\sqrt{N}} \tag{6.8}$$

Donde $z_{\alpha/2}$ es el cuantil $1-\alpha/2$ de la distribución normal estándar, $s(\hat{q})$ es la desviación estándar de $\hat{q}$ y

$$\bar{q}(N) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \hat{q}^{(i)} \tag{6.9}$$

## 6.2. Aplicación

Para incluir el riesgo en el precio del petróleo en este modelo, es necesario calcular la función de densidad condicional a cada estado en *t−1* del precio spot en cada simulación. Los supuestos de esta aplicación son que el Contrato sobre el campo petrolero tiene una vigencia de 25 años a partir del 1 de Enero de 2014 y la empresa petrolera tiene fechas de ejercicio mensuales (al principio de cada mes decide si inicia o no la extracción) y flujos de efectivo al final de cada mes (durante la extracción).

La aproximación al valor de un Contrato de Extracción será a través de una Opción para invertir. En esta Opción para invertir, el precio de ejercicio corresponde a la inversión inicial necesaria para desarrollar el campo y se supone que una vez terminada la fase de desarrollo del campo y la extracción se pone en marcha, la extracción no se detiene. Así, el poseedor del Contrato posee el derecho de "comprar" los flujos que otorga el campo (valor presente), "pagando" el monto de la inversión inicial requerida. Una vez que se ha hecho la inversión para desarrollar el campo, se supone que ya se han efectuado las actividades de exploración suficientes para conocer las condiciones geológicas, el nivel de producción anual y los costos.

En este sentido, Cortazar y Schwartz (1998) argumentan que para obtener el valor presente de los flujos de efectivo del campo desarrollado es preciso utilizar el enfoque del equivalente cierto. En el caso del precio spot del petróleo en una fecha futura determinada, su equivalente cierto es el precio que establece su contrato futuro asociado que madura en la misma fecha. Así, la variable $P_{oil}(t)$ utilizada en los flujos de efectivo descritos en las ecuaciones 5.3 a 5.14 se aproximará con $F_{oil}(p, p+t)$, es decir, el precio del contrato futuro en *p* (mes en que la compañía decide comenzar el desarrollo del campo) con maduración *t* meses después.

El valor presente del campo desarrollado será la suma descontada de estos flujos de efectivo a la tasa libre de riesgo, de manera tal que el valor intrínseco en esta opción en cada simulación es el máximo entre la diferencia del valor presente de los flujos que generará el campo y la inversión inicial en cada fecha de ejercicio y cero (ya que si la decisión de ejercer genera pérdidas, la compañía no ejercerá su derecho).

De esta forma, el valor de un campo no desarrollado puede considerarse como una opción en la que el activo subyacente es el valor del campo desarrollado y el precio de ejercicio es la inversión inicial necesaria para desarrollarlo. Es decir, el contratista tiene la opción de pagar el monto de la inversión y a cambio obtiene la reserva desarrollada. Por lo tanto, el criterio de inversión es: desarrollar el campo inmediatamente sólo si el valor de la reserva desarrollada es mayor al valor de esperar.

La intuición del enfoque basado en el equivalente cierto puede entenderse mejor como un acuerdo en el que el Gobierno le concede a la compañía el derecho de vender el petróleo contenido en el campo al precio establecido en la curva de contratos futuros correspondiente a la fecha de inicio de la extracción, y como la compañía procurará venderlo al mayor precio posible, la valuación de este derecho implica calcular las fechas óptimas para comen- zar el desarrollo del campo, las cuales al mismo tiempo maximizan el valor del activo que el Gobierno licita.

Aunque en los mercados financieros estandarizados no se intercambian contratos de futuros con maduraciones tan largas, la acción de licitar un campo petrolero es una forma de mercado *over-the-counter* en la que se están intercambiando y pactando contratos futuros de larga maduración entre el Gobierno y las compañías petroleras.

Por lo tanto puede verse esta Opción Real como una opción sobre contratos futuros teóricos, y una vez hecho este acuerdo sobre dichos precios pactados en cada simulación, la tasa de descuento intertemporal aplicable es la tasa libre de riesgo.

### 6.2.1. Precios del Petróleo

El modelo de precios de Schwartz-Smith utilizado en esta tesis para describir la trayectoria del petróleo permite determinar sus funciones de densidad condicional. Bajo la distribución neutral al riesgo, dado $\chi_0$ y $\xi_0$, el logaritmo natural de los precios spot futuros $(S_t^*)$ tiene una distribución normal especificada en las ecuaciones 2.6 y 2.7:

$$E[ln(S_t^*)] = e^{-\kappa t}\chi_0 + \xi_0 - (1 - e^{-\kappa t})\frac{\lambda_\chi}{\kappa} + \mu_\xi^* t$$

$$Var[ln(S_t^*)] = (1 - e^{2\kappa t})\frac{\sigma_\chi^2}{2\kappa} + \sigma_\xi^2 t + 2(1 - e^{-\kappa t})\frac{\rho_{\chi\xi}\sigma_\chi\sigma_\xi}{\kappa}$$

Por lo tanto, de acuerdo a las propiedades de este modelo de precios y a las ecuaciones (2.4) y (2.5), ambas variables de estado siguen procesos de Markov, por lo que el logaritmo del precio spot sigue una distribución condicional a $t - 1$ normal con:

$$E[ln(S_t^*)|\chi_{t-1}, \xi_{t-1}] = e^{-\kappa}\chi_{t-1} + \xi_{t-1} - (1 - e^{-\kappa})\frac{\lambda_\chi}{\kappa} + \mu_\xi^* \quad (6.10)$$

$$Var[ln(S_t^*)|\chi_{t-1}, \xi_{t-1}] = (1 - e^{2\kappa})\frac{\sigma_\chi^2}{2\kappa} + \sigma_\xi^2 + 2(1 - e^{-\kappa})\frac{\rho_{\chi\xi}\sigma_\chi\sigma_\xi}{\kappa} \quad (6.11)$$

Dado que los parámetros utilizados son anuales y los períodos de ejercicio son mensuales, la manera de implementar estas funciones es la siguiente: si $t$ representa el número de cada mes a partir del inicio de la vigencia del Contrato, la esperanza y varianza de la distribución condicional al valor de las variables de estado un mes anterior tomarán la forma:

$$E[ln(S_t^*)|\chi_{t-1}, \xi_{t-1}]$$
$$= e^{-\kappa\left(\frac{1}{12}\right)}\chi_{t-1} + \xi_{t-1} - \left(1 - e^{-\kappa\left(\frac{1}{12}\right)}\right)\frac{\lambda_\chi}{\kappa} + \mu_\xi^*\left(\frac{1}{12}\right) \quad (6.12)$$

$$Var[ln(S_t^*)|\chi_{t-1}, \xi_{t-1}]$$
$$= \left(1 - e^{2\kappa\left(\frac{1}{12}\right)}\right)\frac{\sigma_\chi^2}{2\kappa} + \sigma_\xi^2\left(\frac{1}{12}\right) + 2\left(1 - e^{-\kappa\left(\frac{1}{12}\right)}\right)\frac{\rho_{\chi\xi}\sigma_\chi\sigma_\xi}{\kappa} \quad (6.13)$$

Ahora bien, como el logaritmo natural de los precios tienen una distribución normal, los precios spot del petróleo tienen una distribución log-normal cuyos parámetros son:

$$E[S_t^*] = exp\left\{E[ln(S_t^*)] + \frac{Var[ln(S_t^*)]}{2}\right\} \quad (6.14)$$

$$Var[S_t^*] = exp\{2E[ln(S_t^*)] + Var[ln(S_t^*)]\} * (exp\{Var[ln(S_t^*)]\} - 1) \quad (6.15)$$

### 6.2.2. Caracterización del campo petrolero

Los supuestos utilizados para efectos de aplicar estos estimadores a un campo petrolero son los siguientes:

El área del campo es de 300 $km^2$. Las reservas extraíbles totales contenidas dentro de esta área son 351 millones de barriles.

El ritmo de extracción de crudo es constante, a saber, 75,000 barriles diarios durante 13 años (156 meses, suponiendo 360 días de extracción por año).
El costo de extracción unitario es de 8 USD/barril.

La inversión inicial necesaria para desarrollar el campo es de 1,500 millones USD (precio de ejercicio).

Desarrollar el campo toma 7 años (84 meses), período durante el cual la empresa petrolera gasta 35 millones USD adicionales cada mes. Así, la inversión total necesaria para comenzar la Fase de Extracción es de 4,440 millones USD.

Dado lo anterior, la empresa petrolera tiene la facultad de decidir el momento óptimo de comenzar la Fase de Extracción durante los primeros 5 años del Contrato, ya que su vigencia es de 25 años. Por lo tanto, el método de valuación de opciones americanas se implementará durante los primeros 60 meses a partir del 1 de Enero de 2014.

### 6.2.3. Simulaciones

Las posibles trayectorias para el precio del petróleo se simularon a partir de los parámetros obtenidos hasta 2013. De acuerdo a las ecuaciones 2.4 y 2.5, las simulaciones mensuales fueron generadas a través de la siguiente discretización:

$$\chi_t = -\left(\kappa\chi_{t-1} + \lambda_\chi\right)dt + \sigma_\chi\sqrt{dt}\, dw_{\chi,t} \qquad (6.16)$$

$$\xi_t = \mu^* dt + \sigma_\xi\sqrt{dt}\, dw_{\xi,t} \qquad (6.17)$$

Donde dt=1/12 (dado que son parámetros anuales) y

$$\begin{pmatrix} dw_{\chi,t} \\ dw_{\xi,t} \end{pmatrix} \sim N\left(\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & \rho_{\chi\xi} \\ \rho_{\chi\xi} & 1 \end{pmatrix}\right)$$

Una vez generadas las simulaciones para las variables de estado $\chi_t$ y $\xi_t$, el precio spot se obtiene de la igualdad

$$S_t = e^{\chi_t + \xi_t} \qquad (6.18)$$

Las variables de estado correspondientes al 27/12/2013 son $\chi_{730} = -0.0804$ y $\xi_{730} = 4.7201$, por lo tanto el precio spot inicial para comenzar las simulaciones es 103.5132 USD. El resultado de 1000 simulaciones se grafica en la Figura 8 **(ver Figura 8)**.

Las ecuaciones 2.8 y 2.9 muestran que para cada nivel del precio spot en cada fecha existe una curva de contratos futuros. Dado que la compañía petrolera tiene 60 oportunidades de ejercicio, las simulaciones se calcularon sólo para los primeros 60 meses. Es preciso señalar que a cada punto de la matriz de simulaciones le corresponde una curva de futuros sobre la cual se calculan los flujos de efectivo.

### 6.2.4. Algoritmo de Implementación

La primer parte en la estimación del valor de estos Contratos es generar una matriz de simulaciones de *b* x 60 para el precio spot del petróleo durante los 25 años de vigencia del Contrato, consecuentemente es necesario calcular *b* x 60 curvas de futuros.

Posteriormente es necesario calcular los ponderadores que se utilizarán para estimar el valor de continuar en cada uno de los 60 períodos de decisión que tiene la empresa petrolera (ecuación 6.4). Estos ponderadores son funciones de densidad condicionales a *t−1* para cada uno de los 60 períodos de ejercicio, cada una de las b simulaciones y cada uno de los b precios spot anteriores a cada período[45]. Después es necesario obtener los *b* x 60 promedios (denominadores) que especifica la ecuación 6.4.

Estos números serán la base de la estimación, ya que no cambian al modificar los instrumentos fiscales (que determinan a los flujos de efectivo). Es decir, este punto del proceso de estimación es común para cualquier instrumento derivado (en este caso, del precio del petróleo); a partir de este momento se puede valuar cualquier instrumento con las mismas fechas de ejercicio al especificar sus flujos de efectivo. En esta tesis se utilizará este método para valuar 8 diferentes instrumentos derivados (4 Contratos de Licencia y 4 Contratos de Utilidad/Producción Compartida).

45 Es decir, es necesario calcular $b2$ x 60 ponderadores. Para $b = 2500$, el numero de ponderadores es 375'000,000.

La tercera parte en la estimación es construir los flujos de efectivo. Para cada caso presentado en esta tesis es necesario obtener 60 matrices de *b* x 240[46]. Las primeras 84 columnas de estas matrices tendrán flujos negativos por 35 millones USD, y las siguientes 156 columnas tendrán los flujos de efectivo a la compañía asociados a cada uno de los meses posteriores a la fase de desarrollo en cada trayectoria simulada.

Estos flujos se calculan tomando la parte relevante (a partir del contrato 85) de la curva de futuros correspondiente a cada posible fecha de ejercicio en cada simulación. Por esta razón el resultado es un sistema de 60 matrices de *b* x 240[47]. Una vez obtenidos estos flujos hay que descontarlos a las tasas libres de riesgo efectivas mensuales de cada período, extrayéndolas del segmento correspondiente de la curva cero mostrada en la Figura 7[48]. El siguiente paso es obtener el valor presente de cada matriz y cada simulación, resultando en una nueva matriz de *b* x 60, donde el elemento (*a, c*) es el valor presente en el mes *c* de los flujos del proyecto de extracción en la simulación a si la compañía petrolera decide iniciar el desarrollo del campo en el período *c*. Es decir, el elemento (*a, c*) de esta matriz toma el valor

$$\sum_{s=c}^{c+240} \frac{CF_j(a,s)}{1+r_e(s)} \tag{6.19}$$

Donde $c$ = 1,...,60 y $CF_j(q) = -35'000{,}000$ para $q$ = 1,...,84 y cualquier simulación. Para $q$ = 85,...,240 y para la simulación $a$, $CF_j(a,q)$ toma el valor de los flujos descritos en el capítulo 5 tomando los precios de la curva de futuros asociada al precio spot (*a, c*).

La cuarta parte consiste en estimar el valor de continuar y decidir ejercer o no ejercer en cada mes y en cada simulación. Para ello primeramente hay que calcular una matriz de valores intrínsecos, que resulta de restar a cada valor

46 84 meses de desarrollo mas 156 meses de extraccion.

47 Conjuntamente se estimo el ISR correspondiente a cada flujo, cada simulacion y cada fecha de ejercicio, por lo que tambien se calcula un sistema de identicas dimensiones tanto para el ISR acumulado como para el ISR por pagar.

48 Esto significa que hay que tomar 60 segmentos diferentes de la curva cero, cada uno para cada posible mes de ejercicio. En este caso $r_e(t) = (1+R(t))^{1/12} - 1,\ t = 1,\ldots,300$.

presente de los flujos el precio de ejercicio. Posteriormente hay que implementar la regla de decisión de Broadie y Glasserman con la modificación de que hay una penalización por no ejercer inmediatamente (ecuación 5.1). Por lo tanto, la matriz final de estimadores para esta opción es de *b* x 60 en donde cada elemento satisface las ecuaciones

$$\hat{Q}\big(60, X_{60}(i)\big) = h\big(60, X_{60}(i)\big) \tag{6.20}$$

para *i* = 1,...,*b*. Para *t* = 1,...,59 y *i, j* = 1,...,*b* el estimador es:

$$\hat{Q}\big(t, X_t(i)\big) = max\left( h\big(60, X_{60}(i)\big), \frac{\frac{1}{b}\sum_{j=1}^{b} \hat{Q}\big(t+1, X_{t+1}(j)\big) w\big(t, X_t(i), X_{t+1}(j)\big)}{1 + r_e(t)} - 196.3km^2 \right) \tag{6.21}$$

Donde $h\big(60, X_{60}(i)\big)$ es el valor intrínseco en el mes t en la simulación i. Este es un proceso iterativo hacia atrás, donde el valor de la Opción es $Q(0, S_0)$.

Adicionalmente en esta parte del algoritmo se estima el valor de la cota inferior de la opción al 95% de confianza, la cual se calcula a partir de los valores que toma la Opción en cada simulación en la primer ocasión en que se ejerce (el valor intrínseco es mayor al valor de continuar)[49]. La diferencia entre la cota inferior y el estimador del valor de la opción permiten tener una idea del valor agregado que obtiene la compañía petrolera por escoger el momento óptimo para ejercer la opción que posee. Finalmente, hay que repetir las partes tercera y cuarta de este algoritmo para cada instrumento derivado distinto.

49 Notar que no es el valor de ejercer inmediatamente.

### 6.3. Resultados

Para estimar los valores de los Contratos y observar su convergencia se hicieron 4 estimaciones diferentes para 4 diferentes conjuntos de simulaciones, cada una con 250, 500, 1,000 y 2,500 trayectorias reestimadas para cada conjunto. Por otro lado, los parámetros utilizados dentro de la notación referida en los flujos de efectivo se condensan en la Tabla 5 **(ver Tabla 5)**.

Los resultados para las aproximaciones a los valores de los Contratos de Licencia se presentan en la Tabla 6 y para los Contratos de Utilidad/Producción Compartida, en la Tabla 7 **(ver Tablas 6 y 7)**. Siguiendo la metodología de Broadie y Glasserman, los resultados se calcularon para diferentes números de simulaciones, incrementando el trabajo computacional en cada conjunto con mayor número de trayectorias.

En las Tablas 6 y 7 puede notarse el ritmo en el que disminuye el valor de la oportunidad de inversión para una compañía que desee extraer petróleo del campo caracterizado. Claramente, un campo con una menor carga tributaria será más rentable para una compañía petrolera y, equivalentemente, el valor de esa oportunidad debe ser el mismo que lo que pague al Gobierno por los derechos de tener operaciones sobre el campo. En el otro lado, si el Gobierno cobra menos impuestos a los flujos durante la extracción se estará asignando más recursos seguros en el presente que recursos riesgosos en el futuro.

A medida que el Gobierno incrementa la tasa tributaria sobre un campo está incrementando su participación en los flujos riesgosos en el futuro (que en este caso, empiezan entre 7 y 12 años después de la licitación del campo) que envuelven las operaciones de extracción, por lo tanto el valor de los Contratos disminuye. En consecuencia, una mayor tasa tributaria es una forma de "comprar" riesgo de parte del Gobierno, y el costo de ese riesgo es el valor en el que disminuye la opción. De esta manera, el Gobierno elige implícitamente el nivel de exposición que tendrán sus ingresos a las fluctuaciones en los precios del petróleo.

Aunque en este trabajo no se han realizado simulaciones para los costos de extracción, niveles de producción y montos de inversión en el tiempo, una consecuencia inmediata de este esquema de valuación es que el Gobierno podría cubrirse de estos riesgos técnicos y geológicos al inducir menores impuestos a los campos más riesgosos en estos sentidos, capturando así más recursos ciertos en el presente.

Al contrario, si se trata de un campo con extracción de menor dificultad, el Gobierno podría escoger participar más en los flujos futuros que otorgue el campo al gravar más las actividades extractivas en el campo, aceptando consecuentemente un menor ingreso al momento de la licitación del Contrato que corresponde a mayores participaciones futuras.

## CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

En esta tesis se ha desarrollado una propuesta metodológica para aproximar el valor de los Contratos de Extracción sobre campos petroleros a través de Opciones Reales, un enfoque moderno de gran utilidad corporativa que se caracteriza por contemplar flexibilidades potenciales y volatilidades diversas.

En particular, su aplicación para México en un contexto de transformaciones en el sector energético es de especial interés debido a las implicaciones en el presupuesto gubernamental derivadas de los procesos de licitación de los campos petroleros y los futuros ingresos fiscales durante la Fase de Extracción, así como para las decisiones de las compañías petroleras privadas que deseen invertir en este sector y evaluar su rentabilidad.

Mediante simulaciones a partir de la versión neutral al riesgo del modelo de precios de Schwartz-Smith aplicado al petróleo calibrado con la información contenida en los contratos futuros se han estimado los flujos de efectivo a una compañía petrolera bajo las figuras legales e instrumentos fiscales establecidos en la reciente Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos, descontándolos con la tasa libre de riesgo estimada a partir de la curva cero teórica del modelo Cox-Ingersoll-Ross correspondiente al inicio del Contrato y utilizándolos en la valuación de una Opción para invertir estimada con el método de Broadie-Glasserman.

Al utilizar la analogía entre las Opciones Financieras y los Proyectos de Inversión para valuar Contratos sobre campos petroleros, en la que el valor presente de las ganancias futuras de la compañía es igual al valor del Contrato, del Activo y de la Opción, en esta tesis se han valuado 8 instrumentos derivados: 4 Contratos de Licencia y 4 Contratos de Utilidad/Producción Compartida, cada uno con diferentes tasas impositivas pero el mismo nivel de Inversión, pues estas 2 variables serán la base para la adjudicación de los Contratos.

Los resultados muestran, como se esperaría, que una mayor tasa gravable disminuye el valor del Contrato (valor del Activo para la compañía), reflejando así la manera en la que los participantes de este Contrato (Gobierno y empresa) se asignan recursos y riesgos en el tiempo.

A medida que el Gobierno aumenta la tasa tributaria sobre un campo, aumenta su participación en los flujos riesgosos que comenzarán después de algunos años posteriores a la licitación, y por lo tanto el valor del Contrato (igual al valor de la oportunidad de inversión, igual al valor del activo, igual al valor de la opción) disminuirá; reflejando así la manera en la que el Gobierno se intercambia flujos ciertos en el presente por flujos inciertos en el futuro.

En esta tesis se ha utilizado el enfoque del equivalente cierto para el precio del petróleo en las simulaciones, el cual corresponde al precio establecido en sus contratos futuros, como una medida de lo que los mercados están dispuestos a pagar bajo un esquema de valuación neutral al riesgo.

Posibles extensiones a este trabajo son: extender el enfoque de Opciones Reales a más Fases del proceso de Extracción, como la Opción para cambiar el perfil (nivel) de producción (expandir/reducir) y la Opción para interrumpir/continuar y abandonar/reabrir; o incluso recurrir a la Opción para explorar en la que su pago sería el valor de la siguiente Fase del proyecto (Fase de Extracción), la cual es la Opción para invertir calculada en esta tesis.

En este tenor debe recordarse que el criterio de desempeño del modelo de precios utilizado en este trabajo fue su validez empírica, implementado la metodología desarrollada por Schwartz y Smith para su estimación mediante filtraciones de Kalman a partir de un muestreo discreto, obteniendo estimaciones consistentes con gran ajuste. Sin embargo, la precisión del método depende, entre otras cosas, de 1) suponer que los precios del riesgo de mercado ($\lambda_\chi$ y $\lambda_\xi$) son constantes, lo cual es plausible al utilizar tasas constantes de descuento, 2) verificar el comportamiento de la ganancia del filtro de Kalman y 3) exhibir la precisión con la que la máxima verosimilitud discreta logra su propósito de estimación paramétrica en relación con el intervalo del tiempo de muestreo. Fundamentalmente, la importancia numérica y el impacto de estos tres elementos, entre otras aproximaciones, deben ser analizados y dejados para un trabajo posterior.

Además es posible incrementar el número de factores de riesgo, por ejemplo utilizar un modelo de precios *multi-commodities* para describir la trayectoria del precio del gas natural y el petróleo (ya que no son procesos totalmente

independientes cuyas funciones de densidad condicionales puedan incluirse en el método de Broadie-Glasserman como el producto de las funciones de densidad de transición de cada *commodity*) para valuar un campo con yacimientos de petróleo y gas; así como incluir de manera probabilística los costos de extracción, niveles de producción y montos de inversión requeridos durante todo el proceso extractivo de un campo.

**Bibliografía**

[1] Bollerslev, T. & Wooldridge, J. (1992): "Quasi-Maximum Likelihood Estimation and Inference in Dynamic Models with Time-Varying Covariances", Econometric Reviews, 11, 143-172.

[2] Brennan, M.J. & Schwartz, E.S. (1985): Evaluating Natural Resource Investments, The Journal of Business, 58, 135-157.

[3] Broadie, M. & Glasserman, P. (2004): A Stochastic Mesh Method for Pricing High-Dimensional American Options, Journal of Computational Science, 7, 35-72.

[4] Cortazar, G., Gravet, M. & Urzua, J. (2006): The Valuation of Multidimensional American Real Options using the LSM Simulation Method, Computers & Operations Research, 35, 113-129.

[5] Cortazar, G. & Schwartz, E. (1998): Monte Carlo Evaluation Model of an Undeveloped Oil Field, Journal of Energy Finance & Development, 3, 73-84.

[6] Cortazar, G., Schwartz, E.S. & Casassus, J. (2001): Optimal Exploration Investments under Price and Geological-Technical Uncertainty: a Real Options Model, R & D Management, 31, 181-189.

[7] Cox, J., Ingersoll, J. & Ross, S. (1985): A Theory of the Term Structure of Interest Rates, Econometrica, 53, 385-407.

[8] Dixit, A. & Pindyck, R. (1994): Investment under Uncertainty, New Jersey: Princeton University Press.

[9] Duan, J. C. & Simonato, J. G. (1999): Estimating and Testing Exponential-Affine Term Structure Models by Kalman Filter, Review of Quantitative Finance and Accounting, 13, 111-135.

[10] Grullon, G., Lyandres, E. & Zhdanov, A. (2012): Real Options, Volatility, and Stock Returns, The Journal of Finance, 67, 1499-1536.

[11] Harvey, A.C. (1989): Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter, Cambridge University Press.

[12] Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos (2014). Diario Oficial de la Federación, 11 de Agosto de 2014.

[13] Longstaff, F.A. & Schwartz, E.S. (2001): Valuing American Options by Simulation: a Simple Least-Squares Approach, Review of Financial Studies, 14, 113-147.

[14] Paddock, J., Siegel, D., & Smith, J. (1988): Option Valuation of Claims on Real Assets: The Case of Offshore Petroleum Leases, The Quarterly Journal of Economics, 103, 479-508.

[15] Radon, Jenik (2005): The ABCs of Petroleum Contracts: License-Concession Agreements, Joint Ventures, and Production-sharing Agreements", en Tsalik, S. & Schiffrin, A. (eds): Covering Oil: A Reporters Guide to Energy and Development. Nueva York, Open Society Institute, Capítulo 5.

[16] Schwartz, E.S. (1997): The Stochastic Behavior of Commodity Prices: Implications for Valuation and Hedging, The Journal of Finance, 52, 923-973.

[17] Schwartz, E.S. & Smith, J.E. (2000): Short-Term Variations and Long-Term Dynamics in Commodity Prices, Management Science, 46, 893-911.

[18] Tordo, S., (2007): Fiscal Systems for Hydrocarbons: Design Issues, Washington D.C: World Bank, 6746.

# A N E X O S

**Figura 1**
**Petróleo WTI (spot)**
Estimación del modelo y observaciones (2000-2010). Modelo Schwartz-Smith

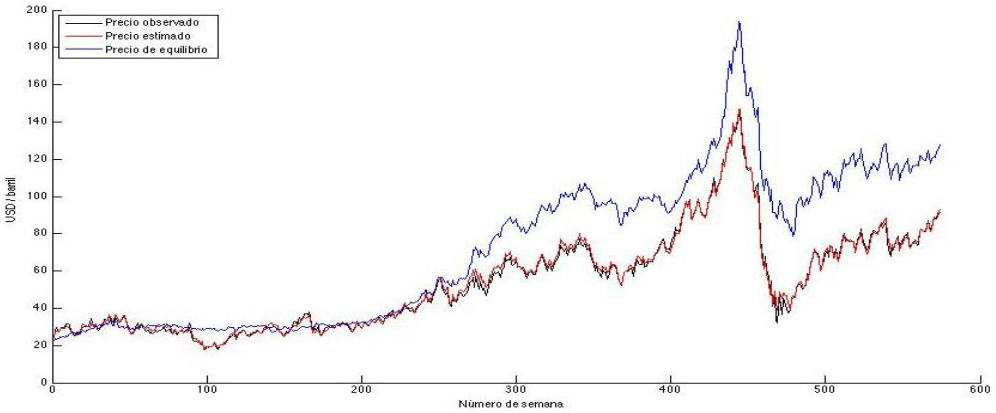



**Figura 2**
**Petróleo WTI (spot)**
Estimación del modelo y observaciones (2000-2013). Modelo Schwartz-Smith

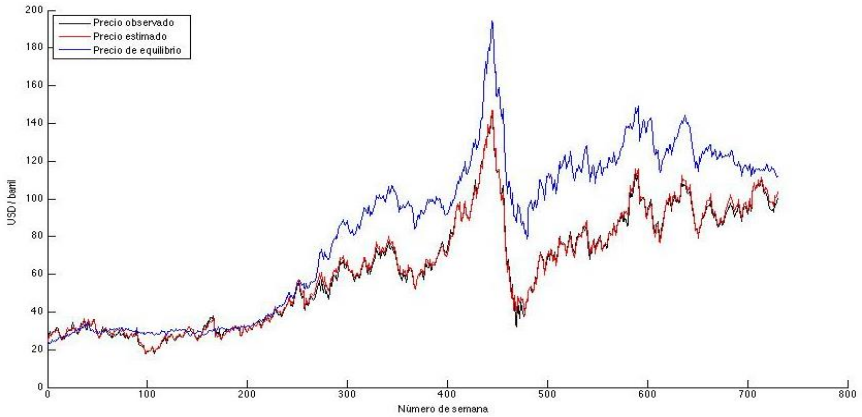



**Figura 3**
**Petróleo WTI (Contratos Futuros)**

Tablas de Contratos. Modelo Schwartz-Smith

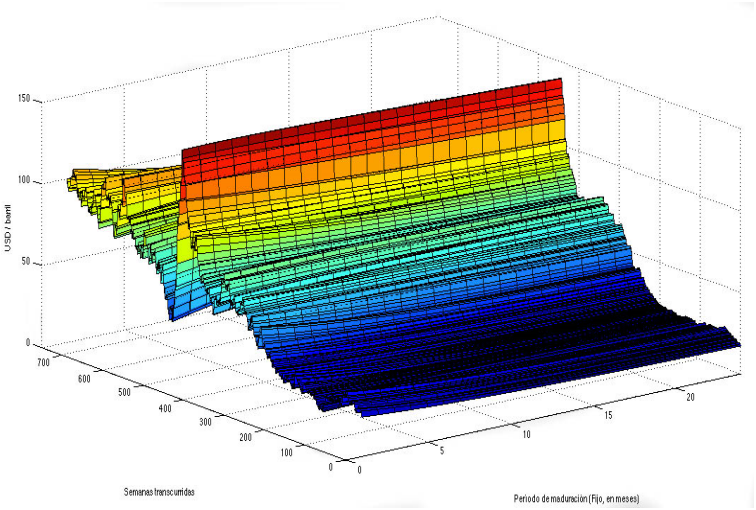



**Figura 4**
**Petróleo WTI (Contratos Futuros)**
Valor de los contratos y Valor del modelo para el 27/12/2013. Modelo Schwartz-Smith

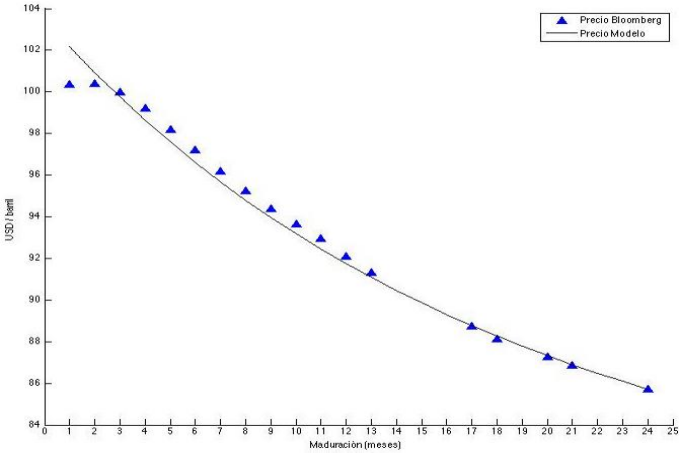


**Figura 5**
**Petróleo WTI (logaritmo del spot)**
Intervalos de confianza (2011-2014). Modelo Schwartz-Smith

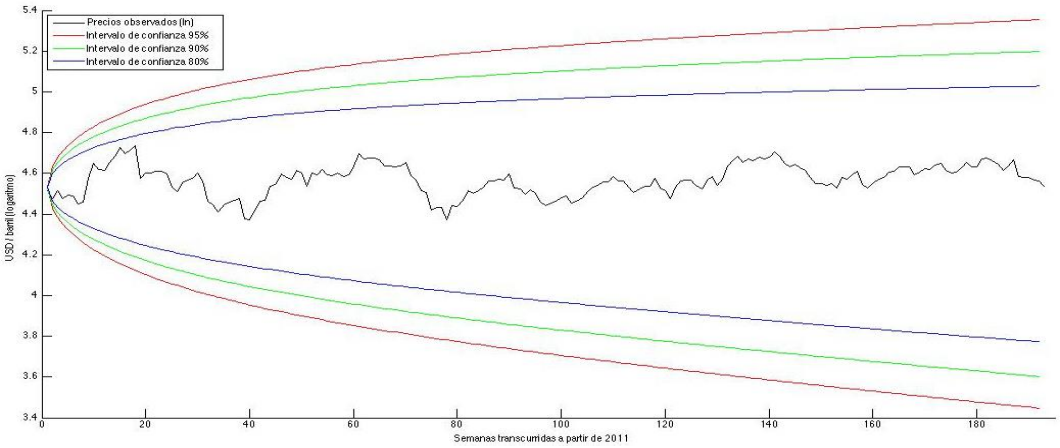



**Figura 6**
**Curvas cero**
Valores teóricos para las tasas cupón cero para cada mes de la muestra.
Modelo Cox-Ingersol-Ross

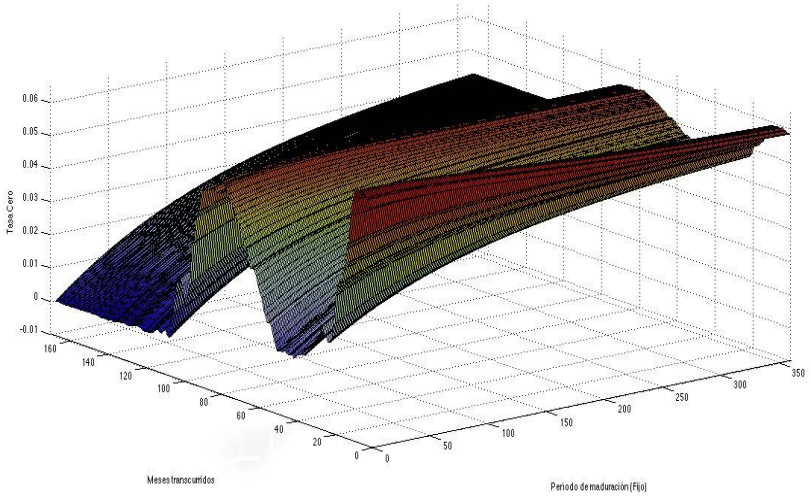


**Figura 7**
**Curva Cero**
Valor de las tasas cupón cero observadas y valor del modelo para el 27/12/2013.
Modelo Cox-Ingersoll-Ross

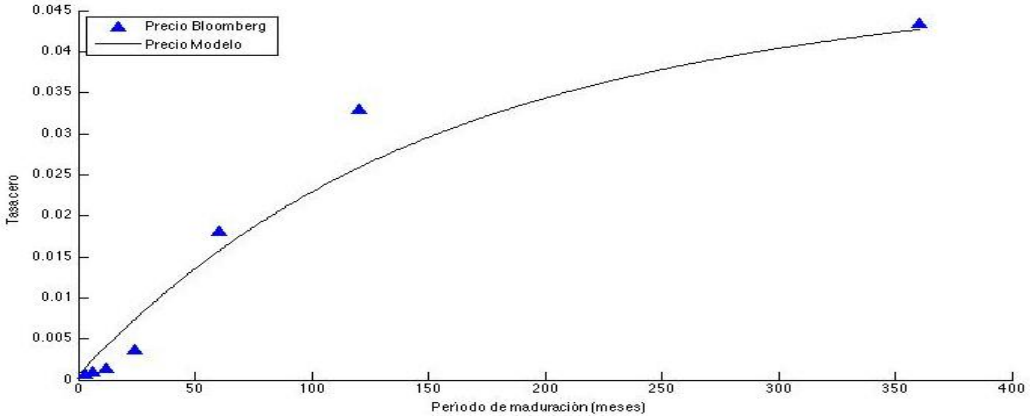
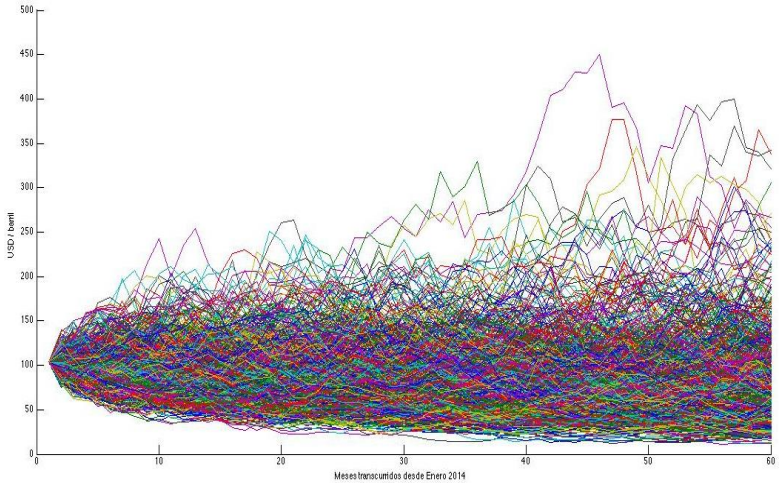



**Figura 8**
**Petróleo WTI (spot)**
Simulaciones a partir de 2014. Modelo Schwartz-Smith



**.Petróleo WTI**
Parámetros Modelo Schwartz-Smith

| | | 2000-10 | 2000-11 | 2000-12 | 2000-13 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Parámet** | **Descripción** | **Estimador** | | | |
| $\kappa$ | Tasa de reversión a la media (corto plazo) | .8478<br>(.0177) | .8504<br>(.014) | .8717<br>(.0116) | .8691<br>(.0113) |
| $\sigma_\chi$ | Volatilidad (corto plazo) | .3006<br>(.0061) | .2929<br>(.0068) | .2836<br>(.0087) | .2773<br>(.0084) |
| $\lambda_\chi$ | Prima de riesgo (corto plazo) | .2684<br>(.0186) | .2636<br>(.0199) | .2542<br>(.0206) | .2508<br>(.0201) |
| $\mu_\xi$ | Tendencia de Equilibrio | .1684<br>(.0582 | .1575<br>(.0626 | .1477<br>(.0512) | .1293<br>(.0539) |
| $\sigma_\xi$ | Volatilidad de Equilibrio | .2142<br>(.0049) | .2155<br>(.0052) | .2123<br>(.0058) | .2072<br>(.0056) |
| $\mu_\xi^*$ | Tendencia neutral al riesgo de Equilibrio | -.0374<br>(.0066) | -.0395<br>(.0072) | -.0442<br>(.0017) | -.0439<br>(.0016) |
| $\rho_{\chi\xi}$ | Correlación de los incrementales | .09<br>(.0126) | .1016<br>(.0265) | .1208<br>(.0422) | .114<br>(.036) |
| **Desviaciones estándar de los errores a partir de la ecuación de medición** | | | | | |
| $s_1$ | 2 meses (3 quincenas) | .02<br>(.0000) | .0197<br>(.0000) | .0189<br>(.0000) | .0188<br>(.0000) |
| $s_2$ | 5 meses (9 quincenas) | .0055<br>(.0000) | .0053<br>(.0000) | .0053<br>(.0000) | .0053<br>(.0000) |
| $s_3$ | 8 meses (15 quincenas) | .0017<br>(.0000) | .0016<br>(.0000) | .0016<br>(.0000) | .0016<br>(.0000) |
| $s_4$ | 12 meses (23 quincenas) | 0<br>(0) | 0<br>(0) | 0<br>(0) | 0<br>(0) |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $s_5$ | 18 meses (35 quincenas) | .0062<br>(.0000) | .0061<br>(.0000) | .0065<br>(.0000) | .0063<br>(.0000) |
| $s_6$ | 24 meses (47 quincenas) | .0143<br>(.0000) | .014<br>(.0000) | .0149<br>(.0000) | .0144<br>(.0000) |
| | Número de semanas | 574 | 626 | 678 | 730 |
| | Logaritmo de la Función de Verosimilitud | 10509 | 11524 | 12463 | 13504 |

**Tabla 2**

**Petróleo WTI**

Errores de ajuste (a partir de los logaritmos). Modelo Schwartz-Smith

| | 2000 - 2010 | | | 2000 - 2013 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Maduración** | **Error medio** | **Desviación estándar de los errores** | **Error medio absoluto** | **Error medio** | **Desviación estándar de los errores** | **Error medio absoluto** |
| 2 meses | -.0056 | .0188 | .0151 | -.0055 | .0176 | .0145 |
| 5 meses | -.0000 | .0049 | .0035 | -.0001 | .0047 | .0034 |
| 8 meses | .0001 | .001 | .0006 | -.0001 | .0009 | .0006 |
| 12 meses | -.0000 | .0000 | .0000 | -.0000 | .0000 | .0000 |
| 18 meses | -.0002 | .006 | .0048 | -.0002 | .0062 | .005 |
| 24 meses | -.0018 | .0141 | .0113 | -.0022 | .0141 | .0113 |
| Spot | -0.137 | .0351 | .0273 | -.0121 | .035 | .0268 |

**Tabla 3**
**Tasa Cero de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos**
Parámetros Modelo Cox-Ingersoll-Ross

| | | 2000-10 | 2000-11 | 2000-12 | 2000-13 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Parámetro** | **Descripción** | **Estimador** | | | |
| $\theta$ | Tasa de interés promedio (largo plazo) | .0342 | .0336 | .0325 | .0317 |
| $\kappa$ | Tasa de reversión a la media | .3406 | .297 | .2476 | .2282 |
| $\sigma$ | Volatilidad | .085 | .0866 | .0851 | .087 |
| $\lambda$ | Prima de riesgo | -.1426 | -.1354 | -.1259 | -.1253 |
| **Desviaciones estándar de los errores a partir de la ecuación de medición** | | | | | |
| $s_1$ | 3 meses | .002 | .0019 | .0018 | .00018 |
| $s_2$ | 6 meses | .009 | .001 | .008 | .0008 |
| $s_3$ | 1 año | .0016 | .0016 | .0015 | .0015 |
| $s_4$ | 2 años | .0035 | .0036 | .0038 | .0038 |
| $s_5$ | 5 años | .0056 | .0061 | .0071 | .0072 |
| $s_6$ | 10 años | .0058 | .0065 | .0079 | .0082 |
| $s_7$ | 30 años | .0051 | .0055 | .0064 | .0064 |
| | Número de meses | 132 | 144 | 156 | 168 |
| | Logaritmo de la Función de Verosimilitud | 3904 | 4223.6 | 4536.5 | 4894.9 |

**Tabla 4**
**Tasa Cero de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos**
Errores de ajuste. Modelo Cox-Ingersoll-Ross

| | 2000 - 2010 | | | 2000 - 2013 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Maduración** | **Error medio** | **Desviación estándar de los errores** | **Error medio absoluto** | **Error medio** | **Desviación estándar de los errores** | **Error medio absoluto** |
| 3 meses | -.0012 | .0016 | .0015 | -.000801 | .0015 | .0011 .00043694 |
| 6 meses | -.0004677 | .0008568 | .0008713 | -.0001304 | .00050521 | .0012 |
| 1 año | -.0007482 | .0016 | .0015 | -.0002694 | .0014 | .0031 |
| 2 años | -.0009376 | .0035 | .003 | -.0002576 | .0038 | .006 |
| 5 años | .0005835 | .0055 | .0045 | .0017 | .007 | .0069 |
| 10 años | .0016 | .0054 | .0047 | .0033 | .0075 | .0054 |
| 30 años | -.000688 | .0051 | .0042 | -.0007202 | .0063 | |

**Tabla 5**
**Parámetros de los Flujos de Efectivo**

| **Parámetro** | $Q_{oil}(t)$ | $C_{oil}(t)$ | $InvTotal$ | $T_h$ | $T_u$ | Área |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unidad de medida | Barriles | USD/barril | USD | % | % | $Km^2$ |
| Valor | 2'250,000 | 8 | 4,440'000,000 | 10 - 40 | 30 - 60 | 300 |

**Tabla 6**
**Estimadores del Valor de los Contratos de Licencia**

| | **Tasa sobre el Valor Contractual de los Hidrocarburos ($T_h$)** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 10% | 20% | 30% | 40% |
| **Simulaciones** | **Estimador (USD)** (Cota Inferior al 95 % de confianza) | | | |
| 250 | 5,478'278,382 (2,692'929,265) | 4,078'073,491 (1,804'565,143) | 2,712'700,418 (1,091'564,341) | 1,432'779,147 (495'224,901) |
| 500 | 5,825'674,067 (2,641'296,293) | 4,392'685,004 (1,821'357,549) | 2,992'351,069 (1,093'576,674) | 1,670'604,406 (493'179,555) |
| 1000 | 5,636'695,256 (2,811'605,949) | 4,242'107,391 (1,950'173,762) | 2,873'062,038 (1,201'698,909) | 1,581'191,181 (530'632,973) |
| 2500 | 5,564'813,281 (2,784'366,276) | 4,189'977,829 (1,954'802,999) | 2,841'262,797 (1,191'796,759) | 1,563'679,332 (554'288,328) |

**Tabla 7**

**Estimadores del Valor de los Contratos de Utilidad/Producción Compartida**

| | **Tasa sobre la Utilidad Operativa ($T_u$)** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 30% | 40% | 50% | 60% |
| **Simulaciones** | **Estimador (USD)** (Cota Inferior al 95 % de confianza) | | | |
| 250 | 3,605'697,466<br>(1,565'468,555) | 2,547'264,174<br>(1,014'387,863) | 1,548'863,307<br>(544'745,977) | 695'857,848<br>(192'429,120) |
| 500 | 3,921'173,206<br>(1,549'069,270) | 2,841'748,233<br>(1,015'060,778) | 1,817'972,835<br>(526'077,725) | 894'743,762<br>(202'331,661) |
| 1000 | 3,776'887,227<br>(1,680'503,878) | 2,718'495,674<br>(1,093'051,194) | 1,716'841,227<br>(565'107,644) | 828'512,688<br>(212'462,330) |
| 2500 | 3,733'317,829<br>(1,673'149,164) | 2,690'937,191<br>(1,101'449,122) | 1,700'954,186<br>(600'661,586) | 480'969,565<br>(241'413,099) |

# *Mención Honorífica*

## *Impacto Redistributivo de la Reforma Fiscal en Contribuyentes y las Finanzas Públicas de México**

Dr. Luis Huesca Reynoso**
Mtra. Linda Irene Llamas Rembao***

* El presente trabajo fue ganador de una Mención Honorífica del Premio Nacional de Finanzas Públicas 2016 convocado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP) de la H. Cámara de Diputados.

** Dr. en Economía por la Universidad Autónoma de Barcelona y Maestría en Economía Aplicada por la misma Universidad.

*** Mtra. en Desarrollo Regional por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.; egresada de la licenciatura en Comercio Internacional por la Universidad de Sonora.

**RESUMEN**

Recomendaciones internacionales sugieren combatir la desigualdad social mediante una reforma al sistema fiscal. Esta investigación implementa una evaluación del impacto en las finanzas públicas (recaudación) y efecto redistributivo (en los bolsillos) de los mexicanos como resultado de la carga fiscal acontecida en la reforma fiscal 2014.

Se plantea la posibilidad de generar una reforma que solvente el gasto público y sea redistributiva, por parte del sistema fiscal midiendo tres tipos de impuestos, el ISR, el IVA y el IEPS en el sentido de realizar un análisis de incidencia el cual sirva como herramienta para la evaluación de la política fiscal con equidad.

El estudio propone un ejercicio empírico que permite desagregar los efectos de participación en el pago de los impuestos, tanto directos como los indirectos, en el caso del Impuesto sobre la Renta (ISR) por tipo de contribuyente: los asalariados, los patrones o por fuente empresarial, y los que provienen de las utilidades financieras; y en el caso de los segundos, el Impuesto al Valor Agregado (IVA) y los Especiales a Productos y Servicios (IEPS), considerando cada categoría de gasto por parte de los hogares.

El enfoque propuesto en esta investigación es original y cumple con tres Axiomas de bienestar, a saber: 1. Un principio de agregación; 2. De la sensibilidad a la progresividad de cada fuente de impuestos, y 3. De la sensibilidad a la importancia o el promedio de cada fuente de impuestos.

Para este cometido, se utiliza como fuente de información básica la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares más reciente de 2014 realizada por INEGI (2015) y se imputa la información sobre los impuestos con base en las Leyes y normas fiscales vigentes del mismo año.

La reforma fiscal en el 2014 abre un espacio de interés para medir primero, el efecto como resultado de la modificación en el ISR por tipo de contribuyente (en las personas físicas como morales). Desagregando por género,

encontramos que la nueva carga fiscal con la reforma presiona más a la mujer que al hombre haciéndola menos progresiva para mayores ingresos.

Seguidamente, por el lado de los impuestos indirectos, medimos el efecto redistributivo general con el IVA y el IEPS pero ahora, en los hogares. Se justifica y planteamos una hipótesis de que la mayor regresividad del IVA que ha traído la reforma fiscal, se debe a un esfuerzo de los hogares en tales condiciones, pero por realizar un mayor gasto en bienes normales con la intención de mejorar sus condiciones de pobreza accediendo a una canasta de productos y servicios cada vez más cara por el efecto vía precios, y además, por los impuestos indirectos.

En segundo lugar, bajo el ejercicio de análisis con la técnica de descomposición propuesta para poder obtener el peso que representan en los hogares las compras de los productos, se calcula el efecto fiscal propiamente del impuesto de esa categoría de gasto, su nivel de progresividad, su capacidad recaudatoria, así como su margen de reforma en reducción o incremento de la tasa fiscal del IVA vinculado al enfoque redistributivo.

En este apartado empírico, nuestro método analítico propuesto descompone la progresividad total medida por las aportaciones de las diferentes fuentes de impuestos de IVA en cada gasto del bien, permitiendo concluir qué tipo de productos se debe, o no gravar con la tasa general del 16 por ciento.

Los resultados indican una mayor regresividad en los bienes de servicios del hogar (luz, agua, gas), cuidados de la salud, alimentos y bebidas, así como la ropa y calzado, el alcohol y el tabaco, muebles y equipo del hogar, y las telecomunicaciones en orden de importancia. Contribuyen a la progresividad, educación, transporte, restaurantes y relacionados, recreación y entrenamiento, rubros que permiten un incremento del IVA y aminoran la regresividad pero no la eliminan. En el caso de los bienes que contribuyen a la regresividad, se recomienda un IVA menor.

Consideramos que nuestro trabajo de investigación refleja áreas de oportunidad que han sido tratadas por Scott (2014) y Lustig, et al (2014), estudios que solo se basan en resumir cardinalmente el análisis de pobreza

con medidas generales de progresividad, que incluso, aun obedeciendo al criterio de Lorenz, son simplemente versiones resumidas que sintetizan los efectos promedio de la progresión efectiva de un sistema fiscal. En suma, nuestro trabajo aporta una medición de la progresividad distinta a las ya existentes, y compara entre las familias que son lideradas por un varón y una mujer, con nuevos puntos de vista que creemos no se ha aplicado empíricamente en nuestro conocimiento de forma previa.

El sistema mexicano es ligeramente progresivo, ayudado también por las transferencias fiscales que el Estado realiza, siendo el ISR el impuesto que aporta mayor progresividad así como equidad vertical al ejercicio fiscal. Los impuestos indirectos analizados presentaron niveles de regresividad, mientras que simulaciones realizadas para la reforma fiscal 2014 indican que la reforma generó ligeramente más efecto redistributivo así como mayor recaudación.

Finalmente, se observan diversas líneas de posibilidad de eliminación de las tasas cero y exentos en el caso del IVA, que permitan inducir un mejor trato fiscal eliminando el subsidio implícito a los contribuyentes de capas altas, con un esquema de una canasta básica de requerimientos mínimos esenciales exenta del impuesto, en un esquema donde la recaudación se incremente y mejore las finanzas públicas del Estado mexicano, en un contexto de drástica reducción y dependencia de sus ingresos no tributarios provenientes del petróleo.

## I. Prólogo

La desigualdad social y económica de América Latina se presenta en varias facetas, y una no menos importante es la referida al tema de las finanzas públicas, sobre todo en un contexto de reformas recientes de corte fiscal y financiero que han venido a impactar las condiciones estructurales de la economías mexicana a partir del año 2014.

El cometido de esta investigación es la de comprender a fondo, cuales son las perspectivas de mejora en las finanzas y recaudación del gobierno mexicano, así como también las de cuantificar los impactos fiscales en el bolsillo de los contribuyentes y las familias mexicanas. Es en este contexto que los sistemas fiscales y de prestaciones sociales tienen una influencia significativa en la distribución del ingreso de los contribuyentes cuando estos son capaces de reducir las diferencias de ingresos que se producen en el mercado.

En años recientes, las finanzas públicas de una serie de países latinoamericanos como Brasil, Argentina y Uruguay se han fortalecido, así como también su efecto a través de la redistribución, tanto en la manera de asignar como de recaudar los recursos ejercidos para tal efecto; sin embargo, aún existen países con resultados pobres y con bajo impacto, entre los se cuentan México, Venezuela y Perú, que cuando habiendo destinado más recursos fiscales al combate contra la pobreza (en México con el programa OPORTUNIDADES y actualmente PROSPERA) donde los niveles de pobreza en lugar de reducirse se han incrementado (CONEVAL, 2015).

El éxito o el fracaso de la aplicación de políticas fiscales para cumplir con su propósito, como recaudar para financiar el gasto público y como herramienta de distribución del ingreso han sido evaluados con el tiempo. El economista y autoridad en la materia Richard Musgrave, nos plantea que dichos análisis y evaluación han tenido énfasis en evaluar políticas vinculadas con el sistema de pensiones, de la seguridad social, de la vivienda y los servicios de salud, así también de dar explicación acertada en cómo la política fiscal aparece con la autoridad de inducir su esencia redistributiva. Musgrave (2001) explica la medida en que por medio de la política fiscal se recaudan los ingresos con impuestos para dotar de infraestructura y gasto social, y que posteriormente

se asignan a través de programas de transferencias y subsidios para los mismos contribuyentes en el sistema económico.

El efecto de cualquier reforma fiscal debe ser de interés no sólo para los responsables y hacedores de política, sino también para ser señalado de manera continua en la agenda del Gobierno, donde los agentes que necesitan de la intervención pública, como las empresas, los hogares y contribuyentes sean de forma prioritaria, los principales intérpretes en relación con la participación de las políticas públicas y el diseño de los impuestos para que éstos últimos sean aplicados con la mayor eficacia y equidad.

Como objetivo del trabajo se evalúa el impacto de la reforma al ISR primeramente, para después determinar el efecto de la reforma fiscal en el IVA y el IEPS, tanto en la recaudación como en términos de impacto en redistribución y progresividad en los contribuyentes.

El alcance de la estrategia metodológica empleada permite calcular de forma desagregada, los efectos directos de la política fiscal en estos tres tipos de impuestos, para posteriormente, determinar en términos normativos, su potencial de recaudación en el contexto de la reforma fiscal 2014, así como el escenario normativo ideal que induzca una mejoría en el trato justo a los iguales contribuyentes en México.

La política tributaria 2014, además de buscar el disminuir la dependencia de ingresos de origen petrolero, busca inducir una mejora en la estructura impositiva a fin de que sea más equitativa y donde los contribuyentes cuenten con una carga fiscal mejor distribuida.

En ese sentido, se adicionaron nuevas tasas del impuesto sobre la renta (ISR) aplicables a ingresos superiores a 750 mil pesos anuales con una tasa marginal del 32 por ciento, y de un máximo nivel del 35 por ciento para ingresos superiores a los 3 millones de pesos, que presuponen un sistema tributario más equitativo en el que el 99 por ciento de la población de ingresos bajos y medios no se verán afectados (SHCP, 2014). Asimismo, en afán de homogenizar la tasa general del Impuesto al Valor Agregado (IVA) esta se extendió al 16 por ciento en todo el país, así como en las franjas de frontera

donde paso de 11 al 16 por ciento, lo que significó un aumento de 5 puntos porcentuales, más allá del punto porcentual que significó en el resto del país.

Finalmente, la modificación de tasas en el IEPS para aquellos productos que producen externalidades negativas como los altamente calóricos, en refrescos, bebidas azucaradas y la comida no saludable que en general, se observarían como altamente regresivos, por ser consumidos por las capas de ingresos bajos y medios en la población mexicana.

Sin embargo, en término de la nueva carga fiscal impositiva producida por la reforma 2014, ¿será que la reforma tributaria ha constituido una medida con mayor peso redistributivo ó recaudatorio? El trabajo pone en discusión este dilema y brinda los elementos para identificar que la reforma fiscal tiene un fin recaudatorio pero con un efecto redistributivo.

Esta investigación presenta la originalidad con respecto de otras, que si bien se han elaborado con técnicas y metodologías tradicionales, no han permitido dejar entrever de forma generalizada acerca de las ventajas o desventajas de la posible homologación de tasas impositivas indirectas. Se contribuye con una medición de la progresividad distinta a las ya existentes, y compara entre las familias que son lideradas por un varón y una mujer con nuevos puntos de vista que creemos no se ha aplicado empíricamente en nuestro conocimiento de forma previa, y que contribuirá a la mejora de las finanzas públicas y la de las familias de forma simultánea.

Los resultados generales, indican que en el caso del ISR se observa que la mayor progresividad de la reforma 2014 se presenta en los hombres más que en las mujeres, y por tipo de régimen de contribuyente, son las asalariadas mujeres las que tienen una carga de ISR mas proporcional y equitativa, mientras que los hombres la tienen pero en el régimen de empresario o patrón, y en tercer lugar, la mayor carga fiscal está dirigida con mayor peso a las inversiones o rentas por utilidades financieras.

En los casos de los impuestos indirectos, se obtuvo que el IEPS es más regresivo que el IVA en su condición actual, con mayor énfasis en bebidas azucaradas y la comida no saludable. Se concluye que las familias de menor

capacidad económica tienen una mayor carga fiscal por IEPS en mayor medida que lo hace el IVA. Con respecto a las categorías de gasto que inducen mayor regresividad en el IVA se presentan las categorías de cuidados de la salud, servicios del hogar (la luz, agua y gas) y telecomunicaciones. Por su parte, las que contrarrestan la regresividad general del IVA, es decir, las de mayor progresividad son en educación, transporte, restaurantes y relacionados, recreación, entretenimiento y deportes. En el caso del IVA como los que aparecen con mayor regresividad, y los de mayor capacidad recaudatoria y de maniobra en términos de progresividad, se detectaron a los gastos en educación privada, transporte, restaurantes y viajes.

El trabajo está organizado de la siguiente manera, el capítulo II, parte de la necesidad de analizar las perspectivas teóricas de incidencia fiscal, así como de trabajos empíricos sobre las teorías impositivas; se exponen investigaciones sobre la incidencia fiscal a nivel internacional así como para el caso mexicano. En el capítulo III se detalla el enfoque teórico empleado y la nueva aportación de la técnica de la descomposición desagregada que proponemos, así como la metodología para la generación de la información y su descripción de construcción, En el capítulo IV se aplica el análisis primero para el ISR, y posteriormente para los impuestos indirectos IVA e IEPS, y procede con la explicación de los resultados empíricos; de forma final, el capítulo V concluye con una reflexión acerca de las recomendaciones de política en materia fiscal, así como proporcionar una respuesta a las interrogantes planteadas durante la investigación.

## II. Antecedentes

El éxito o fracaso en la implementación de políticas fiscales y su vínculo con las de corte social que son encaminadas a la redistribución del ingreso entre la población, han sido analizadas a lo largo del tiempo, con respecto de las medidas relacionadas al funcionamiento del sistema de pensiones, de seguridad social, de vivienda, en los servicios de salud y en la asignación de distintas transferencias condicionadas, como las de mayor impacto en el bienestar de la población. En años recientes se ha presentado un renovado interés en América Latina por discutir cuestiones teóricas y empíricas acerca de los impactos que están generando los mecanismos de distribución y redistribución del ingreso por parte del Estado.[50]

Así la política fiscal aparece como una herramienta que recauda una gran parte de los recursos para el gasto social a través de programas de beneficios para la población, y es parte de las tesis expuestas por Musgrave (2001: 68). La población beneficiada de la política social ha sido la más vulnerable en la mayor parte del tiempo; sin embargo, es difícil cuantificar si la manera de actuar del sistema fiscal es la más eficiente y adecuada. Los estudios de progresividad y del efecto redistributivo de las transferencias o impuestos en los hogares (pobres y no pobres) constituyen un insumo relevante para conocer si su aplicación es eficiente y si las reformas fiscales provocarían que su impacto en la población sea positivo o el de menor efecto regresivo entre los contribuyentes y los hogares.

Es por ello que la contribución de este trabajo es la de generalizar una medición de que tan progresivo es el sistema fiscal actual de México por el lado de los impuestos directos (ISR) y los indirectos (IVA y IEPS en específico) con la situación simulada de la reforma fiscal del año 2014.

La temática se ha conducido en la literatura a través de un enfoque que nos permitimos llamar denominar como “tradicional” que es el de la concentración. Este enfoque es uno de los más completos (Atkinson, 1970; Kakwani, 1977; Shorrocks, 1983; Lambert y Ramos, 2002) y ha sido aplicado

50 Vease por ejemplo el trabajo de Lustig et al. (2012).

por estudios empíricos a nivel internacional y para América Latina (Lustig, Pessino y Scott, 2014; Scott, 2014); sin embargo, no se ha realizado al a fecha en nuestro conocimiento, un estudio para algún país o en México, el impacto desagregado de los impuestos por su categoría funcional, que en el caso de los impuestos directos serían las fuentes de renta (empresarial o utilidades, salarial o financiera) y por el lado de las categorías de gasto en el caso de los indirectos como el IVA o el IEPS, con una medida que combine los efectos conjuntos de un sistema fiscal antes de impuestos (ingreso bruto) que cobre impuestos y reciba transferencias directas a la población.

Por lo anterior, son pocos los estudios a la fecha que obtengan el resultado de una medición desagregada y generalizada de que tan bien actúan los sistemas fiscales cuando estos proceden con el cobro de impuestos (directos e indirectos) y asignan transferencias de la manera más eficiente.[51]

El papel del estado es mejorar el bienestar social de la población. Esta problemática puede ser abordada a través de mecanismos redistributivos de ingresos, la recaudación de impuestos y la provisión de programas de beneficios. La redistribución del ingreso regularmente se justifica cuando ocurren fallas en los mercados. El estudio de progresividad y efecto redistributivo constituyen un insumo básico para percibir la eficiencia social del sistema fiscal, también permite tener una visión general sobre la forma de las distribuciones de contribuyentes a la incidencia de los impuestos y beneficios.

### *2.1 Evidencia internacional sobre estudios de impacto del sistema fiscal*

El análisis de la progresividad de los impuestos directos e indirectos ha sido un tema de interés que ha retomado fuerza en décadas recientes. La recaudación de los impuestos directos es relativamente baja en los países de América Latina y el Caribe (PNUD, 2010), además de que confieren un papel

51 "Los Iguales (contribuyentes o familias) deben ser tratados por igual" (Duclos, et al 2003). Esta frase presenta un valor etico y esta relacionado con el impacto negativo de lo que se denomina la desigualdad Horizontal (HI) en el efecto redistributivo, donde la intervencion gubernamental puede aumentar las disparidades de ingresos en lugar de reducirlas.

redistributivo en el ingreso de las personas, ya sea de manera paralela o independiente al ejercicio del gasto público. Las recomendaciones de política para países latinoamericanos se han enfocado en el desarrollo de una estructura impositiva que aumente la recaudación del sistema fiscal mediante impuestos indirectos (Bird y Gendron, 2011) sentando las bases para un mecanismo redistributivo; no obstante, esta recomendación puede llevar a escenarios muy dispares.

A pesar de que los impuestos al consumo pueden constituir un mecanismo eficaz de redistribución, esto dependerá de que el gasto público sea progresivo (PNUD, 2010) y, en caso de que exista una mejora distributiva, el proceso de retribución no es inmediato, debido al tiempo que implica formar un presupuesto y aplicarlo entre la población y los distintos tipos de contribuyentes (Huesca y Serrano, 2005).

Para el caso colombiano Jaramillo y Tovar (2008) realizan una revisión de la evolución del IVA, utilizando microdatos para analizar su incidencia. Su trabajo se centra en el impacto del IVA descomponiendo una función de consumo para un grupo de productos, y señalan que la estructura del IVA debe diferenciarse por categorías de gasto.

Un sistema fiscal con eficiencia debe considerar tanto la recaudación como la acción redistributiva en su conjunto para los distintos niveles de contribuyentes. Con el fin de estar en condiciones de aumentar los ingresos y hacer frente a la desigualdad, el Estado debe tener en cuenta que el sistema fiscal debe ser modificado (Musgrave, 1990).

Desde el trabajo seminal de Pechman y Okner (1974) para los Estados Unidos, se han realizado un número significativo de trabajos relacionados con la temática. En este mismo trabajo de Pechman y Okner, se presenta un sistema impositivo proporcional como resultado de la neutralidad inducida por la mezcla de impuestos progresivos y regresivos, siendo así una de las primeras investigaciones en considerarlo.

Esta temática ha sido abordada en países desarrollados y más recientemente para algunas economías en transición y países en desarrollo (Duclos y Tabi,

1996; Davidson y Duclos, 1997; Makdissi y Wodon, 2002; Duclos, et al, 2003; Duclos, et al. 2005; Araar, 2008; Kaplanoglou y Newberry, 2008; Bibi y Duclos, 2010; Bird y Gendron 2011; Lustig, et al. 2012; y Scott, 2014).

En el caso canadiense, Duclos y Tabi (1996) y Davidson y Duclos (1997) evalúan la progresividad efectiva con el enfoque de Redistribución Fiscal (Tax-Redistributive –TR-) empleando microdatos de la Canadian Surveys of Consumer and Finances. Estos índices son basados en la evaluación del bienestar social, y por tanto, se encontró que el sistema fiscal era progresivo efectivo en la década de los 1980's a pesar de ser un régimen fiscal regresivo para algunas figuras fiscales existentes, dada la acción de las transferencias fiscales en la evaluación. En el subsecuente trabajo se encontró una distribución más progresiva y redistributiva en la evaluación de la distribución post-fiscal para inicios de la década de los 1990's.

Makdissi y Wodon (2002) sentaron bases en el marco teórico basado en el enfoque de dominancia estocástica para el estudio de la eficiencia en reformas de imposición indirecta. Duclos, et al. (2005) aplicaron este enfoque para estudiar el impacto de dos programas sociales en México (Liconsa y Procampo). Más recientemente, Araar (2008) ha propuesto un método operativo para permitir la comparación de la progresividad del sistema fiscal en el tiempo.

El autor realiza un trabajo empírico empleando datos de Canadá para la estimación del impacto del sistema fiscal en el monto y bienestar económico de distintas clases sociales en ese país. Concluye que la progresividad del sistema ayuda a mantener el tamaño de las clases medias y pobres.

Por su parte, Kaplanoglou y Newberry (2008) han estimado para Grecia los componentes de Inequidad Horizontal (HI) y redistribución vertical utilizando solo impuestos indirectos para encontrar que un efecto vertical negativo puede ser logrado incluso cuando se induce mayormente HI en el sentido clásico así como re-ranking por reformas a impuestos indirectos en este país.

En tanto que Bibi y Duclos (2010) estudiaron la dominancia de la pobreza mediante el sistema fiscal para cinco países desarrollados. En este trabajo se

muestra como el efecto redistributivo tiene un mayor impacto en la reducción de la pobreza para Suecia, mientras que el Reino Unido domina a los demás países en términos de transferencias sociales, pero Canadá emerge como el país con el mayor éxito en materia fiscal al evitar el aumento de los niveles de pobreza con esta variable. Además, en Canadá y Suecia las transferencias sociales y los impuestos tienen uno de los mejores resultados en la reducción de la pobreza.

El estudio de Bird y Gendron (2011) establece que existe muy poca evidencia, en el momento del desarrollo de su trabajo, en términos de incidencia de impuestos y subsidios para países en desarrollo y transición. Hacen explicita la necesidad de realizar análisis de reformas en este tipo de países, que reduzcan la HI para mejorar la imposición indirecta.

Por otra parte, para el caso específico de España encontramos que el trabajo de Perrote *et al*. (2001) utiliza una estimación no paramétrica a fin de calcular la HI del impuesto sobre la renta de las personas físicas en España para el periodo de 1988 a 1995 y propone un índice que mejora la definición de individuos similares propia del principio de equidad horizontal; posteriormente, mide la distancia de las distribuciones del ingreso antes y después de impuestos a través de las curvas de Lorenz, a fin de analizar el efecto redistributivo total del sistema fiscal -en los componentes vertical y horizontal- y compara sus resultados con las metodologías de Aronson *et al*. (1994) y Lambert y Ramos (1997).

Con respecto a análisis comparativos entre naciones, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) estudia los efectos del ISR en la distribución del ingreso entre diferentes tipos de hogares y señalan que la tasa impositiva junto con el sistema de transferencias reducen la inequidad vertical de la distribución del ingreso en la mayoría de los países miembros; asimismo, los países cuyo sistema fiscal es más redistributivo son los que cuentan con mayores niveles de recaudación en proporción al PIB (OCDE, 2005).

En el trabajo de Joumard *et al*. (2012) realizan un análisis del grado de progresividad del marco tributario del ISR y de las contribuciones de la

seguridad social para los países miembros de la OCDE según diferentes escalas de ingresos para el año 2009. Asimismo, efectúan un análisis temporal de los esquemas impositivos del ISR correspondiente al periodo 2000 – 2009 encontrando que las tasas marginales impositivas más altas han disminuido en la mayoría de los países miembros y, pese a ello, la progresividad del impuesto se ha ido incrementando.

Por su parte, Paturot *et al*. (2013) analizan la progresividad de los impuestos laborales para 34 países de la OCDE para el año 2011, tomando en cuenta la tasa del impuesto sobre la renta promedio para cinco intervalos de ingresos (entre 50 y 200 por ciento del salario promedio de cada país) y distintos tipos de familias. Sus resultados muestran que a través de los diferentes rangos de ingresos las tasas impositivas son progresivas, evidenciando una mayor progresividad en los rangos de ingresos más bajos misma que disminuye en cada intervalo de ingreso subsecuente.

### *2.2 Estudios de la medición de la progresividad y su redistribución en México.*

Para el caso mexicano, existen evidencias empíricas en las que se analizan el sistema fiscal tanto en su conjunto como por tipo de impuestos; por ejemplo, Gómez (2004) determina una estructura impositiva óptima para México en un modelo de crecimiento endógeno con acumulación de capital humano y, en materia de ISR salarial, señala que los impuestos sobre el rendimiento del capital y los salarios tienden a cero en el largo plazo cuando ambos son gravados a distinta tasa impositiva.

Asimismo, realiza un análisis de sensibilidad de los parámetros de los esquemas fiscales óptimos con respecto al gasto público en educación y encuentra que el valor óptimo del subsidio a la educación es muy inferior al estimado, es decir, no se justifica un subsidio a la educación tan elevado (Gómez, 2004: p. 181).

Por su parte, Huesca y Araar (2014) analizan el efecto redistributivo del sistema fiscal mexicano para el año 2012 de los impuestos directos e indirectos, las aportaciones de seguridad social y transferencias. Entre varios

aspectos relevantes, señalan que el sistema fiscal en su conjunto es progresivo y, en un análisis más detallado por tipos de impuestos, encuentran que el ISR en conjunto con las contribuciones a la seguridad social que aporta el trabajador son las más progresivas.

En esta línea que el trabajo de Robles *et al*. (2015) analiza la incidencia fiscal para el conjunto de impuestos directos e indirectos en México para el período del 2002 al 2012. Sus resultados evidencian que el sistema fiscal mexicano presenta una reducida progresividad en su conjunto, donde los impuestos directos son progresivos y los impuestos indirectos son regresivos.

El trabajo de Vargas (2010) con un enfoque estático, parte de la evolución y la distribución del ingreso en México para los períodos 1984, 1989, 1996 y 2002, analiza la incidencia de la carga tributaria y la incidencia de los beneficios para la evaluar el gasto público. Empleando microdatos de ingresos y gastos con el método de concentración, encuentra que el sistema tributario en México es progresivo debido a la alta concentración de la carga fiscal en los primeros deciles de ingreso.

En el caso de México, Valero-Gil (2002) su trabajo emplea microdatos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) para el año 2000 para México, encontrando que algunos productos no deben ser subvencionados al considerar bajos niveles de elasticidad en alimentos y medicamentos, una vez que parámetros de aversión a la desigualdad han tomado en cuenta la población total.

Flores (2003) analiza la propuesta del Gobierno de México de un aumento al IVA en alimentos y transferencias sociales en efectivo a los grupos de menores ingresos, encontrando como el IVA podría mejorar los ingresos y reducir la desigualdad en menos de un punto porcentual del índice de Gini.[52]

52 Los impuestos indirectos (como el IVA) han sido criticados como una herramienta que afecta negativamente a la poblacion, en este sentido, Bird y Gendron (2011: 75) dan elementos de porque en el mundo real la gente mantiene la creencia de que los impuestos como el IVA son regresivos. Ademas, senalan que un IVA bien disenado puede ser mas progresivo que impuestos directos (ingreso sobre la renta), ya que estos ultimos solo afectan a una parte de la base disponible.

El estudio por Huesca y Serrano (2005) que ha sido citado por la propia Secretaría de Hacienda (SHCP, 2015), explora una aplicación del IVA (Impuesto al valor agregado) en México. Huesca y Serrano (2005) se centra en la contribución del IVA a la recaudación y a la redistribución del ingreso dando signos de ser débilmente progresiva y con bajo potencial de recaudación en su estado actual. Sus resultados indican que el IVA mexicano contribuye a equidad vertical (VE), pero el problema se plantea para reducir la HI existente en el país debido a las exenciones y tasas cero en alimentos, libros, transporte público y medicamentos, con el resultado de tener una baja base gravable para esta figura fiscal.

En esta misma línea, Valero-Gil (2006) desarrolló una estimación para imposición óptima, sus resultados muestran la necesidad de aumentar el IVA en alimentos por razones de eficiencia económica, sin embargo en cuanto a la redistribución del ingreso afirma que estos productos no deben ser gravados.

El trabajo de Lustig, et al. (2013) ofrece buenas perspectivas en la búsqueda de la incidencia de progresividad de las figuras del sistema fiscal mexicano y su impacto en los indicadores de pobreza comparándolo con otros cinco países de América Latina. Bajo el enfoque de la concentración y modelos de tipo *Probit* para calcular movilidad, sus resultados indican que los sistemas impuesto-transferencias presentan mayor progresividad para los países de Argentina, Uruguay y Brasil; mientras que Bolivia, México y Perú tienen los menores impactos sobre la reducción de la pobreza, con sistemas fiscales menos redistributivos.

Por otra parte, los autores señalan que la recaudación del ISR con respecto al PIB es baja, lo que repercute en un reducido efecto redistributivo pese a la progresividad de dicho impuesto.

El trabajo de Scott (2014) por su parte, muestra una evaluación del impacto redistributivo del sistema mexicano comparando los años 2008 y 2010, y a pesar de que su estudio carece de un soporte común de comparación de resultados entre ambos años, muestra un sistema fiscal más progresivo en 2010.

La falta de sustento en la comparación a través de ambos años puede haber mitigado sus resultados o bien, crear conclusiones disímiles (Musgrave, 1948, 1990; y Huesca y Araar, 2016). El autor señala que el impacto redistributivo del sistema tributario es limitado debido a la baja productividad de los impuestos indirectos, las múltiples exenciones y una recaudación ineficiente; asimismo, observa que solamente el ISR es altamente progresivo, mientras que los impuestos indirectos tienden a la neutralidad debido al sistema de exenciones; sin embargo, este trabajo no prueba cuales son las fuentes que provocan tal neutralidad, una de las razones por las que proponemos la técnica bajo un enfoque analítico de descomposición en esta investigación.

Los trabajos de Lustig et al (2013) y Scott (2014) siguen empleando el enfoque "tradicional" con el cálculo de índices de progresividad tipo Kakwani (1977) y Reynolds-Smolensky (1977), así como curvas de Lorenz y de la concentración cuando se combinan los impuestos y los beneficios totales para obtener los efectos horizontales y verticales, pero con el enfoque de Lambert (1985). En ambos estudios desafortunadamente, no proporcionan en detalle las principales fuentes de la redistribución como efecto de la progresividad o regresividad, que son parte de la tarea de este estudio que presentamos.

Ahora bien, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) como institución oficial gubernamental en materia fiscal en México ha evaluado el impacto redistributivo de la política fiscal en su conjunto desde el año 2000. En su estudio más reciente (SHCP, 2015) emplea datos de la ENIGH 2012 para el análisis de la distribución del pago de impuestos y del gasto público en el país; en materia del ISR, el estudio calcula la incidencia de dicho impuesto bajo dos escenarios: sin ajuste por formalidad y con ajuste por formalidad.

Para ello, reconstruye el ingreso bruto por perceptores y hogares y calcula el ISR y las aportaciones de seguridad social, tomando en cuenta los ingresos netos, el marco fiscal aplicable y el régimen de aportaciones de seguridad social.

Con respecto a la composición del ingreso bruto destacan en mayor proporción los provenientes por salarios con el 48.6 por ciento, seguido de los derivados por actividades empresariales, actividades profesionales y alquiler e

intereses con el 25.5, 24.8 y 1.1 por ciento, respectivamente (SHCP, 2015). En ambos escenarios, el estudio señala que la incidencia del ISR para el 2012 es progresiva, donde tanto hogares como personas que se ubicaron los deciles de más altos ingresos soportan la mayor carga del ISR; sin embargo, en el escenario ajustado por formalidad (que solo contempla a los perceptores que mencionaron estar afiliados a alguna institución de seguridad social) los trabajadores de menos ingresos mostraron una incidencia negativa, lo cual refleja el efecto del subsidio al empleo en los ingresos (SHCP, 2015).

Con respecto a los impuestos indirectos, la SHCP (2015)[53] señala que el decil de ingresos más alto de hogares mexicanos contribuye con el 30.1 por ciento de los pagos totales de IVA (tasa general), aporta el 12.5 por ciento de sus gastos de tasa cero y el 26.1 por ciento en las exenciones, lo que representa el 38.6 por ciento de los ingresos por IVA no obtenidos de estos contribuyentes.

En este panorama, se puede observar una mayor carga tributaria con mayor incidencia para los niveles de ingresos más altos, pero nadie puede tener la certeza de un trato justo para la situación pre-fiscal con trato igualitario para los contribuyentes por el sistema tributario. Cabe destacar que la misma SHCP aclara que un estudio similar se presentará en el año 2016 con datos de las ENIGH del 2014, lo que da cuenta del carácter innovador de nuestro trabajo.

53 Estos resultados deben tomarse con cierta mesura, ya que la estimacion de la carga tributaria no excluye los gastos informales, por lo que los pagos de IVA son sobrestimados.

## III. Metodología: Las curvas de progresividad y el enfoque analítico de la descomposición impositiva.

Este enfoque complementa el análisis de la descomposición de la siguiente parte en este trabajo. Las curvas de progresividad (PR(p)) presentan un fuerte y sólido fundamento que se sustenta en los criterios de bienestar social con sus lemas y teoremas respectivos expresados por Atkinson (1970), Shorrocks (1983), Lambert y Ramos (2002), Duclos y Araar (2006) y Duclos, et. al. (2014).[54]

Siguiendo el desarrollo expuesto por Araar y Duclos (2009), se muestra que las curvas PR(p) se derivan de las condiciones de progresividad mediante la comparación entre la curva de Lorenz de ingresos (brutos) antes de impuestos y transferencias, expresadas como $L_X(p)$ con respecto de la curva de concentración de los impuestos o del ingreso neto expresada como $C_{T/N}(p)$. T(p) representa los ingresos fiscales o carga impositiva para aquellas personas con ingresos brutos iguales a $X(p)$. Se describen a continuación con detalle los cuatro tipos de progresividad existentes a manera de poder generalizar su aplicación teórica y de manera empírica:[55]

- El impuesto T es progresivamente redistributivo (TR) si :

$$\mathrm{PR}(\mathrm{p}) = \mathrm{L}_X(\mathrm{p}) - \mathrm{C}_T(\mathrm{p}) > 0 \;\forall p \in ]0,1[ \tag{1}$$

- El impuesto T es progresivamente redistributivo en ingreso (IR) si:

$$\mathrm{PR}(\mathrm{p}) = \mathrm{C}_{X-T}(\mathrm{p}) - \mathrm{L}_X(\mathrm{p}) > 0 \;\forall p \in ]0,1[ \tag{2}$$

54 En espec fico, para obtener el ordenamiento matematico de bienestar sobre distintas funciones de distribucion veanse los trabajos de Lambert y Ramos (2002).

55 El grado promedio de progresividad o regresividad de un sistema fiscal se puede obtener con los ndices de Kakwani (1976) como una medida local estandar y ha sido aplicada en una amplia cantidad de trabajos emp ricos para los EE.UU por Kakwani (1977) y Liu (1985), para Inglaterra por Duclos (1993), en Canada y Espana por Davidson y Duclos (1997) y Manresa y Beremguer (1996) y en el caso mexicano por Huesca y Serrano (2005) y por Scott (2014). En este documento se presenta la manera novedosa de calcular y observar graficamente las PR(p) que van mas delante de lo obtenido por el enfoque local de la concentracion descrito l neas arriba y expuesto en Duclos y Araar (2006).

Si en algún momento, las condiciones de progresividad no se comprueban en todos los percentiles de la población contribuyente, el investigador tendrá dos opciones adicionales: a) puede volver a los índices locales de progresividad y revisar puntos específicos de la distribución para complementar el análisis; y b) implementar el análisis de la descomposición expuesto a continuación en este trabajo, como un ejercicio complementario y suficiente.

### *3.1. Un enfoque analítico de descomposición (Huesca- Araar, 2014)*

Uno de los índices populares para evaluar el grado de progresividad de un impuesto determinado se puede utilizar el índice de Kakwani (1977). Dicho índice se expresa considerando los ingresos brutos y su desigualdad (*Ix*), limitado al intervalo [0, 1] y se le deduce el índice de la concentración (en nuestro caso del IVA) en cualquier tasa que grava un grupo o categorías de bienes y servicios determinado por *C*(*T*), acotado en el intervalo [-1, 1], así, la fórmula para el índice de Kakwani se presenta en la expresión (3):

$$K_T = C_T - I_X \tag{3}$$

Por construcción, este índice se basa en el esquema de distribución de impuestos (redistribución de impuestos) para capturar el grado de progresividad y otros índices se basan en el esquema de los ingresos netos (redistribución en ingresos) para evaluar el nivel de progresividad, como es el caso para el Reynolds-Smolensky (1977). Los impuestos, como el ISR, IVA y IEPS, se componen de diferentes fuentes expresadas en un grupo de k-fuentes de renta o por k-mercancías, respectivamente. Entonces, una fuente dada de impuestos puede comprender un mayor nivel de progresividad en comparación con otras dentro del mismo vector de productos en k. ¿Cómo es el grado de progresividad de cada fuente de impuestos y cómo es su contribución al total de la progresividad o regresividad del sistema impositivo?. Las mismas preguntas se pueden aplicar a las transferencias directas. Es así como proponemos utilizar una metodología de la descomposición considerando el índice de Kakwani, pero discriminado por tipo de fuentes en renta y de productos y bienes o servicios.

Supongamos que el impuesto $T$ se compone de $K$ fuentes tributarias de impuesto directo, indirecto o especial (ISR, IVA o IEPS). Denotamos así la fuente del impuesto $k$ y $T_k$ por $T = \sum_{k=1}^{K} T_k$ . Además, el uso de la diferencia entre el índice de concentración de impuestos *C(T)* y el índice de Gini del ingreso bruto (*Ix*), son integrados por el impuesto promedio $T$ y $\mu_T$ dentro de cada categoría de producto por $T_k$ y $\mu_{Tk}$. Formalmente, la descomposición natural del índice de Kakwani de progresividad que proponemos tiene la siguiente forma:

$$TR_T = \sum_{k=1}^{K} \frac{\mu_{Tk}}{\mu_T} (C_{Tk} - G_X) \quad (4)$$

De la fórmula (4), cuando las fuentes de impuestos se consideran asimismo como fuentes de ingresos, su resultado se traduce en parte, como una descomposición de la desigualdad por fuentes de ingresos presentada en Rao (1969) y por Araar (2006). Es útil recordar que el índice Kakwani ($K_T$) puede estar vinculado a las diferentes fuentes fiscales.

Principalmente, su descomposición propuesta pondera los índices de progresividad de las diversas fuentes tributarias por la relación entre el tipo impositivo medio de esas fuentes impositivas con aquel que ejerce de los impuestos totales. A partir de esta forma de la descomposición del índice de Kakwani, pueden ser descritas un conjunto de conclusiones como parte de la importancia de la contribución de un impuesto determinado $Tk$ por su componente $\frac{\mu_{Tk}}{\mu_T}(C_{Tk} - G_X)$ :

Primero, que la contribución de un determinado impuesto a la progresividad de los impuestos totales dependerá de la importancia de su participación $(\mu_{Tk}/\ \mu_T)$. Por supuesto, cuando el promedio del impuesto es muy reducido, su contribución a la progresividad total deberá ser baja, incluso si se muestra un mayor nivel de progresividad.

Segundo, que la contribución de un determinado impuesto a la progresividad de los impuestos totales dependerá también de su propio nivel de progresividad $(C_{Tk} - G_X)$.

Es evidente que la contribución relativa de los impuestos a la progresividad total será el mismo para las descomposiciones propuestas de Kakwani y Reynolds-Smolensky como índices de progresividad y que ambas sumarán un valor unitario (es decir, el 100 por ciento de la contribución de los factores).

Además, estas descomposiciones son relevantes para el responsable de la política fiscal, porque cuando se observa un bajo nivel de progresividad de cualquier impuesto, como el IVA o IEPS, no se puede determinar fácilmente de que fuente proviene el reducido (o elevado) nivel de progresividad.

Esta descomposición proporcionará más conocimientos acerca de poder conocer, de primera mano, cuales son las fuentes de impuestos que más contribuyen a la progresividad/regresividad total.

La descomposición propuesta en la expresión (6) tiene su fundamento y obedece a un conjunto de tres axiomas deseables en cuanto a la contribución de las fuentes de impuestos. Estos axiomas se muestran a continuación:

*A1: El Principio de agregación*: donde la suma de las contribuciones absolutas debe ser igual al índice total de la progresividad.
*A2: El de Sensibilidad a la progresividad de cada fuente de impuestos*: Si el promedio del impuesto T1 es igual al del T2 y T1 es más progresivo que T2, la contribución de T1 a la progresividad total debe ser mayor que la ejercida por T2.
*A3: Sensibilidad a la importancia o el promedio de cada fuente fiscal*: Si el índice de progresividad de T1 es igual a la de T2 y el promedio de T1 es mayor que la de T2, a continuación, la contribución de T1 a la progresividad total debe ser mayor que la de T2.

### *3.2 Base de datos del sistema fiscal en el ISR, IVA e IEPS mexicano con la ENIGH 2014.*

Procedemos a ilustrar la redistribución lograda en México por el sistema fiscal del año 2014 con las reglas fiscales de ese mismo año en el caso del ISR, IVA y el IEPS. De esta manera es factible poder observar los efectos de redistribución que ha provocado en el ISR y el aumento general al IVA en 2014. Para la

realización del ejercicio empírico se utilizó la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) de 2014, como los datos más recientes al momento de este trabajo. La base de datos cuenta con una muestra 24,823 individuos que se expande a 36.8 millones de contribuyentes en el país, de donde 26.8 millones son asalariados, 10 millones en personas físicas, morales e inversiones con de tipo financiero.

Esta información es totalmente comparable y representa un 82.1 por ciento del Padrón real por tipo de contribuyentes que nos presenta la SHCP, de 44.8 millones a septiembre de 2014 (sin considerar grandes contribuyentes), que desagregan a 27.04 millones de asalariados, 17.8 millones de personas físicas y morales (SAT, 2015).

La base de datos para el caso del análisis del IVA e IEPS fue de 19,479 hogares que expandida comprende a 31.7 millones de hogares. Considerando la información proporcionada procedemos a construir la distribución según unidades familiares aplicando métodos de identificación directa e indirecta (Lustig, et al. 2013).

Una vez que se ha obtenido el ingreso disponible *N* es posible calcular las cifras indicadas en las tablas A1 y A2 del Anexo estadístico para reconstruir el sistema fiscal y lograr contar con el ingreso de mercado (bruto) denotado por *X*.

Es así como imputamos las normas tributarias vigentes del año 2014 por cada fuente de ingresos y se procede a la reconstrucción del sistema fiscal.

Para el caso del ISR con respecto de la construcción de ISR y las condiciones aplicadas en la base de datos, cabe mencionar que se consideran a los trabajadores asalariados y su salario mensual expresado en pesos a precios corrientes provenientes de la ocupación principal, así como únicamente aquellos individuos que hayan cotizado en algún esquema oficial de seguridad social, con lo que se corrobora que son formales y por ende, han pagado su impuesto correspondiente por su ingreso.

Una forma de aproximar la recaudación de contribuyentes es mediante la ENIGH 2014, la cual ofrece una descripción detallada de las fuentes de

ingresos y las características de los individuos, sin embargo, muestra ciertas limitantes en la imputación de impuestos, lo cual hace muy difícil calcular aspectos tales, como las deducciones fiscales, el fraude o la evasión. También no es posible diferenciar sobre el régimen de contribuyentes del individuo que cada año cuenta con su legislación (valores con límite inferior y superior, así como las cuotas respectivas).

A manera de observar que tan progresivo es la figura del ISR, se incluyeron los pagos de las cuotas de seguro social correspondiente a cada trabajador en la muestra. Mediante la creación de la variable de seguridad social, se generó una clasificación por el tipo de afiliación a sistemas de seguridad social para el total de individuos. Partiendo de la fuente de ingreso, así como el sistema de seguridad social, se imputaron las cuotas a la seguridad social a través de una *proxy* de los trabajadores por régimen obligatorio y una tasa de contribución total promedio para patrones y trabajadores, la cual suma el total de la tasa de contribución de todos los ramos de seguro.

Para el caso del IVA y el IEPS, la encuesta permite también el análisis de 726 productos y servicios genéricos, de los cuales 27 generan IVA, a una tasa general del 16 por ciento la cual se incrementó en 5 por ciento en localidades de frontera; además de los 27 que generan IVA, 10 son gravados con IEPS, con tasas de hasta 160 por ciento para productos de tabaco. En el caso de las transferencias fiscales, se colectan a nivel hogar de la misma encuesta utilizando la siguiente división: becas y transferencias para educación, programa Oportunidades de asistencia social, 70 y más (programa para adultos mayores sin pensión); programa de Apoyo Alimentario (PAL, programa de asistencia alimentaria), la transferencia por Empleo Temporal y otros programas de asistencia (programas sociales no especificados pero captados por la encuesta).

La tabla base de ingresos de la ENIGH cuenta con 17 clasificaciones de ingreso proveniente de transferencias, de ellas 9 son transferencias fiscales (dirigidas a programas sociales públicos), de los cuales se extrajeron los montos de ingreso mensuales por cada una de las transferencias.

De las jubilaciones y pensiones se separó el efecto con y sin ellas en las transferencias por su carácter de pensiones contributivas, las cuales no forman parte del actuar del sistema fiscal-transferencias, es posible aislar este efecto ya que estas se encuentran sumadas en su totalidad independientemente de sus componentes que las formaron, esto es, la participación del patrón, la del gobierno y la del propio trabajador. En el anexo tabla A3 se muestran las fuentes de imputación con las que procedimos en las encuestas.

Así como en los trabajos de Lustig, et al. (2013) no se añadió la jubilación y las pensiones como un componente de beneficios debido a su naturaleza contributiva, pero se incluyen en la cifra de ingresos netos. El ingreso bruto *X* se estima al añadir el total de impuestos, pensiones y contribuciones federales de los salarios en el sistema de la seguridad social (SSC), menos las pensiones y las transferencias recibidas por los hogares como se observa en la expresión (5):

$$X = N + T + SSC - B - P \tag{5}$$

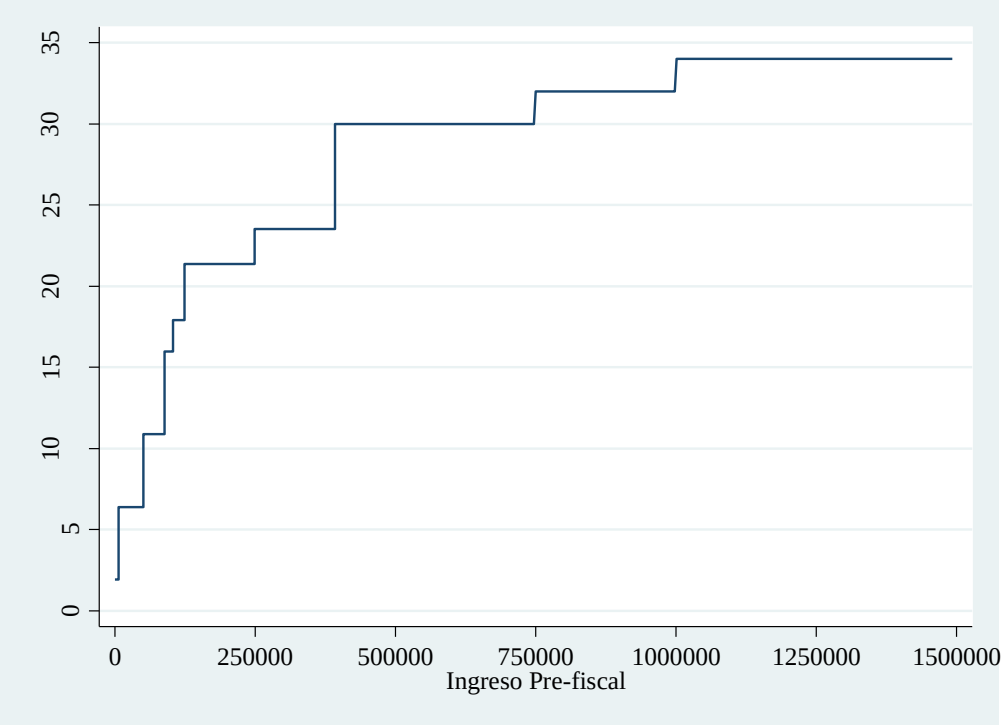
donde X representa el ingreso bruto de mercado, N como el ingreso disponible neto (post-fiscal), T como impuestos, P las pensiones, SSC como las contribuciones de seguridad social y B son las transferencias. Todas las variables se calculan, primero en individuos y por género (tabla A1 del anexo), y segundo en unidad familiar (tabla A2 del anexo) y han sido ordenadas con base en la estructura general donde se pueden observar los estadísticos básicos descriptivos de la base de microdatos empleada.

La reconstrucción del sistema fiscal considera las hipótesis de translación del impuesto propuestas en Pechman (1985), las cuales están vinculadas tanto con el ingreso y los impuestos indirectos, los cuales se asumen son pagados considerando el marco legal fiscal y, formalmente le llegan al consumidor o el contribuyente final en la cadena del impuesto.

El sistema fiscal presenta para el ISR once tipos de tasas para 2014 con la reforma. Cada tasa debe pagar una cuota anual correspondiente a una tasa fija en pesos mexicanos por el orden de [0.00, 114.24, 2,966.76, 7,130.88, 9,438.60, 13,087.44, 39,929.04, 73,703.40, 180,850.82, 260,850.81, 940,850.81]. Las tasas en impuesto marginal directo al salario va desde el 1.92

por ciento hasta el 35 por ciento en el año 2014. En la gráfica 1 mostramos los tramos fiscales y su afectación indistintamente del género.

**Gráfica 1. Tramos fiscales ISR 2014**
**(Ingresos anuales)**




*Fuente: elaboración propia con base en ENIGH, 2014 y SHCP, 2014.*

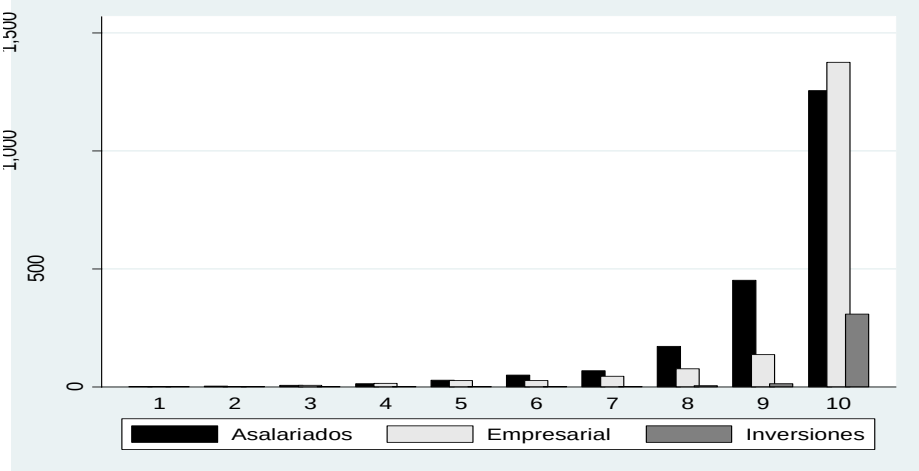
La reforma fiscal 2014 no modificó a los ingresos medios y bajos, sino que la mayor carga fiscal impacta a los grupos de ingreso anual superiores a los 750 mil pesos y tasa de 32 por ciento, los de 1 millón de pesos con tasa de 34 por ciento y finalmente, los superiores a los 3 millones de pesos, con una tasa de 35 por ciento.

## IV. Ejercicio empírico del impacto en la redistribución fiscal

En este capítulo se procede con el ejercicio empírico que presenta el impacto primero, para el ISR en términos distributivos y con su descomposición, para poder detectar cuales son las fuentes que inducen una mayor progresividad/regresividad al sistema, desagregando por género en el país.

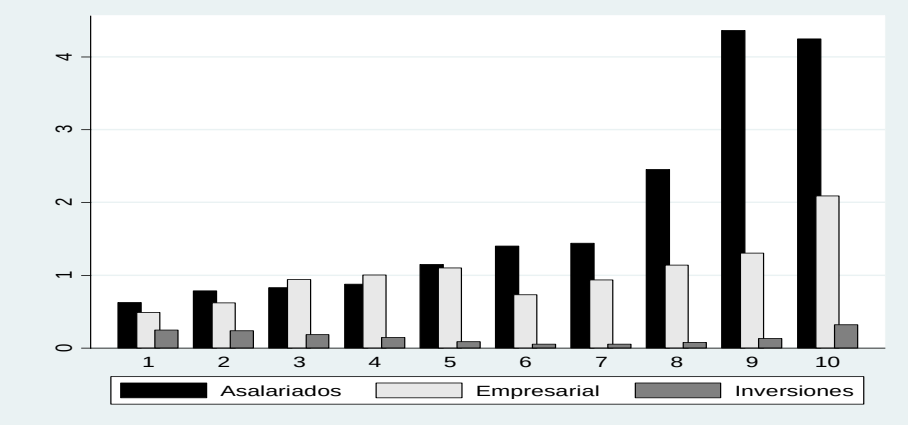
Con la información de la base de datos fiscal generada con ENIGH 2014, se han elaborado deciles ordenados por ingreso bruto (antes de impuestos y transferencias) y podemos observar en las gráficas 2 y 3 los pagos del impuesto y la carga media respectivamente. Los pagos del ISR son explícitamente de cero para los primeros dos deciles, debido al crédito al salario que otorga la Ley de este tributo, en la que están exentos hasta 4 salarios mínimos (SM) generales, y es fácil observar como del decil 4 al decil 9 son prácticamente los asalariados los que contribuyen en mayor proporción con los pagos del impuesto. Es hasta el decil 10 que se invierte la tendencia donde el ISR empresarial es apenas superior al captado por la fuente asalariada.

**Gráfica 2.**
**Pagos de ISR en México, 2014 (por deciles).**




*Fuente: Elaboración propia con base en ENIGH, 2014.*

**Grafica 3.**
**Carga media del ISR en México, 2014 (por deciles).**



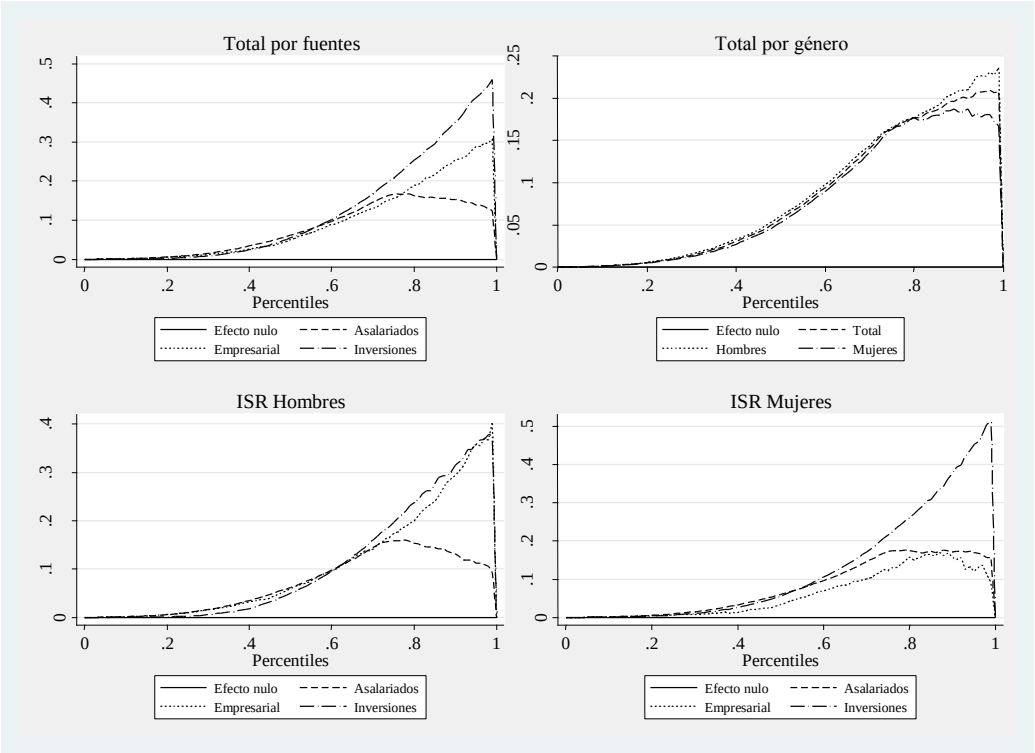

*Fuente: Elaboración propia con base en ENIGH, 2014.*

Por otro lado, desagregando las fuentes de contribuyentes con la carga media del impuesto, es fácil observar como son sencillamente los asalariados los que presentan una mayor presión fiscal como parte de dicho tributo, muy parejo hasta el quinto decil, para luego pasar a ser precisamente la fuente de salarios la que presenta la mayor carga media del ISR hasta el décimo decil.

En otras palabras, se puede probar con estas cifras descriptivas como la mayor presión del ISR recae sobre una clase media cautiva asalariada y también por salarios, ubicados en los deciles 9 y 10 como de ingresos altos, los que contribuyen en mayor medida a la recaudación por este tributo, y que en menor medida, contribuyen los que tienen una fuente con renta por utilidades o de tipo empresarial.

A fin de identificar las fuentes de ingreso que repercuten en la progresividad del ISR, procedemos a continuación con la estimación de las curvas de progresividad considerando las propiedades de las formulas (1) y (2) descritas previamente en la sección metodológica. Posteriormente, mostramos los resultados con la descomposición del enfoque analítico por fuente de renta y categoría de gasto.

**Gráfica 4. Curvas de progresividad del ISR. México, 2014**




*Fuente: Elaboración propia con base en ENIGH, 2014.*

Del análisis de la progresividad con sus curvas correspondientes, podemos observar que se comprueba la propiedad (1) y (2) de progresividad, pero esta presenta mayor fuerza para los hombres que las mujeres, es decir, aun cuando el tipo impositivo del ISR es progresivo, este afecta con menor progresividad al sexo femenino; por otro lado, en el tipo de fuente los hombres presentan mejor progresividad en la categoría empresarial y en inversiones, mientras que las mujeres la presentan en el régimen de contribuyentes como asalariadas seguidas en la de inversiones, y en menor medida como empresarias.

En general, como se esperaría el ISR es más progresivo en el régimen de inversiones, seguido del empresarial y en menor medida para los asalariados. Pero es importante mencionar que de la figura del ala izquierda superior de la gráfica 4, podemos concluir que en el régimen de asalariados se observa un menor grado de progresividad a partir de los deciles 7 y 8, niveles de ingreso de clase media en el país, y que contrasta con resultados opuestos a lo que sucede en países como Canadá (Araar, 2008), donde en dicha parte de la distribución la progresividad es mayor en los asalariados, y contribuyen con mayor carga por este tributo las empresas.

### *4.1. Efecto fiscal y descomposición del ISR por género.*

Los resultados de la descomposición analítica propuesta para el caso del ISR se presentan en las tablas 1, 2 y 3 y gráfica 5. Se muestran los índices de Kakwani con enfoque "tradicional" que a su vez muestran progresividad para las tres fuentes empleadas de ISR, sin embargo, estos índices no están ponderados por el peso de cada una de las fuentes y su incidencia global, a la que denominamos la contribución absoluta (penúltima columna de las tablas respectivas).

Es fácil notar como en general, los asalariados presentan mayor progresividad con un índice de 8.64, le siguen los de la fuente empresarial y las inversiones y utilidades en tercer orden. Con respecto a los hombres, en la tabla 2 se confirma que la fuente empresarial es la que les genera mayor progresividad con un índice desagregado de 9.01 y en segundo lugar la fuente asalariada con

índice por 7.43, contrario a las mujeres, donde se invierte la fuente de la progresividad (tabla 3), con índices por el orden de 10.27 en la fuente asalariada, y de apenas 3.18 en la fuente empresarial, como señal de la baja progresividad en este último tipo de régimen fiscal en el sexo femenino.

**Tabla 1. Progresividad del ISR.**
**Descomposición por categoría de ingreso (2014)**

| Categoría del ISR | Participación del Ingreso | Índice Gini | Índice de Concentración | Índice Kakwani | Cont. Absoluta (x 100) | Cont. Relativa (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Asalariados | 58.6 | 0.6607 | 0.8082 | 0.1475 | 8.64 | 52.7 |
| Empresarial | 36.2 | 0.6607 | 0.8411 | 0.1804 | 6.53 | 39.8 |
| Inversiones | 5.21 | 0.6607 | 0.8976 | 0.2369 | 1.23 | 7.5 |
| Total | 100 | 0.6607 | 0.8247 | 0.1640 | 16.40 | 100.0 |

** Los índices de Gini, de concentración y de contribución muestran un nivel de significancia por debajo de 0.05.*

**Tabla 2. Progresividad del ISR, descomposición por fuente y género: Hombres.**

| Categoría del ISR | Participación del Ingreso | Índice Gini | Índice de Concentración | Índice Kakwani | Cont. Absoluta (x 100) | Cont. Relativa (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Asalariados | 53.5 | 0.6586 | 0.7975 | 0.1389 | 7.43 | 43.3 |
| Empresarial | 43.0 | 0.6586 | 0.8680 | 0.2094 | 9.01 | 52.5 |
| Inversiones | 3.4 | 0.6586 | 0.8708 | 0.2122 | 0.73 | 4.3 |
| Total | 100.0 | 0.6586 | 0.8303 | 0.1717 | 17.17 | 100.0 |

* Los índices de Gini, de concentración y de contribución muestran un nivel de significancia por debajo de 0.05

Fuente: Elaboración propia con base en ENIGH, 2014.

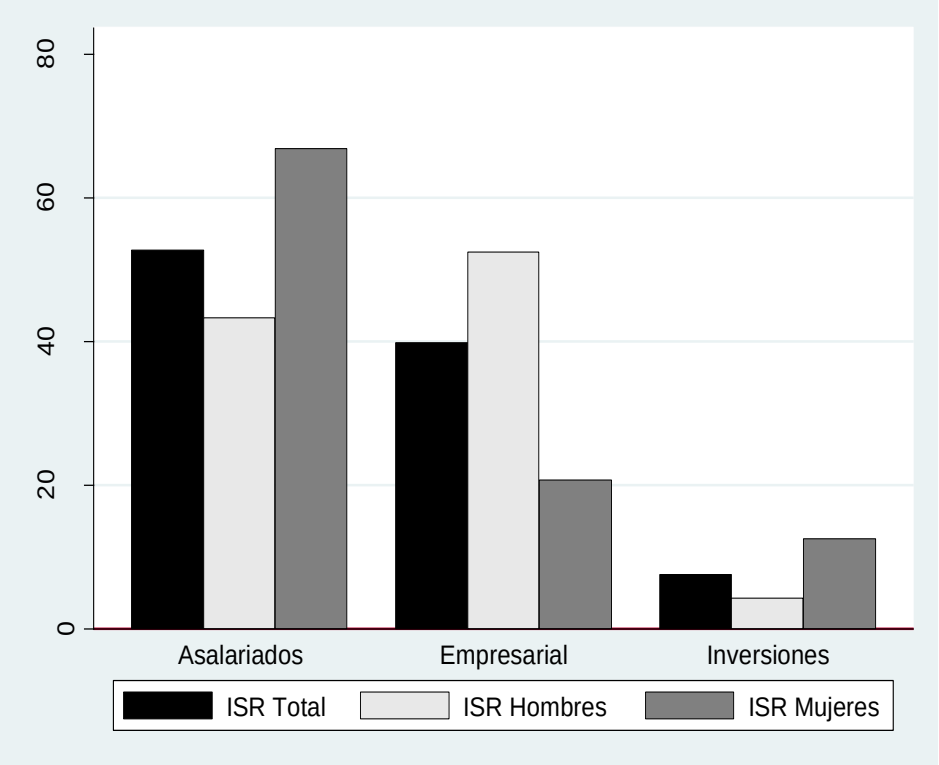
**Tabla 3. Progresividad del ISR, descomposición por fuente y género: Mujeres.**

| Categoría del ISR | Participación del Ingreso | Índice Gini | Índice de Concentración | Índice Kakwani | Cont. Absoluta (x 100) | Cont. Relativa (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Asalariados | 65.54 | 0.6628 | 0.8195 | 0.1567 | 10.27 | 66.8 |
| Empresarial | 26.83 | 0.6628 | 0.7814 | 0.1186 | 3.18 | 20.7 |
| Inversiones | 7.62 | 0.6628 | 0.9146 | 0.2518 | 1.92 | 12.5 |
| Total | 100 | 0.6628 | 0.8165 | 0.1537 | 0.1537 | 100.0 |

** Los índices de Gini, de concentración y de contribución muestran un nivel de significancia por debajo de 0.05.*
*Fuente: Elaboración propia con base en ENIGH, 2014.*

La gráfica 5 confirma la evidencia previa, ya que las mujeres apenas contribuyen con un 20 por ciento de la progresividad en la fuente empresarial y los hombres con hasta el 52.5 por ciento; por el lado asalariado, las mujeres presentan una progresividad inducida mayor generando el sistema fiscal del ISR hasta el 66.8 por ciento, mientras que los varones apenas les induce hasta el 43.3 por ciento de la progresividad. En las inversiones y rentas por utilidades financieras, las mujeres llevan mayor progresividad que los hombres, con una contribución relativa de 12.5 por ciento, y los hombres de apenas el 4.3 por ciento.

**Gráfica 5. Contribución a la progresividad del ISR en México, 2014**
**(Descomposición por fuente y género)**




*Fuente: Elaboración propia con base en ENIGH, 2014.*

## *4.2. Efecto fiscal y descomposición del IVA e IEPS.*

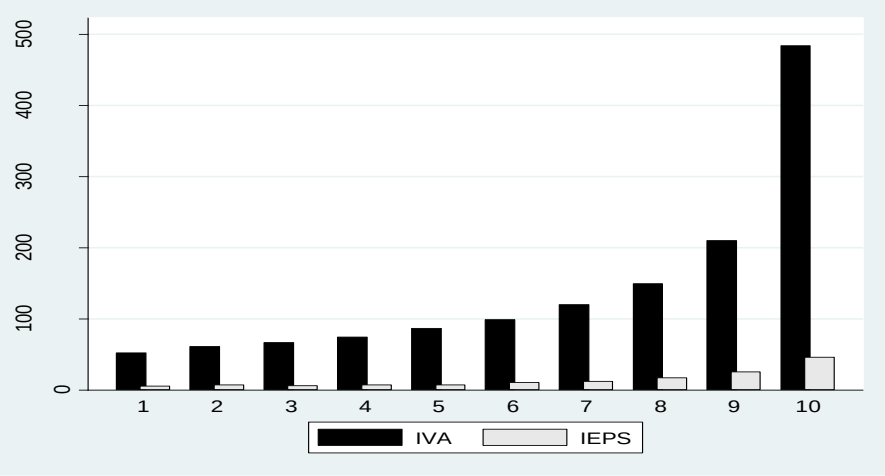
A continuación, se muestra el ejercicio empírico para determinar el efecto total del sistema fiscal del IVA y IEPS en los hogares para el año 2014 con las reglas fiscales respectivas de cada impuesto. A fin de identificar las categorías de gasto específicas que repercuten en la regresividad del IVA y el IEPS, primero, procedemos con la estimación de las curvas de progresividad para

cada año, y segundo, con la descomposición del enfoque analítico por categoría de gasto.

Debido a que el índice negativo de Kakwani se interpreta como la regresividad del impuesto, se observa en las tablas 4 y 5 que la regresividad del IEPS con respecto al IVA es tres veces mayor, con valores de –0.2091 y -0.0684, respectivamente en 2014. Las curvas de progresividad se muestran en la gráfica 8, donde observamos que en los percentiles de hogares que van del 20-80 por ciento recae la mayor regresividad del sistema IVA a nivel agregado.

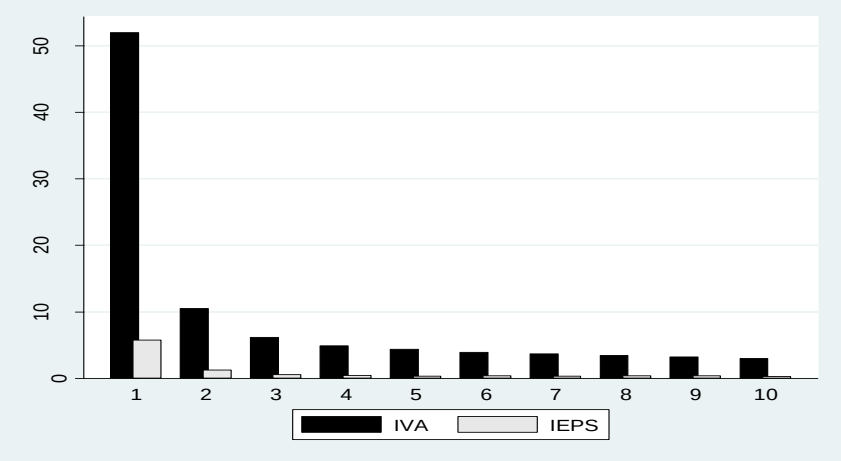
Asimismo, se observa que entre los impuestos indirectos y especiales del IEPS, para el año 2014 la carga de este último resultó ser superior, y domina en términos de bienestar para cualquier nivel de percentil de los hogares mexicanos.

**Gráfica 6.**
**Pagos de IVA y IEPS en México, 2014 (por deciles)**.




*Fuente: Elaboración propia con base en ENIGH, 2014*

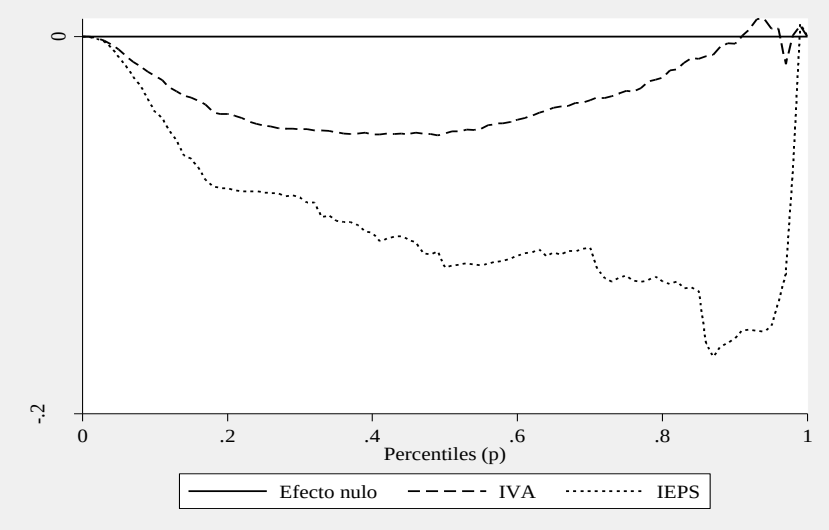
**Grafica 7.**
**Carga media del IVA y IEPS en México, 2014 (por deciles).**




*Fuente: Elaboración propia con base en ENIGH, 2014*

**Gráfica 8. Curvas de Progresividad del IVA y IEPS, México 2014.**

*Fuente:*




*Elaboración propia en base a ENIGH, 2014.*

En ese sentido, interesa identificar por ende, la contribución relativa de cada categoría del IVA a la regresividad total, para lo cual procedemos en mostrar los resultados con el enfoque analítico de la descomposición. Los resultados muestran que las categorías de cuidados de la salud, servicios del hogar y alimentos y bebidas presentan la mayor contribución relativa a la regresividad y los rubros de telecomunicaciones, ropa y calzado, alcohol y tabaco las que de forma relativa contribuyen en menor proporción a la regresividad total del IVA (ver tabla 4).

Los de mayor regresividad se representan con una contribución positiva, y son los rubros de servicios del hogar, cuidados de la salud, alimentos y bebidas, ropa y calzado, alcohol y tabaco, muebles y equipo registraron un aumento en las contribuciones relativas a la regresividad en el orden del 59.61, 50.48, 37.19, 20.67, 3.35, y 1.37 por ciento, respectivamente.

**Tabla 4: Progresividad del IVA: Descomposición por categoría de gasto (2014)**

| Categoría del IVA | Participación del Ingreso | Índice Gini | Índice de Concentración | Índice Kakwani | Cont. Absoluta (x 100) | Cont. Relativa (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Servicios del Hogar | 12.66 | 0.5819 | 0.2598 | -0.3221 | -0.0408 | 59.61 |
| Alimentos y Bebidas | 8.04 | 0.5819 | 0.2653 | -0.3166 | -0.0255 | 37.19 |
| Cuidados y Salud | 13.69 | 0.5819 | 0.3297 | -0.2522 | -0.0345 | 50.48 |
| Telecomunicaciones | 0.26 | 0.5819 | 0.4029 | -0.179 | -0.0005 | 0.69 |
| Alcohol y Tabaco | 1.31 | 0.5819 | 0.4068 | -0.1751 | -0.0023 | 3.35 |
| Ropa y Calzado | 11.85 | 0.5819 | 0.4626 | -0.1193 | -0.0141 | 20.67 |
| Muebles y Equipo | 2.89 | 0.5819 | 0.5494 | -0.0325 | -0.0009 | 1.37 |
| Recreación, entretenimiento y deportes | 2.14 | 0.5819 | 0.6373 | 0.0554 | 0.0012 | -1.73 |
| Restaurantes y relacionados | 10.65 | 0.5819 | 0.6428 | 0.0609 | 0.0065 | -9.5 |
| Educación | 27.01 | 0.5819 | 0.6714 | 0.0895 | 0.0242 | -35.37 |
| Transporte | 9.5 | 0.5819 | 0.7745 | 0.1926 | 0.0183 | -26.77 |
| Total | 100 | 0.5819 | 0.5135 | -0.0684 | -0.0684 | 100 |

* Los índices de Gini, de concentración y de contribución muestran un nivel de significancia por debajo de 0.05

*Fuente: Elaboración propia en base a ENIGH, 2014.*

Con respecto a las categorías de gasto que contrarrestan la regresividad general del IVA (es decir, las de mayor progresividad y se representan con una contribución negativa) son educación, transporte, restaurantes y relacionados, recreación, entretenimiento y deportes, cuyas contribuciones relativas a la progresividad disminuyeron para todos los casos en 35, 26, 9.5 y 1.73 por ciento, de forma respectiva.

De acuerdo con lo antes descrito, a pesar de que en 2014 las categorías de cuidados de la salud, servicios del hogar y telecomunicaciones denotaron una disminución significativa de sus contribuciones relativas a la regresividad, éstas no son suficientes para disminuir la regresividad total del IVA, por lo que en general la reforma fiscal 2014 solamente tendió a redistribuir las contribuciones relativas de las diferentes categorías del IVA sin representar un impacto favorable del impuesto en términos de progresividad.

Por otra parte, la reforma fiscal 2014 con respecto al IEPS también es regresiva, cuyo índice de Kakwani de -0.2091. En este caso, todas las categorías sujetas a dicho impuesto aportan a la regresividad, siendo las de alcohol y tabaco y alimentos y bebidas las de mayor contribución relativa (ver tabla 5). De lo anterior se observa que en el año 2014, las categorías de impuesto que son regresivas tanto en IVA como en IEPS son alcohol y tabaco, alimentos y bebidas, telecomunicaciones y cuidados de la salud.

**Tabla 5: Progresividad del IEPS:**
**Descomposición por categoría de gasto (2014)**

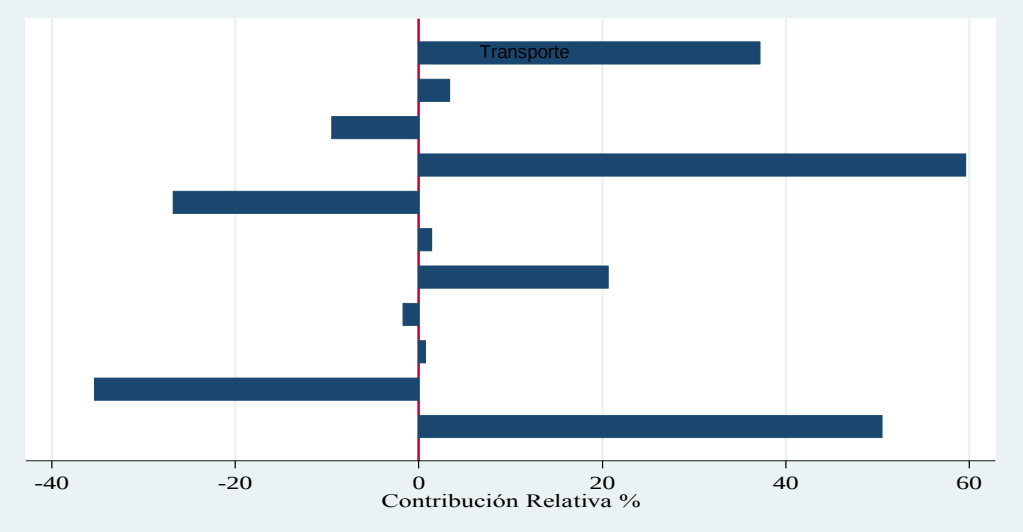
| Categoría del IEPS | Participación del Ingreso | Índice Gini | Índice de Concentración | Índice Kakwani | Cont. Absoluta (x 100) | Cont. Relativa (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Alimentos y Bebidas | 21.96 | 0.5819 | 0.2112 | -0.3707 | -0.0814 | 38.94 |
| Alcohol y Tabaco | 42.68 | 0.5819 | 0.3728 | -0.2091 | -0.0892 | 42.67 |
| Transporte | 31.7 | 0.5819 | 0.5251 | -0.0568 | -0.018 | 8.61 |
| Recreación, entrete-nimiento y deportes | 2.59 | 0.5819 | 0.1166 | -0.4653 | -0.0121 | 5.77 |
| Telecomunicaciones | 0.48 | 0.5819 | 0.0452 | -0.5367 | -0.0026 | 1.23 |
| Cuidados y Salud | 0.59 | 0.5819 | -0.4043 | -0.9862 | -0.0058 | 2.78 |
| Total | 100 | 0.5819 | 0.3728 | -0.2091 | -0.2091 | 100 |

***** Los índices de Gini, de concentración y de contribución muestran un nivel de significancia por debajo de 0.05 en alimentos y bebidas, alcohol y tabaco, transporte y telecomunicaciones

*Fuente: Elaboración propia en base a ENIGH, 2014.*

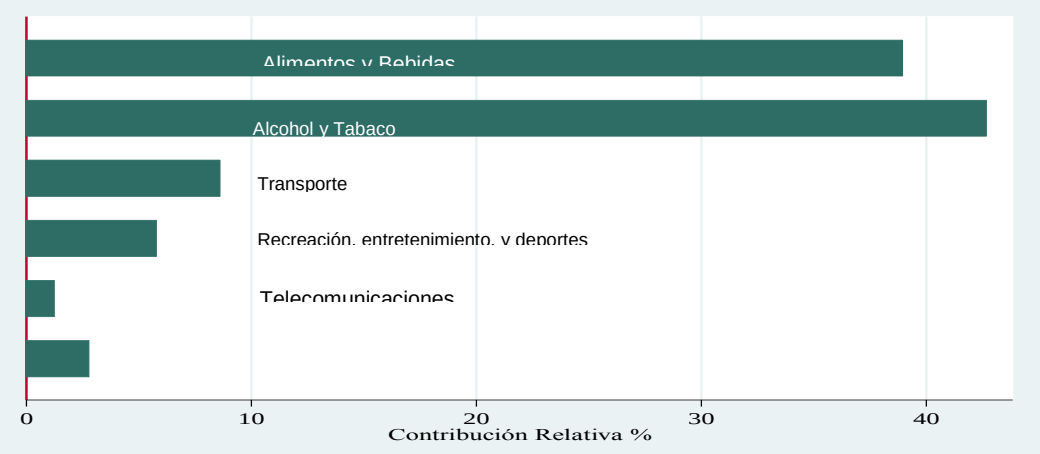
Las gráficas 9 y 10, muestran de manera visual el impacto de la regresividad y progresividad de los impuestos indirectos. Es fácil conocer cuales presentan margen de una posible reducción en el impuesto y cuales categorías o productos un margen de incremento, partiendo de la tasa general del 16 por ciento actual.

**Gráfica 9. Progresividad del IVA por categoría de gasto, México 2014.**




*Fuente: Elaboración propia en base a ENIGH, 2014.*

**Gráfica 10. Regresividad del IEPS por categoría de gasto, México 2014.**




*Fuente: Elaboración propia en base a ENIGH, 2014.*

Los bienes y servicios localizados a la derecha contribuyen en mayor medida a inducir la regresividad del IVA en la gráfica 9, y aquellos localizados a la izquierda contribuyen en mayor medida a los criterios de equidad en progresividad, y a su vez presentan un mayor margen de aumento en la tasa. Por ejemplo, restaurantes y relacionados, transporte y servicios educativos privados podrían soportar una tasa superior, lo cual nos indica que la tasa del 16 por ciento es adecuada o la misma, no distorsiona los efectos de trato justo a los contribuyentes, en este caso las familias.

Por otro lado, los servicios del hogar, tales como los pagos de energía eléctrica, gas y agua, los servicios de la salud, alimentos y bebidas (preparados fuera de casa) y ropa y calzado son los que a la tasa actual inducen una elevada regresividad y dicha tasa en términos normativos, sería alta para poder contribuir a mejorar la equidad en los pagos impositivos por este gravamen fiscal.

Por el lado del IEPS, la gráfica 10 muestra que hay una regresividad al localizarse los servicios analizados del lado derecho, y que los alimentos y bebidas así como el alcohol y el tabaco son los que más impactan a la regresividad. Le siguen el transporte, la recreación y los cuidados de la salud.

En este sentido, el IEPS versus el IVA no se contraponen, en la medida de que el IEPS ha buscado inducir un efecto de reducción en el consumo de estos bienes y productos, que en el caso de los alimentos preparados y el tabaco y alcohol producen externalidades negativas en la salud; sin embargo, este resultado en el estudio establece que las familias continúan consumiéndolos, independientemente del daño causado en un plazo considerable por obesidad, diabetes o cáncer por el caso del tabaco, problemas de salud que no han sido mitigados en el país, donde incluso, se ha presentado un aumento de la incidencia durante años recientes.

### *4.3. Efecto fiscal de los impuestos y la simulación en la recaudación.*

La cantidad total y la recaudación que ha permitido la reforma fiscal de 2014, se observa en términos de las figuras fiscales consideradas en este estudio, y el ISR ha logrado un aumento de hasta el 5,2 por ciento del PIB (0.4 puntos más con respecto a su nivel inicial) en su primer año de inicio. El IVA aumenta hasta 3.7 por ciento del PIB en su estado actual, pero podría tener un incremento pronunciado de hasta 8.3 puntos en términos del PIB.

Por último pero no menos importante, el IEPS incrementa su participación hasta en 1.2 puntos del PIB, debido a que las familias no redujeron su nivel de consumo como respuesta al alza en este tipo de impuesto y la carga en bebidas energéticas y los elaborados fuera de casa.

**Tabla 6. Simulaciones de los ingresos fiscales en México, 2014.**
**ENIGH y escenarios fiscales (Millones de pesos) ***

| *Tax* | *Situación inicial ex-ante* | *% of PIB* | *Simulación 2014*[1] | *% of PIB* | *Simulación con IVA 16%*[2] | *% of PIB* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *ISR* | 741,645.3 | 4.8 | 808,636.22 | 5.2 | 808,636.22 | 5.2 |
| *VAT* | 556,234.0 | 3.6 | 568,196.02 | 3.8 | 710,926.30 | 4.7 |
| *IEPS* | 160,791.2 | 0.7 | 169,556.13 | 1.1 | 182,250.18 | 1.2 |
| *Total* | 1,459,886.3 | 9.1 | 1,546,388.37 | 10.1 | 2,276,803.71 | 14.7 |

* El punto de partida que considera impuestos directos que suman un 4.8 por ciento y los indirectos por IVA y IEPS por un 3.6 por ciento del PIB.

[1] Reglas de 2014.

[2] IVA 16% (tasa general) en todos los bienes y servicios, sin exentos ni deducciones.

*Source: elaboración propia con la ENIGH, 2014*.

En la segunda simulación, el IVA aumenta los ingresos por 710,926.3 millones de pesos, que es una tasa de 31.4 por ciento con respecto a su nivel inicial, pero esta reforma implicará un menor efecto redistributivo. Esta cantidad es menor que el estimado por la SHCP (2014) por el orden de 809,441 millones de pesos para el ejercicio fiscal de 2014, bajo el supuesto de una estimación de IVA con una tasa general del 16 por ciento.

Aun con este escenario, parece ser el menos preferido en términos de bienestar, pero podría ser más saludable en términos de discurso normativo, es decir, el más preferido en términos de recaudación y una mejor asignación de progresividad entre los contribuyentes. Este último escenario es posible sea el que complique más su aplicación o el mejor utilizado por la élite política mexicana.

La segunda simulación reduciría el impacto sobre la desigualdad en casi 3 puntos y con el mejor impacto en los índices de progresividad de Kakwani. Precisamente, este último componente aumenta hasta representar 25.62 por ciento de los grupos de familias.

## II. Conclusiones.

Esta investigación desarrolla una revisión de literatura internacional y nacional para el caso de los efectos de la progresividad fiscal, y posteriormente implementa un teórico y empírico para el caso de las tres figuras tributarias más relevantes en México: el ISR, el IVA y el IEP en el año 2014. La propuesta es original y aplica una técnica de la descomposición analítica sobre el impacto desagregado en los impuestos.

Los resultados del trabajo indican que la reforma 2014 tendió a homologar la carga fiscal entre hombres y mujeres por concepto de pagos impositivos en niveles de ingresos superiores a 750 mil pesos anuales. Sin embargo, la carga de ISR se hace más pronunciada para los hombres cuando éstos son asalariados, y más pesada para las mujeres, cuando ellas son empresarias o dueñas de algún negocio, aun cuando se han reducido las brechas en las cargas fiscales respectivas entre ambos géneros.

Otra conclusión de relevancia, es que en el régimen de asalariados se observa un menor grado de progresividad a partir de los deciles 7 y 8, que son niveles de ingreso de clase media en el país, y que contrasta con resultados opuestos a lo que sucede en países como Canadá donde en dicha parte de la distribución la progresividad es mayor en los asalariados, y en cierta forma contribuyen con mayor carga fiscal y recaudación por ISR las personas morales y las empresas.

En el caso de los impuestos indirectos se observan que tienden a ser regresivos en el sistema fiscal mexicano en su conjunto. Se determina que la carga fiscal para los contribuyentes en el año 2014 fue superior e induce mayor regresividad, y los efectos que produce la reforma en el IVA e IEPS como al de las bebidas azucaradas y la comida no saludable se observan regresivos. El caso del IEPS aparece en general como regresivo.

Los impuestos indirectos aparecen con una reducida regresividad en el sistema fiscal mexicano en su conjunto, y con este estudio se puede discernir cuales son los bienes y servicios que la producen, además, se encontró que la regresividad del IEPS es tres veces mayor a la del IVA (-0.20 vs -0.06).

Se identifican los bienes y servicios que pueden recaudar más pero con el menor costo en términos redistributivos: transporte, educación y restaurantes y relacionados. Las categorías de bienes que inducen una reducción del IVA son: servicios del hogar, alimentos y bebidas, cuidados y salud. El mantener una tasa cero en alimentos, equivaldría hasta cuatro veces aumentar el presupuesto a Prospera.

De acuerdo con nuestros resultados, es de suma relevancia que las reformas fiscales vayan encaminadas en ampliar la base de contribuyentes para que exista un trato más justo a los individuos cautivos con registro formal, en la medida en que un mayor número de personas y familias contribuyan al pago de sus impuestos, y con un énfasis en la eliminación del trato preferencial y tasa cero en el IVA en alimentos y medicinas, se podrá contar con un sistema fiscal que recaude más y mejor incluso con tasas más bajas.

El escenario calculado en este estudio comprueba que lo anterior es factible en la medida en que pueda exentarse una canasta mínima de productos básicos, en la que los grupos de ingresos bajos puedan acceder sin impactar en sus finanzas familiares; simultáneamente, el estado mexicano podrá potenciar sus programas sociales con la mayor recaudación.

Esta metodología permitirá apoyar a las autoridades hacendarias en implementar un monitoreo para determinar con certeza cuales bienes y servicios pueden recaudar más pero con el menor costo en términos redistributivos para poder contar con mejores recomendaciones de una política fiscal en el país.

## II. Bibliografía

Araar, A. (2008) "Social classes, inequality and Redistributive policies in Canada", Cahier de recherché/Working paper08-17, CIRPÉE, Université Laval. August.

Araar, A. y Duclos, J.-Y. (2009), DASP: Distributive Analysis Stata Package, USER MANUAL, Version 2.3, Université Laval, PEP, CIRPÉE y Banco Mundial, Junio, P. 137.

Aronson, R., Johnson, P., y Lambert, P., 1994. Redistributive effect and unequal income tax treatment in the UK. *Economic Journal*, 104, pp. 262-270.

Atkinson, A. B. (1970), On the Measurement of Inequality", Journal of Economic Theory, 2, 244-63.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política Social (Coneval) 2015. Informe de evaluación de la política de desarrollo social en México 2015. Informe de evaluación 2015:1.

Davidson, R. y Duclos, J.-Y., 1997. Statistical Inference for the Measurement of the Incidence of Taxes and Transfers. *Econometrica*, 65, pp. 1453-1465.

Duclos, J.–Y. (1993) "Progressivity, redistribution and equity with the application to the British tax benefit system", Public Finance, Vol. 48(3), pp. 350-65.

Duclos, J.-Y. y Tabi, M., 1996. The measurement of progressivity, with an application to Canada. *The Canadian Journal of Economics*, 29 (Special Issue Part I), Canadian Economics Association, pp. s165-s170.

Duclos, J.–Y. y Araar, A., 2006. Measuring Progressivity and Vertical Equity. *Poverty and Equity. Measurement, Policy, and Estimation with DAD*, Springer, New-York – International Development Research Centre, Otawa, Can., pp.127–132.

Duclos, J.-Y., Makdissi, P., y Araar, A., 2014. Pro-poor indirect tax reforms, with an application to Mexico. *International Tax and Public Finance*, 21(1), pp. 87-118.

Flores, D., 2003. Un incremento en la tasa del IVA sobre alimentos: ¿eficiencia, equidad o recaudación? *Ensayos de Economía*, 23(2), pp. 1-14.

Gómez, M. A., 2004. Reforma fiscal y bienestar en la economía de México. *Economía Mexicana, Nueva Época*, XIII(2), pp. 161-189.

Huesca, L. y A. Araar (2014) "Progressivity of taxes and transfers: The Mexican case 2012", Cahier de Reherche/Working Papers, 14-07, CIRPÉE, Université Laval, Febrero, pp. 2–23.

Huesca, L. y Serrano, A., 2005. Impacto Fiscal Re-distributivo Desagregado del Impuesto al Valor Agregado en México: Vías de reforma. *Investigación Económica*, LXIV (253), julio-septiembre, UNAM, México, pp. 89-122.

Huesca, L. y Araar, A., 2014. Progressivity of Taxes and Transfers: the Mexican Case 2012 [Working Paper 14-07] *CIRPÉE Université Laval*, Quebec.

Huesca, L., y Araar, A., 2016. Comparison of the fiscal system progressivity over time: Theory and application in Mexico. *Estudios Económicos*, El Colegio de México, 31(1), pp. 3-45.

INEGI, 2015. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, 2014. –ENIGH-, INEGI, México, Bases de datos.

Jaramillo, C., y Tovar, J., 2008. El impacto del Impuesto al Valor Agregado sobre el gasto en Colombia, *Lecturas en Economía* (68), Universidad de Antioquia, Colombia, pp. 69-93.

Joumard, I., Pisu, M. y Bloch, D., 2012. Less income inequality and more growth – are they compatible? Part. 3. Income redistribution via taxes and transfers across OECD Countries. OECD Economics Department Working Paper, No. 926, OECD Publishing, Paris. DOI: http://dx.doi.org/10.1787/5k9h296b1zjf-en

Kakwani, N. (1977), "Measurement of tax progressivity: An international comparison", The Economic Journal, 87, pp. 71-80.

Lambert, P., y Ramos, X., 1997. Horizontal Inequity and Vertical Redistribution, *International Tax and Public Finance*, 4(1), pp. 25-37.

Lambert, P. y Ramos, X. (2002) "Welfare Comparisons: Sequential procedures for Heterogeneous populations", *Economica*, núm. 69, pp. 549-562.

Liu, P.-W. (1985) "Lorenz domination and global tax progressivity", The Canadian Journal of Economics, Vol 18, núm. 2, Mayo, pp. 395-399.

Lustig, N., Amabile, F., Bucheli, M., Gray-Molina, G., Higgins, S., Jaramillo, M., Jimenez-Pozo, W., Paz-Arauco, V., Pereira, C., Pessino, C., y Rossi, M., 2013. The Impact of Taxes and Social Spending on Inequality in Argentina, Bolivia, Brazil, Mexico, Peru and Uruguay: An Overview, [Working Papers 1316] Tulane University, Department of Economics.

Lustig, N., C. Pessino, and J. Scott. 2014. The impact of taxes and social spending on inequality and poverty in Argentina, Bolivia, Brazil, Mexico, Peru, and Uruguay: Introduction to the special issue, Public Finance Review, 42: 287-303.

Manresa, C. y Beremguer, E. (1996) "Progresividad y redistribución de los impuestos en España, 1990-1991", Papeles de Economía Española, 69, pp. 145-59.

Musgrave, R. (1990) "Horizontal Equity, Once More" National Tax Journal, Vol. 43, no. 2, pp. 113-122.

Musgrave, R. (2001) Fiscal Tasks. En: *Public Finance and Public Choice: Two Contrasting Visions of the State*, James Buchanan y Richard A. Musgrave, Cuarta impression, Massachusetts institute of Technology, pp. 63-82.

OCDE, 2005. *Taxing Working Families a Distributional Analysis*, OECD Tax Policy Study No. 12, OECD Publishing, Paris. DOI: http://dx.doi.org/10.1787/9789264013216-en

Paturot, D., Mellbye, K. y Brys, B., 2013. Average Personal Income Tax Rate and Tax Wedge Progression in OECD Countries. OECD Taxation Working Papers, No. 15, OECD Publishing, Paris. DOI: http://dx.doi.org/10.1787/5k4c0vhzsq8v-en

Pechman, J. A. y Okner, B. (1974) Who Bears the Tax Burden? Brookings Institution, Washington, D.C.

Pechman, J. A., 1985. *Who pays the taxes, 1966-1985? Studies of Government Finance*. 2nd Series, Brookings Institution, Washington, D.C..

Reynolds, M. y Smolensky, E., 1977. Public Expenditure, Taxes and the Distribution of Income: The United States. 1950, 1961, 1970. *Academic Press*, New York.

Perrote, I., Rodríguez, J.G. and Salas, R., 2001. Una descomposición no paramética de la redistribución en sus componentes vertical y horizontal: una aplicación al IRPF [Working Paper 11/02], *Instituto de Estudios Fiscales*, Madrid.

PNUD, 2010. *Informe regional sobre desarrollo humano para América Latina y el Caribe: Actuar sobre el futuro: romper la transmisión intergeneracional de la desigualdad*. 1ª Edición. San José Costa Rica: Editorama, S.A.

Robles, A., Huesca, L. y Camberos, M., 2015. Incidencia del Sistema Fiscal en México 2002–2012. *Economía Informa*, (390), pp. 3-27.

Servicio de Administración Tributaria, SAT (2015). Cifras SAT, Padrón por tipo de contribuyente [En línea]. Disponible en:
http://www.sat.gob.mx/cifras_sat/Paginas/datos/vinculo.html?page=giipTipCon.html,
[Extraído el 4 de marzo de 2015].

SHCP, 2014. *Ingresos Presupuestarios.* [online] Cuenta Pública 2014. Tomo I. Disponible en: http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad_gubernamental/Paginas/cuenta_publica.aspx [Consulta 12/10/15].

SHCP, 2015. *Distribución del pago de impuestos y recepción del gasto público por deciles de hogares y personas. Resultados para el año de 2012*. México, D.F.: Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Informes Gubernamentales.

Scott, J., 2014. Redistributive impact and efficiency of Mexico's fiscal system. *Public Finance Review*, 42(3), pp. 368-390.

Shorrocks, Anthony F. (1983), "Ranking income distributions", Economica, 50, pp. 1-17.

Valero-Gil, J., 2002. La Distribución de los Bienes en México, Problemas del Desarrollo, *Revista Latinoamericana de Economía*, 33 (130), UNAM, México, pp. 7-34.

Valero-Gil, J., 2006. Estimación de elasticidades e impuestos óptimos a los bienes más consumidos en México. *Estudios Económicos*, 21(002), pp. 127-176.

Vargas, C., 2010. ¿Es redistributivo el sistema fiscal en México? La experiencia de 1984-2002. *Estudios Sociales*, 18 (35), CIAD, Hermosillo, pp. 54-97.

# ANEXOS

## Estadísticos básicos de las bases de datos y construcción del sistema fiscal en México

**Tabla A1. Base de datos por fuentes de ingreso en el Impuesto sobre la Renta, México 2014.**

| Variable | Obs. | Expandida | Media | Desv. Std. | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Total Asalariados** | | | | | | |
| X | 16310 | 26,865,909 | 7720.11 | 15510.87 | 8.306479 | 601322.8 |
| N | 16310 | 26,865,909 | 7174.773 | 13238.92 | 8.15 | 394809.8 |
| Cuotas seguro soc. | 16310 | 26,865,909 | 181.0043 | 790.1347 | 0 | 81197.98 |
| Trasferencias (B) | 16310 | 26,865,909 | 66.7259 | 687.7839 | 0 | 48913.04 |
| Pensiones | 16310 | 26,865,909 | 36.67841 | 589.7052 | 0 | 48913.04 |
| ISR asalariados | 16310 | 26,865,909 | 402.8927 | 1906.896 | 0.15648 | 51752.96 |
| **Hombres** | | | | | | |
| X | 8507 | 14,043,874 | 7734.121 | 14765.77 | 8.306479 | 601322.8 |
| N | 8507 | 14,043,874 | 7190.557 | 12713.62 | 8.15 | 394809.8 |
| Cuotas seguro soc. | 8507 | 14,043,874 | 175.8295 | 649.5508 | 0 | 80362.38 |
| Trasferencias (B) | 8507 | 14,043,874 | 59.83349 | 607.8569 | 0 | 18684.78 |
| Pensiones | 8507 | 14,043,874 | 28.22532 | 417.81 | 0 | 18684.78 |
| ISR asalariados | 8507 | 14,043,874 | 406.369 | 1766.424 | 0.15648 | 51752.96 |
| **Mujeres** | | | | | | |
| X | 7773 | 12,772,078 | 7728.152 | 16316.09 | 8.306479 | 573051.8 |
| N | 7773 | 12,772,078 | 7178.268 | 13814.76 | 8.15 | 386869.6 |
| Cuotas seguro soc. | 7773 | 12,772,078 | 187.3391 | 921.5234 | 0 | 81197.98 |
| Trasferencias (B) | 7773 | 12,772,078 | 73.92393 | 767.0216 | 0 | 48913.04 |
| Pensiones | 7773 | 12,772,078 | 46.11669 | 734.4515 | 0 | 48913.04 |
| ISR asalariados | 7773 | 12,772,078 | 400.5332 | 2053.719 | 0.15648 | 51752.96 |
| **Total Empresarial** | | | | | | |
| X | 3208 | 5,491,937 | 11220.77 | 54149.29 | 4.510981 | 2143694 |
| N | 3208 | 5,491,937 | 9365.39 | 35693.13 | 3.26 | 1355984 |
| Cuotas seguro soc. | 3208 | 5,491,937 | 352.8612 | 1580.014 | 0 | 80362.38 |
| Trasferencias (B) | 3208 | 5,491,937 | 127.7548 | 1039.907 | 0 | 24456.52 |
| Pensiones | 3208 | 5,491,937 | 114.5252 | 1032.299 | 0 | 24456.52 |
| ISR empresarial | 3208 | 5,491,937 | 1217.421 | 17354.46 | 0.004672 | 735445.1 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hombres** | | | | | | |
| X | 1641 | 2,798,138 | 13210.39 | 73362.56 | 4.510981 | 2143694 |
| N | 1641 | 2,798,138 | 10733.79 | 47876.07 | 3.26 | 1355984 |
| Cuotas seguro soc. | 1641 | 2,798,138 | 408.776 | 2124.123 | 0 | 80362.38 |
| Trasferencias (B) | 1641 | 2,798,138 | 112.5323 | 954.3013 | 0 | 15652.17 |
| Pensiones | 1641 | 2,798,138 | 98.63112 | 946.113 | 0 | 15652.17 |
| ISR empresarial | 1641 | 2,798,138 | 1640.765 | 23802.98 | 0.035968 | 735445.1 |
| *(Continúa tabla A.1.)* | | | | | | |
| **Mujeres** | | | | | | |
| X | 1566 | 2,693,156 | 9154.326 | 19514.78 | 4.584717 | 874954.8 |
| N | 1566 | 2,693,156 | 7944.06 | 14605.13 | 8.196667 | 577718 |
| Cuotas seguro soc. | 1566 | 2,693,156 | 294.7767 | 630.8074 | 0 | 21332.03 |
| Trasferencias (B) | 1566 | 2,693,156 | 143.6011 | 1122.156 | 0 | 24456.52 |
| Pensiones | 1566 | 2,693,156 | 131.0662 | 1114.988 | 0 | 24456.52 |
| ISR empresarial | 1566 | 2,693,156 | 777.8618 | 5030.127 | 0.004672 | 275904.7 |
| **Total inversiones** | | | | | | |
| X | 3102 | 4,584,130 | 6488.582 | 17982.09 | 0.8289493 | 601322.8 |
| N | 3102 | 4,584,130 | 6043.6 | 13745.17 | 0.8133333 | 394809.8 |
| Cuotas seguro soc. | 3102 | 4,584,130 | 374.5592 | 2148.454 | 0 | 81197.98 |
| Trasferencias (B) | 3102 | 4,584,130 | 345.9319 | 2900.867 | 0 | 110869.6 |
| Pensiones | 3102 | 4,584,130 | 213.9854 | 1756.729 | 0 | 37663.04 |
| ISR inversiones | 3102 | 4,584,130 | 209.7869 | 3023.848 | 0.015616 | 125692.6 |
| **Hombres** | | | | | | |
| X | 1531 | 2,203,983 | 6667.345 | 15618.6 | 0.8289493 | 601322.8 |
| N | 1531 | 2,203,983 | 6288.57 | 12978 | 0.8133333 | 394809.8 |
| Cuotas seguro soc. | 1531 | 2,203,983 | 346.903 | 1648.953 | 0 | 80362.38 |
| Trasferencias (B) | 1531 | 2,203,983 | 378.7753 | 3718.204 | 0 | 110869.6 |
| Pensiones | 1531 | 2,203,983 | 198.6961 | 1679.27 | 0 | 27391.3 |
| ISR inversiones | 1531 | 2,203,983 | 166.3618 | 2137.312 | 0.015616 | 123527.3 |
| **Mujeres** | | | | | | |
| X | 1567 | 2,372,004 | 6341.389 | 19957.39 | 0.998816 | 573051.8 |
| N | 1567 | 2,372,004 | 5833.472 | 14441.36 | 0.98 | 366132.6 |
| Cuotas seguro soc. | 1567 | 2,372,004 | 401.4757 | 2528.859 | 0 | 81197.98 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Trasferencias (B) | 1567 | 2,372,004 | 316.6026 | 1849.373 | 0 | 37663.04 |
| Pensiones | 1567 | 2,372,004 | 228.9264 | 1829.02 | 0 | 37663.04 |
| ISR inversiones | 1567 | 2,372,004 | 250.834 | 3664.5 | 0.018752 | 125692.6 |

*Fuente: Elaboración propia con la clasificación en fuentes administrativas de SHCP y de la ENIGH, 2014.*

**Tabla A2. Base de datos fiscal en el Impuestoal Valor Agregado e Impuestos Especiales (IEPS), México 2014.**

| **Variables** | Obs | Expandida | Media | Desv. Std. | Min | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|
| X | 19,104 | 31,094,282 | 4219.189 | 10035.5 | 0 | 693629.8 |
| N | 19,104 | 31,094,282 | 4183.656 | 7920.639 | 0 | 458075.7 |
| T | 19,104 | 31,094,282 | 410.6184 | 2305.378 | 0 | 206259.7 |
| Cuotas seguro soc. | 19,104 | 31,094,282 | 86.31686 | 603.5718 | 0 | 88819.38 |
| Trasferencias (B) | 19,104 | 31,094,282 | 116.223 | 406.2902 | 0 | 18846.55 |
| Pensiones | 19,104 | 31,094,282 | 345.1795 | 1864.648 | 0 | 55348.01 |
| **Figuras fiscales** | | | | | | |
| ISR | 19,104 | 31,094,282 | 246.5108 | 2155.8 | 0 | 198404 |
| IVA | 19,479 | 31,671,002 | 147.5437 | 297.9118 | 0 | 10163.42 |
| IEPS | 19,479 | 31,671,002 | 15.82601 | 63.72404 | 0 | 2960.857 |

*Fuente: Elaboración propia con la clasificación en fuentes administrativas de SHCP y de la ENIGH, 2014.*

**Tabla A3. Construcción del ingreso bruto personal para simulación del ISR.**

| **Impuestos** [a] | Indicadores |
|---|---|
| ISR | -Impuesto directo al ingreso (Tramos y cuotas respectivas en 2012 y 2014) |
| VAT | -Impuesto al Valor Agregado |
| IEPS | -Impuesto Especial al Consumo |
| Contribuciones a la seguridad social del empleador | -Por Seguro Social<br>-Para Pensiones contributivas<br>-Para vivienda (Infonavit, Issste, y otros esquemas públicos para compra de vivienda) |
| Contribuciones de seguridad social de los empleados | - Por Seguro Social<br>-Para Pensiones contributivas<br>-Para vivienda (Infonavit, Issste, y otros esquemas públicos para compra de vivienda) |
| **Transferencias** [b] | |
| Focalizadas condicionadas | -Oportunidades<br>-70 y más y pensión no contributiva<br>-Programa de Apoyo Alimentario (PAL)<br>-Becas públicas<br>-Procampo<br>-Programa de Empleo temporal |
| No focalizadas | -Pensiones (No incluidas en beneficios, pero incluidas en el ingreso neto)<br>-Otros (Transferencias de fuentes desconocidas en la encuesta) |

*Notas:* [a] *Obtenidos mediante el uso de métodos de simulación imputados.*

[b] *Obtenidos mediante el uso de métodos directos de identificación.*

*Fuente: Elaboración propia con la clasificación en fuentes administrativas de SHCP y de la ENIGH, 2014.*

# *Mención Honorifica*

## *Las Reglas Fiscales y las Finanzas Públicas: El Caso Mexicano 2000-2030**

Lic. Ismael Hernández García**

* El presente trabajo fue ganador de Mención Honorífica del Premio Nacional de Finanzas Públicas 2016, convocado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP), de la H. Cámara de Diputados.

** Licenciatura en Economía por el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM))

**Sumario**

En los últimos 20 años, México ha instrumentado una política fiscal que ha funcionado bien para disciplinar el ejercicio de las finanzas públicas y formar un consenso a favor de la estabilidad fiscal. Sin embargo, a pesar de los grandes logros alcanzados, hasta el 2013, las reglas fiscales implementadas no han cumplido su fin último: anclar a las finanzas públicas para una trayectoria estable y sostenible en el mediano y largo plazo.

En consecuencia, en 2013, se modificó la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria para avanzar hacia una regla de balance estructural implícita que está diseñada para cumplir este objetivo.

Este trabajo realiza una descripción analítica de la historia reciente de las finanzas públicas y hace simulaciones del impacto que la nueva regla fiscal tendrá sobre la posición fiscal de México, comparándola con otros diseños de política fiscal. Los resultados del análisis muestran cuatro resultados principales. (1) Del 2000 al 2008, los ingresos y el gasto presentaron tasas de crecimiento similares.

Sin embargo, del 2009 al 2015, el gasto ha crecido a una tasa anual promedio cercana al doble a la que ha registrado el crecimiento de los ingresos, lo que ha resultado en un déficit presupuestario estructural que conlleva una trayectoria de deuda insostenible en el largo plazo. (2) Asimismo, se encuentran problemas de la regla fiscal que estuvo vigente hasta el 2013 que anteriormente no habían sido identificados con precisión. (3) Se demuestra que ante distintos escenarios económicos, la nueva regla fiscal de balance estructural implícita fija una trayectoria estable y sostenible de las finanzas públicas mexicanas en el mediano y largo plazo. (4)

Por último, una evaluación hacia atrás de la nueva regla sugiere que de haberse implementado desde el 2000, el monto total de deuda de México representaría de 32 por ciento del PIB, 34 por ciento menor que el nivel de deuda que se tiene actualmente.

## 1. Introducción.

El escenario actual de estabilidad fiscal y finanzas públicas sanas es resultado de un proceso de maduración de la política fiscal mexicana que no ha concluido. Durante la historia moderna de México, el marco fiscal mexicano ha sufrido diversas modificaciones, lo que ha llevado a tener una política fiscal que si bien no ha sido la más eficaz, ha ido evolucionando en la dirección correcta. En el último cuarto del siglo XX, México experimentó dos crisis fiscales (1982 y 1995), a partir de las cuales se aprendió que un manejo prudente de la política fiscal trae mayores beneficios que costos.
Así, se ha disciplinado el ejercicio de las finanzas públicas y se ha desarrollado un consenso público a favor de la estabilidad fiscal.

Sin embargo, en los últimos años, las finanzas públicas mexicanas han registrado algunas fallas o dinámicas deficientes que estamos a tiempo de atender. Del 2009 a la fecha, diversos factores han afectado la dinámica de crecimiento de los ingresos y el gasto público, que a su vez han resultado en un deterioro de la posición fiscal del país.

Lo anterior se ha traducido en un aumento del déficit presupuestario del sector público que, de no revertirse, podría representar un problema en el mediano plazo. En consecuencia y para atender los problemas de las finanzas públicas, el Gobierno de la República y el H. Congreso de la Unión, en el marco de la reforma fiscal de 2013, modificaron la regla fiscal mexicana[56] para transitar a una regla de balance estructural implícita[57].

Las reglas fiscales tienen como objetivo corregir los incentivos distorsionantes en la formulación de políticas públicas y su incidencia en los resultados fiscales. Las reglas buscan corregir la miopía que surge de las preocupaciones sobre las perspectivas electorales o políticas de diversos participantes que no toman en cuenta los costos a largo plazo. También, las reglas fiscales, tienen como objetivo resolver el problema de bien público que ocurre cuando grupos

56 Contenida en la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH)

57 Se conoce como “impl cita” por replicar los beneficios de una regla de balance estructural (expl cita) como en el caso de Chile. El 2015 fue el primer ano de implementacion de todos los componentes de la nueva regla fiscal.

con intereses particulares no internalizan el impacto presupuestario total de sus demandas

En general, la evidencia sugiere que, si bien las reglas fiscales podrían servir como una tecnología de compromiso útil para contrarrestar la inconsistencia temporal y distorsiones políticas, no conducen automáticamente al control presupuestario. Su efectividad depende de un diseño adecuado, de la correcta implementación de la regla, de la presencia de un marco institucional de soporte, y de la existencia de un amplio consenso público y social sobre los objetivos fiscales.

En México, la actual regla fiscal, derivada de la reforma fiscal de 2013, está diseñada para mejorar la posición fiscal en el tiempo y generar ahorro cuando la actividad económica crezca por arriba de su potencial, limitando el crecimiento del gasto y anclando las finanzas públicas mexicanas en una trayectoria sostenible en el tiempo. Sin embargo, la nueva regla de balance estructural implícita presenta ciertos retos en su implementación que deben ser considerados. Adicionalmente, la permanente disminución en la plataforma de producción de la mezcla mexicana de petróleo y la reciente caída en el precio internacional de los petrolíferos, desde el 2005 y finales de 2014 respectivamente, son una presión adicional para las finanzas públicas y representan un desafío significativo para la estabilidad financiera de México.

El objetivo de la presente tesis es hacer una descripción analítica de la historia reciente de las finanzas públicas y estimar el impacto que la nueva regla fiscal tendrá sobre la posición fiscal de México, comparándola con otros diseños de política fiscal. De igual manera, se simula lo que hubiera pasado con las principales variables fiscales si la regla de balance estructural implícita actual hubiera estado vigente desde el 2000.

El estudio de la historia las finanzas públicas mexicanas no sólo es útil para dar un preámbulo al análisis de las reglas fiscales en México, sino que pretende brindar coherencia y claridad a lo que ha ocurrido con las finanzas públicas mexicanas en los últimos 15 años.

El presente estudio desarrolla cuatro resultados principales. El análisis descriptivo de las finanzas públicas revela que del 2000 al 2008, los ingresos y el gasto presentaron tasas de crecimiento similares. Sin embargo, del 2009 a la fecha, el gasto ha crecido a una tasa anual promedio cercana al doble a la que ha registrado el crecimiento de los ingresos, lo que ha resultado en un déficit presupuestario estructural que conlleva una trayectoria de deuda insostenible en el largo plazo.

Como resultado de la evaluación de la regla fiscal anterior, se encuentran nuevos problemas que anteriormente no habían sido identificados con precisión. Hasta la reforma fiscal de 2013, la política fiscal mexicana presentó las siguientes deficiencias: (1) fue a menudo procíclica; (2) provocó un equilibrio político en el que para cumplir con la regla de balance en el Congreso se utilizaban prácticas presupuestales inadecuadas; (3) generó complacencia al pensar que se tenían presupuestos balanceados con una definición de balance presupuestal poco transparente, y (4) mermó la capacidad de ahorro de los fondos de estabilización.

Asimismo, las comparaciones de las simulaciones de las distintas reglas fiscales, muestra que ante distintos escenarios económicos, la nueva regla fiscal de balance estructural implícita fija una trayectoria estable y sostenible de las finanzas públicas mexicanas en el mediano y largo plazo. Además se compara positivamente contra otros diseños fiscales utilizados anteriormente.

Por último, la evaluación hacia atrás de la regla de balance estructural implícita sugiere que de haberse implementado esta regla desde el 2000, el monto total de deuda de México representaría el 32 por ciento del PIB al cierre de 2015, 34 por ciento menos que el nivel de deuda que se tiene actualmente (47.6 por ciento del PIB).

Este trabajo está organizado de la siguiente manera. El capítulo 2 ofrece un estudio minucioso de la evolución reciente de las finanzas públicas en México. La sección 3 caracteriza los diferentes tipos de reglas fiscales, estudia el marco regulatorio en México, presenta los problemas de la regla fiscal que estuvo vigente hasta 2013 y describe el diseño de la nueva regla fiscal. El capítulo 4 presenta el marco metodológico detrás de las simulaciones hacia adelante, se

describen los distintos escenarios utilizados y presenta los resultados de las simulaciones de diseños alternativos de política fiscal. El capítulo 5 concluye.

## 2. Evolución de las Finanzas Públicas en México 2000-2015.

En el último cuarto del siglo XX, México experimentó dos crisis fiscales importantes (1982 y 1995), a partir de las cuales se aprendió que un manejo prudente de la política fiscal puede traer mayores beneficios que costos[58]. Así, se fue construyendo un consenso que actualmente pone a la estabilidad fiscal en el centro de la política económica del país.

Desde la crisis económica de 1995 en México, la consolidación fiscal y el manejo prudente de la deuda han definido la política fiscal. Los esfuerzos por contener el gasto público y aumentar los ingresos del sector público han sido un objetivo constante. Sorprende la gran coincidencia que existe entre los partidos políticos mexicanos de distintas tendencias políticas en mantener la consolidación fiscal como un objetivo común[59]. No obstante, del 2009 a la fecha, diversos factores han afectado la dinámica de crecimiento de los ingresos y el gasto público, que a su vez han resultado en un deterioro de la posición fiscal del país. Lo anterior se ha traducido en un aumento del déficit presupuestario del sector público que, de no revertirse, podría representar un problema en el mediano plazo.

Adicionalmente, la permanente disminución en la plataforma de producción de la mezcla mexicana de petróleo y la reciente caída en el precio internacional de los petrolíferos, desde el 2005 y finales de 2014 respectivamente, son una presión adicional para las finanzas públicas y representan un reto significativo para la estabilidad financiera de México.

58 El mayor costo de una pol tica fiscal prudente puede ser un menor crecimiento economico en el corto plazo.

59 Por ejemplo, en octubre de 2013, en el marco de la aprobacion de la reforma fiscal y del paquete economico 2014, se aprobo un mayor deficit publico que fue fuertemente criticado tanto por legisladores del Partido Accion Nacional (PAN, el partido de derecha en Mexico), como del Partido de la Revolucion Democratica (PRD, el partido de izquierda).

## 2.1 Evolución de los Ingresos Públicos en México.

En esta sección, se describe la evolución de los ingresos del sector público mexicano del 2000 a la fecha, para lo cual, la sección está divida en tres apartados: ingresos tributarios, ingresos petroleros e ingresos totales.

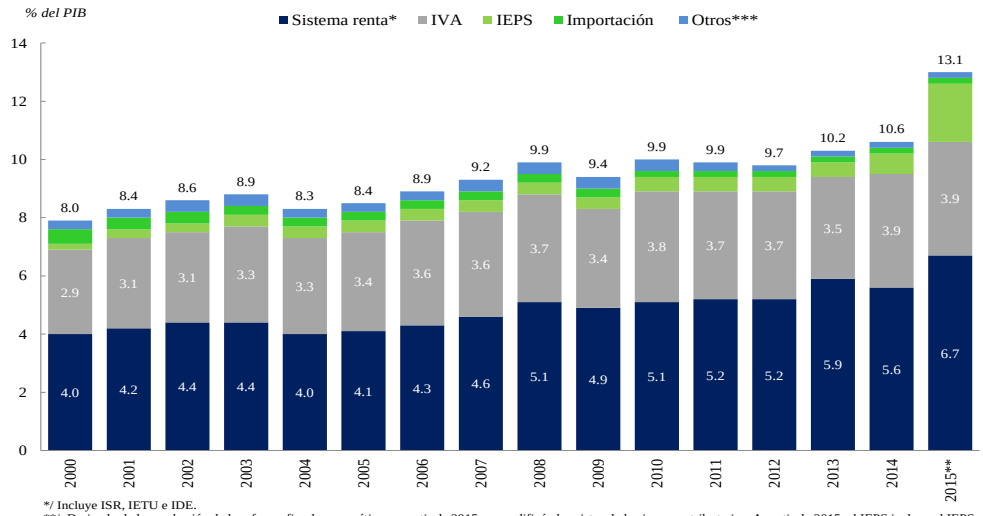
### *2.1.1 Ingresos Tributarios.*

Desde 2002, ha habido varios intentos de reformas fiscales que buscan aumentar la recaudación de ingresos tributarios para disminuir la dependencia del gobierno a los ingresos petroleros. Sin embargo, en la mayoría de los casos, no han logrado aumentar significativamente los ingresos tributarios debido a la falta de apoyo para derogar tratamientos preferenciales del Impuesto al Valor Agregado (IVA), y la dificultad de ampliar la base tributaria.

Como resultado y como lo sugiere la gráfica 2.1, los ingresos tributarios no petroleros han convergido apenas a alrededor del 10 por ciento del PIB en la última década y el IVA no ha recaudado más ingresos, a pesar del incremento en su tasa en el 2010 (de 15 a 16 por ciento, y de 10 a 11 por ciento en la frontera). Este nivel de recaudación tributaria es muy bajo a nivel internacional: el promedio de ingresos tributarios de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) ascendió a 34 por ciento del PIB en 2014, mientras que el promedio de Latinoamérica y el Caribe fue de 21 por ciento del PIB en 2013 (OCDE, 2016).

**Gráfica 2.1 Ingresos Tributarios No Petroleros 2000-2015**

*Porcentaje del PIB*




*/ Incluye ISR, IETU e IDE.
**/ Derivado de la aprobación de la reforma fiscal y energética , a partir de 2015, se modificó el registro de los ingresos tributarios. A partir de 2015, el IEPS incluye el IEPS de gasolinas y diesel.
***/ Incluye ingresos por importaciones, tenencia, automóviles nuevos, accesorios y otros no comprendidos en las fracciones anteriores.
Fuente: SHCP.

Los ingresos tributarios no petroleros, es decir, aquellos que provienen de impuestos, han representado alrededor del 44 por ciento de los ingresos presupuestarios totales en los últimos 15 años, lo que significa un potencial riesgo para las finanzas públicas, ya que el resto de la recaudación depende de factores externos (por ejemplo del precio internacional de los hidrocarburos y del tipo de cambio), fuentes no renovables o no recurrentes y poco predecibles o inconstantes. No obstante, en 2013 se logró un importante consenso político para aprobar una reforma fiscal que fortalece el marco recaudatorio del país. Los cambios tributarios incluyeron la homologación del IVA en la zona fronteriza del país, impuestos a bebidas azucaradas y comida de alta densidad calórica, así como un nuevo régimen para pequeños contribuyentes (Régimen de Incorporación Fiscal, RIF) y un Impuesto sobre la Renta (ISR) más progresivo, principalmente.

Por su parte, en el marco de la reforma energética aprobada en 2014, se cambió la personalidad jurídica de Petróleos Mexicanos (Pemex), dejando de ser una empresa bajo control presupuestario directo del Gobierno Federal para convertirse en una Empresa Productiva del Estado (EPE). Lo anterior derivó en cambios en el régimen de tributación y registros de los ingresos de Pemex. Destaca la modificación en el registro del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) de gasolinas y diésel que anteriormente se registraba como ingreso petrolero y que a partir de 2015 se registra como un ingreso tributario.

En 2015, el primer año de la implementación de todos los componentes la reforma fiscal, los ingresos tributarios registraron un crecimiento real anual de 27.2 por ciento con respecto al año anterior y representaron el 13.1 por ciento del PIB (gráfica 2.1). Sin embargo, el aumento de los ingresos tributarios en 2015 se responde, en parte, a medidas con efectos de una sola vez, como la eliminación del régimen de consolidación y las mejoras administrativas en el proceso de retención del ISR a los empleados públicos, por lo que una parte de los recursos son de naturaleza no recurrente (SHCP, 2016). Aunado a esto, el importante aumento de la recaudación tributaria se explica por una mayor recaudación del IEPS de gasolinas (que ahora se registra como ingreso tributario) derivada del diferencial que existe entre el menor precio de importación y un precio mayor para el consumo nacional de gasolinas[60].

Este diferencial es un amortiguador natural de los ingresos del sector público, ya que ante caídas en el precio internacional del petróleo, la mayor recaudación por IEPS de gasolinas contribuye a compensar parcialmente la disminución en los ingresos petroleros[61]. En 2015, el IEPS de gasolinas y diésel representó el 1.2 por ciento del PIB, por lo que los ingresos tributarios sin el IEPS de gasolinas fueron de 11.8 por ciento del PIB. Se estima que los ingresos tributarios representen 12.6 por ciento del PIB en 2016[62].

60 Para 2015, el Gobierno Federal establecio pecios maximos fijos de las gasolinas en Mexico (Magna: 13.57 pesos por litro; Premium: 14.38 pesos por litro; Diesel: 14.20 pesos por litro).

61 Una depreciacion en el tipo de cambio puede disminuir o anular este amortiguador.

62 Estimaciones de la SHCP en los Criterios Generales de Pol tica Economica (CGPE) 2016.

Por su parte, derivado de la reforma fiscal de 2013, el Servicio de Administración Tributaria (SAT) observó un aumento de casi 10 millones de contribuyentes pasando de 41.7 millones en 2013 a 51.6 millones de contribuyentes en 2015, lo que representó un aumento de 23 por ciento en este periodo[63].

*2.1.2 Ingresos Petroleros.*

Los altos precios internacionales del petróleo observados hasta 2013, permitieron un crecimiento de los ingresos petroleros, a pesar de una disminución permanente en la plataforma de producción. Sin embargo, en 2014 y 2015, los ingresos petroleros estuvieron afectados por dos factores: (1) una menor plataforma de producción y (2) un menor precio de exportación de la mezcla mexicana de petróleo, lo que llevó a un deterioro de dichos ingresos. Se prevé que esta situación podría persistir en 2016 y hacia adelante.

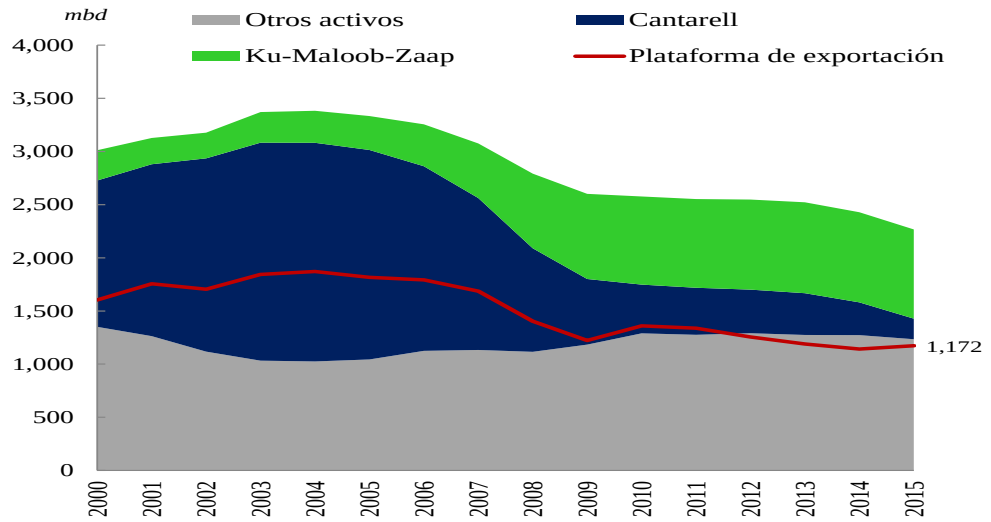
Desde 2005, la plataforma de producción de la mezcla mexicana ha mostrado una tendencia decreciente a causa del agotamiento de los principales campos de producción de petróleo (especialmente los campos de Cantarell en las costas de Campeche). La gráfica 2.2 muestra este deterioro en los niveles de producción de crudo, en donde, se ha observado una disminución promedio de 3.5 por ciento cada año desde el 2005 a la fecha. México pasó de exportar 1,817 miles de barriles diarios (mbd) en 2005 a exportar en promedio 1,172 mbd en 2015.

En 2015, la caída de la plataforma de producción fue de 6.9 por ciento. Hacia adelante, no se prevé una pronta recuperación en la plataforma de producción, pues las inversiones que en su caso se observarán derivadas de la reforma energética, tardarían varios años en producir sus primeros barriles de crudo. Para 2016, la SHCP estima[64] una plataforma de producción promedio de 2,247 mbd y una plataforma de exportación promedio de 1,091 mbd.

63 Considerese que en el 2000 hab a solamente 7 millones de contribuyentes registrados.

64 Estimacion en los CGPE 2016 que se realizo tomando en consideracion la dinamica observada en la produccion de Pemex, as como la propuesta de la Secretar a de Energ a (SENER) hecha al Titular del Ejecutivo Federal, de acuerdo con el art culo 33, fraccion XVII de la Ley Organica de la Administracion Publica Federal.

**Gráfica 2.2 Plataforma de producción y exportación de petróleo**
*Miles de barriles diarios*




Fuente: Sistema de Información Enérgetica, Pemex.

Aun con la tendencia decreciente de la producción de petróleo en México, del 2000 al 2013, los ingresos petroleros aumentaron de manera importante, impulsados por el aumento en el precio internacional del petróleo que alcanzó su máximo nivel en el 2012 con un precio promedio en el año de 101.8 dólares por barril (dpb).

En contraste, como se muestra en la gráfica 2.3, en 2009 el precio de la mezcla mexicana disminuyó 27 dpb con respecto al precio promedio observado en 2008, resultado de un choque transitorio en la demanda de petrolíferos generado por la crisis económica que se vivía en el mundo. Esta disminución en el precio del petróleo derivó en una caída real anual de 20 por ciento de los ingresos petroleros en 2009, a pesar de que dichos ingresos del Gobierno Federal estuvieron protegidos por una cobertura financiera que garantizó un precio promedio de la mezcla mexicana de 70 dpb, cuando el precio observado fue de 57.4 dpb. Del 2009 al 2013, tanto el precio del petróleo como los

ingresos petroleros recuperaron su tendencia de crecimiento, aunque éstos últimos permanecieron en un nivel inferior al registrado en 2008.

Desde finales del 2014, se ha registrado una importante caída en los precios internacionales del petróleo, observando un precio promedio en 2015 de 43.5 dpb, lo que representa una caída de 49.3 por ciento respecto al precio observado en 2014 (gráfica 2.3). En esta ocasión, la caída se debe a un choque por el lado de la oferta, es decir, la cantidad de petróleo ofertada en el mundo aumentó derivado de mejorías en la tecnología de extracción del crudo, por lo que se prevé que el aumento de la oferta mundial de petróleo sea más persistente.

Esta situación, aunada a una reducción en la demanda de petrolíferos debido al menor crecimiento de China y de las economías emergentes, presiona a que el precio del petróleo no se recupere en el corto plazo.

La reciente caída en el precio del petróleo y la importante disminución en la plataforma de producción de Pemex, deterioran significativamente la recaudación por ingresos petroleros. En 2014, los ingresos petroleros mostraron una reducción anual de 8.3 por ciento en términos reales en comparación a lo observado en 2013, mientras que en 2015 registraron una caída de 32.1 por ciento real anual, es decir, se obtuvieron 397 mil millones de pesos (2.2 por ciento del PIB aproximadamente) menos que en 2014 (gráfica 2.3).

Este resultado refleja el cambio en el registro del IEPS de gasolinas (que ascendió a 220 mil millones de pesos[65]) y que a partir de 2015 se registra como ingreso tributario y no contempla el pago de las coberturas petroleras[66] contratadas por el Gobierno Federal por 107.5 mil millones de pesos (mmp) ya que el pago es registrado como ingreso no tributario.

65 Equivalente a 1.2 por ciento del PIB aproximadamente.

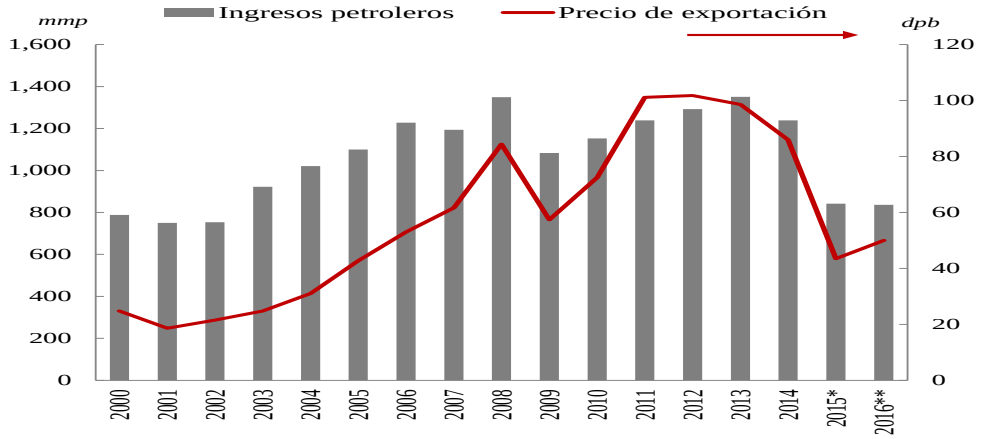
66 En 2015, el Gobierno de la Republica cubrio el precio internacional de la mezcla mexicana a 79 dpb. El pago de las coberturas esta denominado en dolares y se ejecuto al final del ano, por lo que el monto en pesos fue considerablemente mayor al previsto debido a la depreciacion de 16.3 por ciento del tipo de cambio durante 2015.

Por lo tanto, la caída de ingresos petroleros en 2015 fue compensada, en su mayor parte, por la recaudación de IEPS de gasolinas y por el pago de las coberturas petroleras. Sin embargo, en 2016 y hacia adelante se prevé un escenario aún más adverso. Por el lado de la plataforma de producción, Pemex anunció un recorte a su presupuesto de 2016[67] lo que resulta en una mayor disminución de su plataforma de producción.

En cuanto al precio internacional de la mezcla mexicana, en el Paquete Económico para 2016 se estimó en 50 dpb, cuando en el primer bimestre del año se ha observado un precio promedio de la mezcla mexicana de 24 dpb, lo que disminuye significativamente la estimación de ingresos petroleros para este año, aún con la contratación de coberturas petroleras, ya que el precio cubierto para este año es 36.7 por ciento menor al nivel cubierto en el 2015.

**Gráfica 2.3 Ingresos Petroleros, 2000-2016**

*Miles de millones de pesos de 2015, dólares por barril*




*/ A partir de 2015, los ingresos petroleros no incluyen los ingresos por IEPS de gasolinas.
No incluyen ingresos por coberturas petroleras que en 2015 ascendieron a 107.5 mmp.
**/ Estimaciones en Criterios Generales de Política Económica 2016.
Fuente: SHCP y Pemex.

67 El 29 de febrero de 2016, Pemex anuncio que su Consejo de Administracion aprobo un plan de ajuste al presupuesto para 2016 de 100 mil mdp.

*2.1.3 Ingresos Totales.*

En México, se ha observado un promedio de los ingresos presupuestarios totales de 21.6 por ciento del PIB entre el 2000 y el 2015, lo que se compara negativamente con el promedio de los ingresos totales de los países miembros de la OCDE que registraron un promedio de 42 por ciento del PIB en 2001 y 43 por ciento del PIB en 2014 (OCDE, 2013 y 2016).

El total de los ingresos recaudados varía significativamente entre los países miembros. Por ejemplo, en 2013, los ingresos del gobierno en Dinamarca, Noruega, Finlandia, Francia, Suecia y Bélgica estuvieron por encima del 50 por ciento del PIB. En el otro extremo de la distribución, Australia, Japón, Suiza, Estados Unidos y Corea recolectaron alrededor de un tercio del PIB, mientras que México e Indonesia registraron una recaudación por debajo de una cuarta parte del PIB (OCDE, 2013 y 2015).

Asimismo, el Fondo Monetario Internacional (FMI) estima que el promedio de ingresos de los países de América Latina ascienda a 30 por ciento del PIB en el 2014 (FMI, 2015).

Entre 2000 y 2015, los ingresos tributarios representaron en promedio 43.8 por ciento de los ingresos totales, mientras que los ingresos petroleros constituyeron el 32.7 por ciento del total. Los ingresos no tributarios y los ingresos no recurrentes representan en promedio el 19.9 por ciento y el 3.7 por ciento de los ingresos totales, respectivamente.

Los ingresos no tributarios son los ingresos que el Gobierno Federal obtiene como contraprestación a un servicio público (derechos), del pago por el uso o explotación de los bienes del dominio público o privado (productos), del pago de aquellos que se benefician de manera directa por obras públicas (contribución de mejoras) y de la aplicación de multas, recargos y otros ingresos señalados en la Ley de Ingresos (aprovechamientos).

Por su parte, los ingresos no recurrentes se refieren a los ingresos que se obtienen por una sola vez y que muestran alta volatilidad en el tiempo cuando se pueden identificar plenamente (SHCP, 2010). Entre éstos se pueden citar los

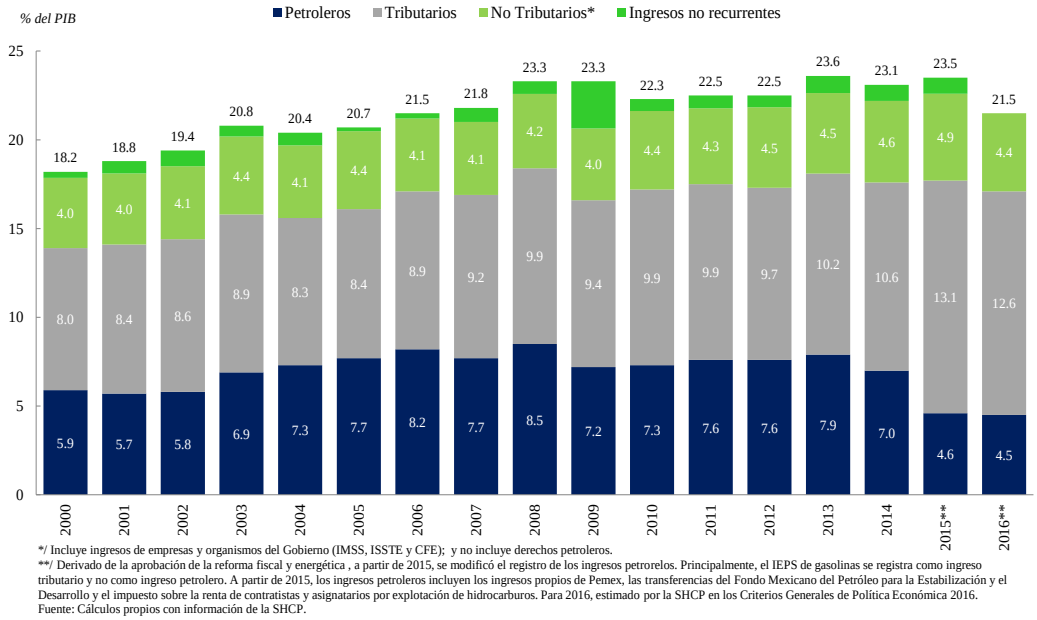
ingresos por privatizaciones, ventas de activos, las recuperaciones de fideicomisos y los enteros al Gobierno Federal por remanentes de operación de entidades públicas.

El total de los ingresos presupuestarios ha seguido una tendencia creciente, en parte por el incremento de los ingresos petroleros y por el uso creciente de ingresos no recurrentes. El total de ingresos presupuestarios pasó de representar 18.2 por ciento del PIB a 23.5 por ciento del PIB entre 2000 y 2015. La gráfica 2.4 muestra que el aumento del 2001 al 2008 de los ingresos totales se deriva directamente del incremento en los ingresos petroleros. Asimismo, se muestra que en 2009, se utilizaron ingresos no recurrentes[68] para compensar la caída de los ingresos petroleros y que se han utilizado desde entonces para mantener una trayectoria creciente en los ingresos presupuestarios totales. Usar ingresos no recurrentes como fuente de financiamiento es una práctica riesgosa para las finanzas públicas y no sostenible en el tiempo, pues se trata de ingresos de alta volatilidad que se obtienen una sola vez y que deterioran la posición fiscal del país, pues representan un deterioro en el patrimonio público al enajenar activos. Se trata de la venta de activos del Estado para financiar gasto, lo que sin duda es una práctica no sostenible en el mediano o largo plazo.

Por su parte, los ingresos no tributarios han mantenido una participación relativamente estable en los ingresos totales. Como se muestra en la gráfica 2.4, del 2000 al 2015, los ingresos no tributarios han promediado 4.3 por ciento del PIB y no se han registrado variaciones anuales importantes durante este periodo.

68 En 2009 se utilizo el remante de operaciones de Banxico, los saldos en los fondos de estabilizacion y se vendieron activos como concesiones y espacio radioelectrico, entre otros.

**Gráfica 2.4 Ingresos Presupuestarios Totales del Sector Público**




*/ Incluye ingresos de empresas y organismos del Gobierno (IMSS, ISSTE y CFE); y no incluye derechos petroleros.
**/ Derivado de la aprobación de la reforma fiscal y energética , a partir de 2015, se modificó el registro de los ingresos petrorelos. Principalmente, el IEPS de gasolinas se registra como ingreso tributario y no como ingreso petrolero. A partir de 2015, los ingresos petroleros incluyen los ingresos propios de Pemex, las transferencias del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo y el impuesto sobre la renta de contratistas y asignatarios por explotación de hidrocarburos. Para 2016, estimado por la SHCP en los Criterios Generales de Política Económica 2016.
Fuente: Cálculos propios con información de la SHCP.

*Porcentaje del PIB*

En suma, del 2000 al 2015, se observó un crecimiento sostenido en los ingresos presupuestarios totales impulsados principalmente por los ingresos petroleros y por el uso de ingresos no recurrentes, mientras que los ingresos tributarios permanecieron en una trayectoria estable de crecimiento moderado.

Para 2016 y en adelante, se presenta una nueva realidad, en donde se espera una disminución importante en el total de ingresos, resultado de la caída de los ingresos petroleros, que no podrá ser compensada por ingresos tributarios o por ingresos no recurrentes. Por lo tanto, para los siguientes años, los ingresos presupuestarios dependerán del desempeño de los ingresos tributarios, recientemente fortalecidos con los cambios de la reforma fiscal de 2013.

## 2.2 Evolución del Gasto del Gobierno Mexicano.

El gasto presupuestario ha seguido una trayectoria creciente desde el 2000, derivado de un crecimiento significativo del gasto primario que fue posible dados los altos ingresos petroleros obtenidos hasta 2008 y que después fue financiado con ingresos no recurrentes y con deuda. Del 2000 al 2008, los ingresos y el gasto público presentaron tasas de crecimiento similares.

Sin embargo, del 2009 a la fecha, el gasto ha crecido a una tasa anual promedio cercana al doble a la que ha registrado el crecimiento de los ingresos.

El gasto primario resulta de descontar el costo financiero (intereses, comisiones y gasto de la deuda) al gasto neto pagado. Este concepto de gasto refleja el nivel de las erogaciones sobre las que el sector público tiene control, ya que el costo financiero se encuentra directamente vinculado con saldos históricos acumulados de la deuda y condiciones externas de mercado (tasa de interés y tipo de cambio).

Por su parte, el gasto programable resulta de restar el pago de Adeudos de Ejercicios Fiscales Anteriores (Adefas) y el pago de participaciones a las entidades federativas al gasto primario. El Gobierno Federal, una vez aprobado el presupuesto por la Cámara de Diputados, tiene, en teoría[69], completo control sobre el cumplimiento del nivel del gasto programable autorizado para cada año, ya que las Adefas son resultado de ejercicios fiscales anteriores y el nivel de las participaciones está definido por la fórmula establecida en la Ley de Coordinación Fiscal.

En consecuencia, el costo financiero, las participaciones a los estados y las Adefas constituyen el gasto no-programable. Formalmente la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH) define en el Artículo 2, fracción XXVII y XXVIII, estos conceptos como:

69 En la practica, el Gobierno Federal puede enfrentar presiones de gasto ineludibles que aunque su objetivo sea cumplir con la meta de gasto programable, implican que esto no sea posible. Esta discusion va mas alla de los objetivos del presente documento.

"*Gasto programable: las erogaciones que la Federación realiza en cumplimiento de sus atribuciones conforme a los programas para proveer bienes y servicios públicos a la población."*

*"Gasto no programable: las erogaciones a cargo de la Federación que derivan del cumplimiento de obligaciones legales o del Decreto de Presupuesto de Egresos, que no corresponden directamente a los programas para proveer bienes y servicios públicos a la población.*"

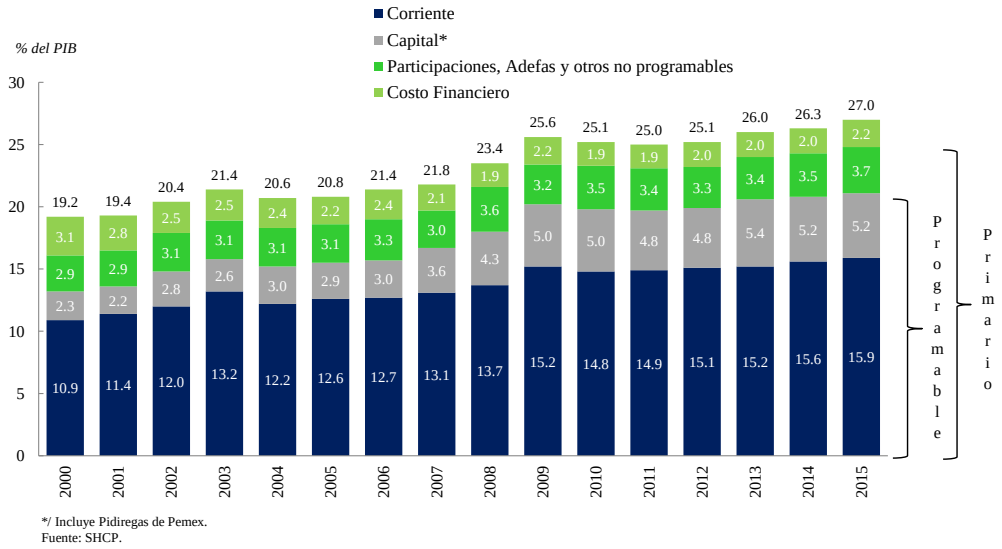
Entre 2000 y 2015, el gasto neto pagado promedió 23 por ciento del PIB en donde el gasto corriente representó en promedio el 59 por ciento del gasto total, mientras que el gasto en capital fue el 17 por ciento del gasto público. El 14 por ciento del gasto público fueron participaciones, Adefas y otros no-programables, mientras que el costo financiero representó en promedio el 10 por ciento del total.

En el mismo sentido que sucede con los ingresos presupuestarios, al comparar el gasto público del gobierno mexicano con el resto de los países miembros de la OCDE, éste se encuentra en los últimos lugares. En 2001, el promedio del gasto total del gobierno de los países de la OCDE fue de 42 por ciento del PIB, mientras que en 2013 fue de 45 por ciento del PIB (OCDE, 2013 y 2015). Para 2014, el FMI estima que el promedio del gasto público de los países de América Latina sea de 35 por ciento del PIB, por arriba del 26.3 por ciento del PIB registrado para México ese mismo año (FMI, 2015). Es decir, a diferencia de lo que popularmente se podría pensar, México tiene un Gobierno relativamente chico.

La gráfica 2.5 muestra la evolución del gasto público del 2000 al 2015. Destaca la reducción de un punto del PIB en el costo financiero en este periodo, lo que refleja un mejor manejo en la política de deuda pública y mejores condiciones en el mercado crediticio para México. Asimismo, el gasto en capital, aunque sigue representando relativamente poco del gasto público total, aumentó tres puntos del PIB durante este periodo.

**Gráfica 2.5 Gasto Neto Presupuestario del Sector Público**

*Porcentaje del PIB*




*/ Incluye Pidiregas de Pemex.
Fuente: SHCP.

Hasta el 2008, el ritmo de crecimiento del gasto siguió de cerca el incremento de los ingresos. En 2000-2008, el gasto neto pagado creció a una tasa promedio de 6.9 por ciento real anual, mientras que los ingresos presupuestarios aumentaban a una tasa real promedio de 7.4 por ciento al año. En 2009, año de crisis económica global, el Gobierno implementó una política fiscal contracíclica[70] en la que aumentó el gasto público, a pesar de la disminución en los ingresos, con el objetivo de estimular la economía en ese año de crisis.

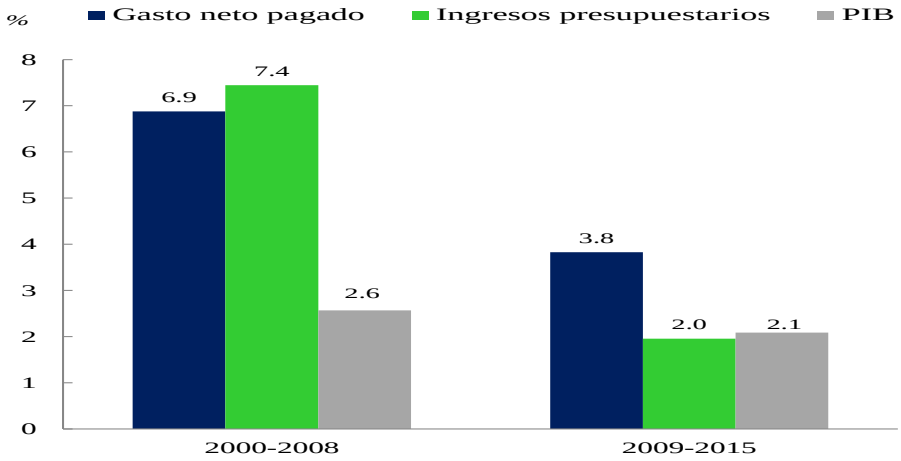
A partir de entonces, no se ha podido contener el ritmo de crecimiento del gasto que ha superado por casi el doble el ritmo de aumento de los ingresos. Del 2009 al 2014, el gasto neto presupuestario aumentó a una tasa promedio real anual de 3.8 por ciento, cuando los ingresos totales solamente aumentaron 2.0 por ciento anualmente.

70 El Gobierno Federal clasifico esta medida fiscal como contrac clica en los Criterios Generales de Pol tica Economica del 2009 y 2010.

La dinámica anterior, de mantenerse, representa un riesgo para las finanzas públicas, ya que en años en que el ingreso cae o disminuye su crecimiento, el gasto ha mostrado ser irreductible e incluso ha mantenido un ritmo de crecimiento importante. La gráfica 2.6 ilustra la situación descrita.

**Gráfica 2.6 Crecimiento del Ingreso, Gasto y PIB**

*Tasa de crecimiento real*




Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de la SHCP.

## 2.3 Evolución del Balance Presupuestario y Deuda del Sector Público.

Las dinámicas del ingreso y del gasto, descritas en las secciones anteriores, han resultado en un déficit presupuestario estructural que no se ha podido revertir. Un déficit estructural se asocia con un nivel de deuda cada vez mayor e insostenible en el largo plazo.

En México, para medir el balance fiscal anual, su utilizan dos conceptos base, que están definidos en la LFPRH en el Artículo 2, fracciones VII y XLVII, respectivamente:

*"Déficit presupuestario: el financiamiento que cubre la diferencia entre los montos previstos en la Ley de Ingresos y el Presupuesto y aquélla entre los ingresos y los gastos en los presupuestos de las entidades*[71]*."*

*"Requerimientos financieros del sector público*[72]*: las necesidades de financiamiento del Gobierno Federal y las entidades del sector público federal, que cubre la diferencia entre los ingresos y los gastos distintos de la adquisición neta de pasivos y activos financieros, incluyendo las actividades del sector privado y social cuando actúan por cuenta del Gobierno Federal o las entidades."*

En otras palabras, los Requerimientos Financieros del Sector Público (RFSP) son la medida de balance más amplia, pues incluye financiamientos por venta de activos e ingresos no recurrentes, que no son incluidos en el déficit presupuestal. La definición de los RFSP se alinea a las mejores prácticas internacionales, ya que muestra de manera más precisa la posición fiscal del país (FMI, 2014).

Además de estos conceptos base, se ha utilizado un concepto llamado "déficit público tradicional" o "déficit tradicional". Desde la creación de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria en 2006, cada año, a propuesta del Gobierno Federal, el Congreso de la Unión aprueba una meta específica para este balance presupuestario que el Gobierno debe cumplir.

A partir del 2008, el balance tradicional excluye la inversión realizada por Pemex, que en años recientes ha representado alrededor de 2 por ciento del PIB. Para 2015, derivado de los cambios asociados a la reforma energética, el Gobierno Federal propuso al Congreso que no se considerará para la meta de balance presupuestario tradicional un 2.5 por ciento del PIB asociado a la inversión de las Empresas Productivas del Estado (Pemex y CFE), así como proyectos de inversión con alto impacto social o con fuentes de ingresos

71 Se refiere a los organismos descentralizados, empresas de participacion estatal y fideicomisos publicos, que de conformidad con la Ley Organica de la Administracion Publica Federal sean considerados entidades paraestatales.

72 Esta definicion fue ajustada para alinearse a estandares internacionales en el marco de la reforma hacendaria del 2013 y es similar a la definicion de RFSP anterior ajustada por ingresos no recurrentes.

propios. Este déficit es la medida de balance más estrecha y su uso será discutido a detalle en el siguiente capítulo. Asimismo, existe el déficit primario que es igual a la diferencia entre los ingresos y el gasto neto total, excluyendo el costo financiero de la deuda pública del Gobierno Federal y de las entidades de control directo.

En otras palabras, el déficit primario equivale a los ingresos presupuestarios menos el gasto primario. Debido a que la mayor parte del pago de intereses de un ejercicio fiscal está determinado por la acumulación de deuda de ejercicios anteriores, el balance primario mide el esfuerzo realizado para ajustar las finanzas públicas en el periodo corriente y está asociado a una trayectoria de deuda estable, creciente o decreciente.

Para medir el nivel de deuda de México, el Artículo 2, fracción XLIX de la LFPRH define el saldo histórico de los requerimientos financieros del sector público como sigue:

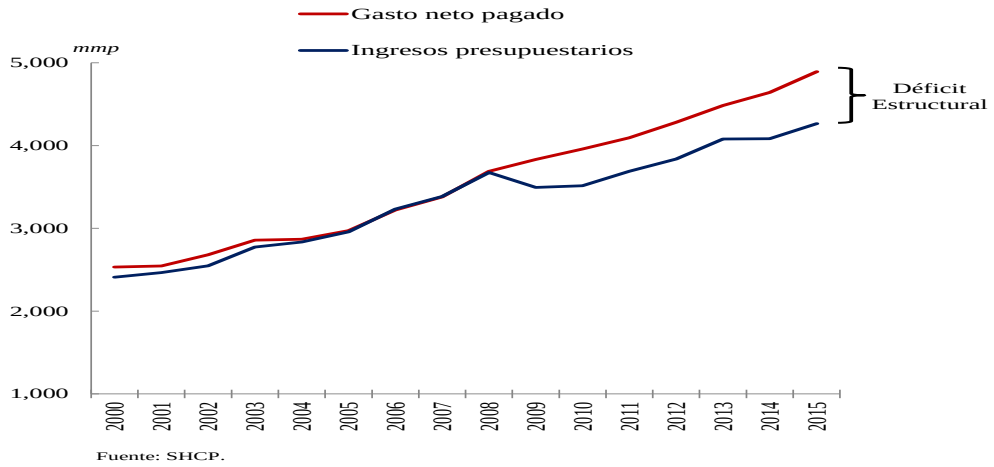
*"Saldo histórico de los requerimientos del sector público: los pasivos que integran los requerimientos financieros del sector público menos los activos financieros disponibles, en virtud de la trayectoria anual observada a lo largo del tiempo de los citados requerimientos."*

La gráfica 2.7 pone en evidencia que las trayectorias de ingreso y de gasto, han llevado a un déficit presupuestario estructural que, de mantenerse, no será sostenible en el mediano y largo plazo. Como se describió en las secciones anteriores, a pesar de que los precios del petróleo se mantuvieron relativamente altos, la crisis financiera mundial de 2009 afectó significativamente las finanzas públicas en México.

El gasto del Sector Público mantuvo una senda de crecimiento pronunciada entre 2009 y 2015, mientras que el crecimiento del ingreso experimentó una ruptura en 2009, resultando en un deterioro del balance presupuestario en ese año y hacia delante. Entre 2009 y 2015, el gasto anual ejercido ha sido en promedio 460 mil millones de pesos (mmp) mayor a los ingresos obtenidos, lo que representa alrededor de 2.7 por ciento del PIB promedio de ese periodo.

**Gráfica 2.7 Ingresos y Gasto del Sector Público**

*Miles de millones de pesos de 2015*



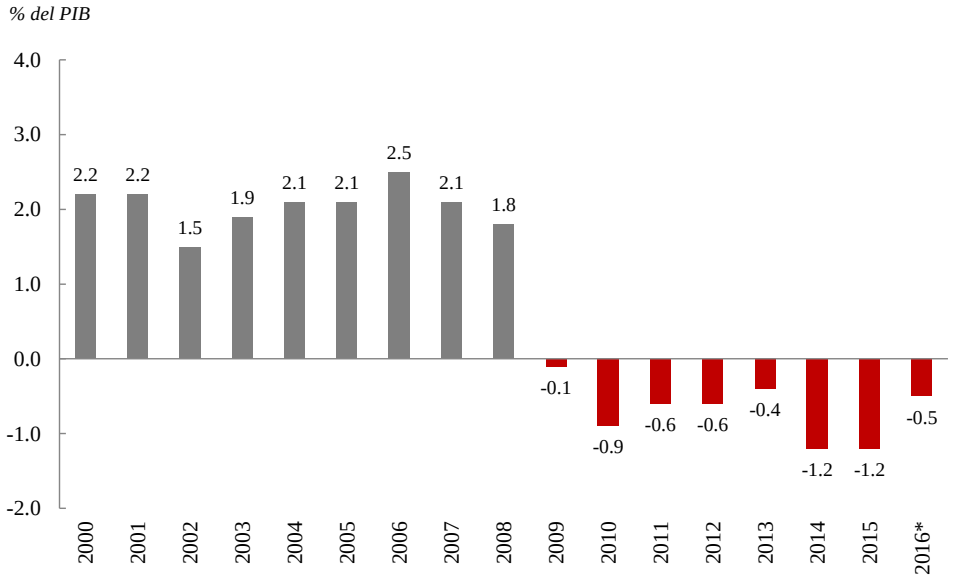

Fuente: SHCP.

Al evaluar el balance primario, la gráfica 2.8 muestra el mismo deterioro a partir de 2009 y hacia adelante. Aún más, estos resultados, nos indican que desde el 2009, los ingresos no han sido siquiera suficientes para cubrir el gasto de cada año sin incluir el costo financiero de la deuda.

Es decir, el Gobierno ha contraído deuda para pagar el déficit primario, la diferencia entre el ingreso y el gasto de cada año, y también para pagar el costo financiero de la deuda pública. Por tanto, un balance primario deficitario, se asocia con un crecimiento de la deuda insostenible en el largo plazo. Esta medida de balance refleja con mayor precisión los esfuerzos que tanto la Cámara de Diputados[73], como el Gobierno Federal pueden realizar para contener el crecimiento del gasto.

73 El Gobierno Federal propone el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federacion (PPEF) a la H. Camara de Diputados, quienes analizan, modifican y aprueban el PEF, que es ejercido durante el ano siguiente. De esta forma, en Mexico, la responsabilidad de los resultados de las finanzas publicas corresponde tanto al Poder Ejecutivo como al Legislativo.

**Gráfica 2.8 Balance Primario del Sector Público**




*/ Aprobado en el Paquete Económico 2016.
Fuente: SHCP.

*Porcentaje del PIB*

Asimismo, a partir de 2009, las presiones sobre las finanzas públicas llevaron a que los requerimientos de gasto público se financien en mayor medida con ingresos no recurrentes lo que resultó en un mayor deterioro de la posición fiscal del país reflejado en el desempeño de los RFSP (gráfica 2.9). Los RFSP ajustados por ingresos no recurrentes registraron un promedio de -4.2 por ciento del PIB en 2009-2015.

Este comportamiento se ha traducido en un repunte de la deuda pública que, aun tras la recuperación económica, no ha podido revertirse. En la gráfica 2.10, se puede observar que el Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros de Sector Público (SHRFSP) representó un nivel de endeudamiento de 33.2 por ciento del PIB en 2008, mientras que en 2015 ascendió a 47.6 por ciento del PIB.

No obstante, el nivel de deuda pública en México es menor comparado con otras economías emergentes y se encuentra significativamente por debajo del promedio de la OCDE. En 2013, se registró un nivel promedio de deuda pública de los países miembros de la OCDE de 85 por ciento del PIB (OCDE, 2015), mientras que para 2014, el FMI estima que el promedio de la deuda pública de los países de América Latina represente el 52 por ciento del PIB (FMI, 2015). Además, existe una discusión más amplia tanto teórica como empírica sobre cuál es el nivel óptimo de deuda pública que una economía debería tener.

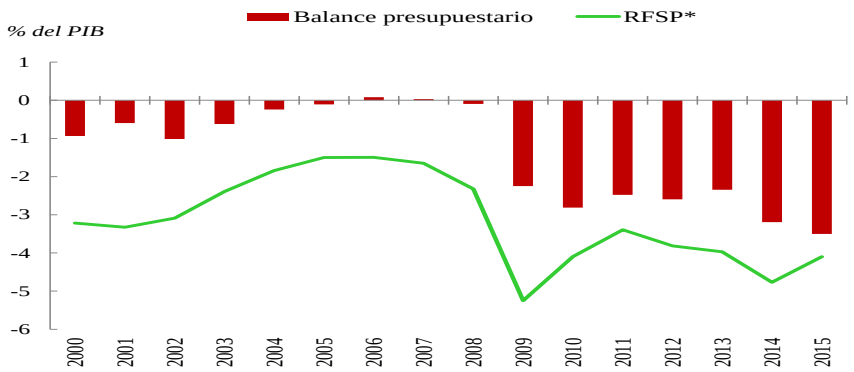
El análisis empírico de Reinhart y Rogoff (2010) [74] encuentra que la relación entre la deuda pública medida como porcentaje del PIB y el crecimiento del PIB real es débil por debajo de un umbral de deuda del 90 por ciento del PIB. Por encima de 90 por ciento, la mediana de las tasas de crecimiento cae en uno por ciento, y el crecimiento promedio cae considerablemente más. Encuentran que el umbral para la deuda pública es similar en las economías avanzadas y emergentes. Por su parte, en el modelo de Aiyagari y McGrattan (1998) el nivel óptimo de la deuda será alto si la deuda es eficaz en suavizar el consumo durante la vida de un individuo.

La cantidad óptima de la deuda será baja si la deuda desplaza al capital y, por lo tanto, disminuye el consumo o si los efectos de los incentivos causados por mayores impuestos distorsionantes son importantes. Aun así, independientemente de que pueden existir argumentos sobre cuál es el nivel óptimo de la deuda para México, y que bien podemos estar por debajo de él, no hay duda que la deuda pública mexicana está creciendo a tasas importantes y no queda claro que pueda establecerse en un nivel estacionario pre-determinado.

74 Si bien posteriormente se establecieron dudas (Herndon; Michael y Pollin, 2013) sobre la robustez del umbral del 90 por ciento del PIB como l mite en que la deuda afecta el crecimiento.

**Gráfica 2.9 Balance Presupuestario y Requerimientos Financieros del Sector Público**

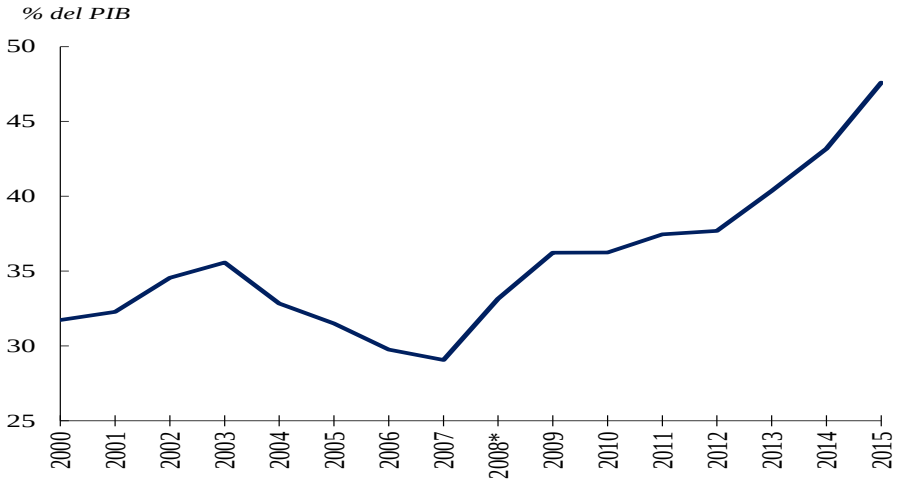
*Porcentaje del PIB*




*/ Ajustados por ingresos no recurrentes. Para 2015, de acuerdo a la nueva metodología aprobada en la reforma fiscal de 2013.
Fuente: Cálculos propios con información de la SHCP.

**Gráfica 2.10 Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros del Sector Público**

*Porcentaje del PIB*




*/ El incremento en 2008 se debe principalmente al reconocimiento de pasivos derivados de la reforma del ISSSTE (2.4% del PIB) y a efectos de tipo de cambio.
Fuente: SHCP.

En un escenario inercial en México, la dinámica fiscal que se ha descrito, mantendrá balances presupuestarios deficitarios y seguirá aumentando la deuda pública que podría alcanzar niveles no sostenibles. Además, en el entorno global, existen tensiones financieras derivadas del debilitamiento del crecimiento global, particularmente China y de la normalización de la política monetaria de Estados Unidos, de tal suerte que el entorno de volatilidad podría persistir un tiempo considerable.

De igual manera, si bien los precios de las materias primas podrían recuperarse moderadamente, se espera que permanezcan en niveles bajos por un periodo prolongado, en particular el de los energéticos, contribuyendo a la inestabilidad financiera global. Revertir el deterioro fiscal, en un contexto de volatilidad financiera internacional, es el principal reto para las finanzas públicas en México en los años por venir.

La tabla 2.1 (anexo) resume la situación financiera del sector público mexicano del 2000 al 2015. La historia de los ingresos y del gasto que resulta en la trayectoria de balance y deuda, son en parte resultado de la regla fiscal vigente hasta el 2014, la cual se discute a profundidad en el siguiente capítulo.

## 3. Las Reglas Fiscales en México: Determinantes de los Resultados de las Finanzas Públicas.

En las últimas dos décadas, México ha instrumentado una política fiscal que ha funcionado bien para disciplinar el ejercicio de las finanzas públicas y formar un consenso a favor de la estabilidad fiscal. Sin embargo, a la luz de las cifras, las reglas fiscales implementadas hasta el 2013 no han cumplido su fin último: anclar a las finanzas públicas en una trayectoria estable y sostenible en el mediano y largo plazo.

En el capítulo anterior se analizó puntualmente la historia de las finanzas públicas mexicanas de los últimos años, que es resultado de las reglas fiscales que se han implementado en este tiempo. En este capítulo, se hace un análisis de la teoría de las reglas fiscales, se presenta una descripción analítica de los problemas que presentaba la regla fiscal vigente en México hasta el 2013 y cómo el Gobierno de la República y el H. Congreso de la Unión, en el marco de

la reforma fiscal de 2013, modificaron la regla fiscal para atender los problemas de la regla anterior[75].

Asimismo, en la última sección, se realizan simulaciones hacia el 2030 con diferentes reglas fiscales para evaluar el desempeño de las principales variables fiscales y se simula lo que hubiera pasado con las finanzas públicas si la regla fiscal actual hubiera estado vigente desde el 2000.

*3.1 La Teoría de las Reglas Fiscales***.**

En el sentido más amplio, las reglas fiscales se refieren a un conjunto de normas y reglamentos que rigen el proceso presupuestario. En un sentido más estricto, como se define por Kopits y Symansky (1998), una regla fiscal es una restricción permanente para la política fiscal expresada como un techo numérico o una meta en variables fiscales.

Una regla fiscal delinea pautas de larga duración para promover la estabilidad macroeconómica, mejorar la credibilidad del compromiso del gobierno con la sostenibilidad fiscal, minimizar las externalidades negativas dentro de una federación o un acuerdo internacional, y fomentar políticas fiscales contracíclicas.

El diseño de las reglas fiscales implica un conflicto entre credibilidad y flexibilidad. Menos flexibilidad aumenta la credibilidad de una regla. Sin embargo, una regla con muy poca flexibilidad puede ser inviable si se percibe que por la falta de flexibilidad no va a ser sostenible cuando la economía enfrente tiempos adversos.

En otras palabras, hay un conflicto entre el objetivo de evitar tener algún nivel déficit y permitir la realización de una política fiscal contracíclica.

75 Todos los aspectos de la nueva regla fiscal entraron en vigor a partir de 2015.

El primer objetivo requiere un nivel de rigidez que puede ignorar los efectos potenciales del ciclo económico[76] y podría acentuar la prociclicidad de la política fiscal. Por ejemplo, considérese una regla de balance cero, que no permita tener déficits ni superávits presupuestarios bajo ninguna circunstancia.

Esta regla es muy procíclica ya que en los tiempos de abundancia (parte alta del ciclo) no permite ahorrar por lo que se debe gastar todo el ingreso excedente y se acentúa el ciclo; y en los tiempos adversos (parte baja del ciclo) no permite gastar más para incentivar la economía e intentar contrarrestar el ciclo por que no se puede tener déficit.

El segundo objetivo, requiere un grado de flexibilidad para apoyar las políticas fiscales contracíclicas, pero podría poner en peligro la sostenibilidad de la deuda a largo plazo (Perry, 2002). Por lo tanto, una regla fiscal óptima debe estar diseñada para evitar tener un déficit presupuestario y al mismo tiempo permitir un grado limitado de política fiscal contracíclica.

Esto se puede lograr mediante el establecimiento de un mecanismo dual que se compone de un ancla fiscal (un objetivo numérico de un agregado fiscal compatible con la sostenibilidad a largo plazo) y de un componente para limitar el nivel de una política fiscal discrecional a lo largo del ciclo económico.

Una política fiscal de este tipo puede conseguirse mediante el uso de una o más reglas fiscales. Las reglas fiscales se pueden agrupar en cuatro categorías: (1) reglas de balance presupuestario; (2) reglas de deuda; (3) reglas de gasto; y (4) reglas de ingresos (FMI, 2009). Las reglas de balance presupuestario se pueden basar en un objetivo fijo o flexible. Las que están basadas en una meta fija son las normas más eficaces para establecer una senda decreciente en la deuda pública; sin embargo, pueden inducir una política fiscal procíclica.

76 El ciclo economico es un patron periodico y fluctuante de expansiones/recuperaciones y contracciones/recesiones del nivel de PIB observado alrededor de la senda de crecimiento de una econom a.

Las reglas de balance presupuestario basadas en un objetivo flexible fijan una meta numérica que en promedio se debe de alcanzar durante un ciclo (es decir, un balance presupuestario ajustado en función del ciclo), lo que permite flexibilidad a corto plazo en el balance del presupuesto anual.

Este tipo de reglas permiten el funcionamiento de estabilizadores automáticos para contrarrestar los efectos del ciclo económico o desviaciones de corto plazo de la tendencia de los precios de las materias primas a fin de que los gobiernos puedan suavizar el consumo y la inversión, y que contribuyan a contrarrestar los efectos negativos de la volatilidad. Una política fiscal basada en un balance presupuestario ajustado en función del ciclo, también conocido como un balance estructural, se define como sigue:

$$B = B^e + B^c,$$

donde $B^e$ es un componente estructural relacionado con el PIB potencial[77] y $B^c$ es un componente cíclico vinculado con la brecha del producto[78].

Una política fiscal sólida implica estimar un nivel sostenible para el balance estructural basado en el PIB potencial con el objetivo de establecer este componente como un ancla fiscal. También, implica la determinación de un nivel adecuado del componente cíclico del balance dadas las brechas de producto y de los precios de materias primas en cada momento del tiempo.

Conceptualmente, una regla de balance ajustado en función del ciclo bien calibrada es la forma más eficaz para inducir confianza fiscal. Sin embargo, a diferencia del balance real, $B^e$ y $B^c$ no son observables y pueden ser difíciles de calcular, haciendo el proceso presupuestario potencialmente oscuro. La estimación del balance ajustado en función del ciclo requiere el uso de variables económicas que pueden ser difíciles de definir en condiciones macroeconómicas inciertas o mientras se están llevando a cabo cambios estructurales. En la práctica, las revisiones ex post de la brecha del producto

77 El PIB potencial es el nivel de PIB que podr a alcanzar una econom a al emplear plenamente todos los factores de produccion. En otras palabras, es la cantidad maxima de bienes y servicios que una econom a puede generar operando a maxima eficiencia, sin generar presiones inflacionarias.

78 La brecha del producto es la diferencia entre el PIB efectivo u observado y el PIB potencial de una econom a.

han demostrado ser del mismo orden de magnitud que la brecha en sí misma (Orphanides y Van Norden, 2002). Además, las estimaciones de una regla de este tipo generalmente se basan en el supuesto de que las elasticidades de los ingresos y el gasto son constantes en el tiempo. Sin embargo, está demostrado que estas elasticidades son sensibles al ciclo económico (ver por ejemplo, Mills y Quinet, 2001).

En general, las reglas de balance presupuestario con metas específicas, basadas en una medida amplia del balance presupuestario (en el caso de México, los RFSP), tienen como objetivo el control de la trayectoria de la deuda como porcentaje del PIB de manera que converja a un nivel determinado.

Las reglas basadas en el balance primario o en el balance total neto de gastos de capital (conocida como la Regla de Oro) controlan la calidad del gasto y permiten estímulos fiscales discrecionales, pero no están necesariamente vinculadas a la sostenibilidad de la deuda.

Las reglas de deuda establecen un límite explícito o una meta en la deuda pública como porcentaje de los ingresos públicos o del PIB. Estas reglas son, por definición, el método más eficaz en términos de asegurar una convergencia a un objetivo de deuda. Sin embargo, no proporcionan mecanismos suficientes para cuando la deuda está por debajo de su objetivo, y no permiten estímulos fiscales discrecionales cuando el nivel de deuda está cerca de su objetivo. Además, existen factores exógenos que pueden afectar el nivel de deuda (por ejemplo el tipo de cambio o la tasa de interés) sin que haya cambiado el comportamiento del Gobierno en relación al cumplimiento de la regla.

Las reglas de gasto suelen establecer límites numéricos sobre las tasas de crecimiento del gasto, que permiten controlar el tamaño de los gobiernos, por ejemplo, cuando los ingresos están por encima de su tendencia.

Así, estas reglas se pueden utilizar para orientar la aplicación de una política fiscal contracíclica durante las expansiones económicas. Este tipo de normas

no dependen de las proyecciones de las futuras condiciones económicas ni en la estimación de las elasticidades de la brecha de producto y de los ingresos.
La eficacia de las reglas de gasto se basa en qué tan integrales sean, ya que dejar de lado, o fuera de la definición, partidas importantes puede conducir a la reclasificación de las partidas de gasto (es decir, utilizar contabilidad creativa).

Sin embargo, se ha demostrado que es conveniente excluir los elementos más volátiles, como el pago de intereses, la inversión pública y los gastos de seguridad social contingentes, para mantener la regla estable y evitar ajustes presupuestarios ad hoc (Banco Mundial, 2011).

Por último, las reglas de ingresos fijan un piso o un objetivo en los ingresos, o especifican ex ante el uso de ingresos excedentes. Éste último puede evitar la prociclicidad, asegurando que los ingresos por encima de la previsión no sean utilizados para financiar gasto discrecional, aumentar el gasto estructural, y debilitar la posición fiscal del país en el mediano plazo. Las reglas de ingresos por lo general requieren que el exceso de ingresos se utilice para reducir el déficit o sea colocado en un fondo para contingencias futuras.

Como se mencionó en la introducción, las reglas fiscales tienen como objetivo corregir los incentivos distorsionantes en la formulación de políticas públicas. Buscan corregir la miopía que surge de las preocupaciones sobre las perspectivas electorales que no toman en cuenta los costos a largo plazo.

También, las reglas fiscales, tienen como objetivo resolver el problema de bien público que ocurre cuando grupos con intereses particulares no internalizan el impacto presupuestario total de sus demandas. Sin embargo, la aplicación o implementación de las reglas fiscales plantea varias inquietudes: (1) las reglas fiscales que carecen de suficiente compromiso político minan la credibilidad de la política pública; (2) techos de deuda o déficit inflexibles se traducen en medidas fiscales procíclicas en los malos tiempos o desvían el capital político de otras políticas, como reformas estructurales de largo plazo; y (3) las reglas pueden perjudicar la transparencia, ya que pueden alentar operaciones fuera de balance y contabilidad creativa (FMI, 2009).

Respecto a este último punto, vale la pena recordar el caso de la crisis de deuda soberana en Grecia, que muestra que cualquier regla fiscal por moderna y sofisticada que sea, inclusive en países avanzados y con instituciones fuertes, pueden realizar operaciones fuera de balance y contabilidad creativa en perjuicio de la sostenibilidad fiscal del país. Grecia, como todos los países miembros de la Unión Europea (UE), al firmar el Tratado de la Unión Europea (Tratado de Maastrich), se comprometió con una regla fiscal que establece un límite de 3 por ciento del PIB en su déficit presupuestario y un límite de 60 por ciento del PIB en su deuda pública.

En apariencia Grecia cumplió con estas condiciones y entró a la zona euro, pero tiempo más tarde, se reveló que Grecia se había estado financiando con operaciones por debajo de la línea o fuera de la definición de déficit público (contabilidad creativa), por lo que realmente no cumplía con la regla fiscal del Tratado de Maastrich (Nelson, 2015).

La situación anterior, aunada a otros factores, llevó a Grecia a la profunda crisis fiscal en la que se encuentra actualmente.

Aun cuando existen casos como la situación de Grecia, la evidencia empírica sugiere que las reglas fiscales están asociadas con un mejor desempeño fiscal que el que se observa en economías sin reglas fiscales o reglas inoperantes (por ejemplo Debrun et al, 2008; Deroose, Moulin, y Wierts, 2006; Debrun y Kumar, 2007; y Corbacho y Schwarts, 2007). En general, la evidencia sugiere que, si bien las reglas fiscales podrían servir como una tecnología de compromiso útil para contrarrestar la inconsistencia temporal y distorsiones políticas, no conducen automáticamente al control presupuestario.

Su efectividad depende del diseño adecuado, la presencia de un marco institucional de soporte, y la existencia de un amplio consenso sobre los objetivos fiscales.

*3.2 El Marco Regulatorio de Política Fiscal en México.*

El manejo de la política fiscal en México se ha guiado por autorizaciones anuales del Congreso de la Unión, en materia de ingresos y egresos, que establecen límites netos de endeudamiento en seguimiento a una supuesta "regla de oro".

A partir de 1998, se han introducido reglas fiscales contingentes para contener los choques inesperados en las finanzas públicas, que se han introducido anualmente en el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) y han evolucionado con el tiempo. El propósito principal de este conjunto de reglas ha sido establecer procedimientos previos para absorber el déficit de ingresos no previstos a través de fondos de estabilización creados con ingresos excedentes, así como a través de recortes de gastos.

Este marco se institucionalizó en 2006 en la Ley de Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH). Desde entonces y hasta la reforma hacendaria de 2013, el Gobierno Federal tenía la obligación de seguir una regla de "balance presupuestario", en donde el endeudamiento sólo se permite en tiempos de crisis económicas (cuadro 2.1, anexo).

Al mismo tiempo, México ha venido avanzado hacia la transparencia fiscal. A partir de 1999, toda la información de la Cuenta de la Hacienda Pública Federal y del PEF se ha hecho accesible electrónicamente[79].

Asimismo, mientras que desembolsos o gastos inesperados fuera del presupuesto ya habían sido eliminados en la práctica, en 2001 el gobierno presentó una reforma constitucional para abolir formalmente esos desembolsos que estuvieran fuera del presupuesto aprobado. En general, desde 2001 la información más detallada y oportuna se ha dado a conocer en

79 Aunque se ha avanzado en el acceso a la informacion, aun es dif cil seguir las estad sticas de las finanzas publicas de manera clara, debido a la falta de consistencia en las metodolog as de medicion. Por ejemplo, ante los cambios de metodolog a derivados de la reforma fiscal de 2013, se modificaron las series de datos hacia atras sin mantener los datos con la metodolog a anterior, lo que hace confuso su seguimiento a traves del tiempo.

los informes mensuales sobre la evolución de las finanzas públicas con considerable detalle sobre ingresos, gastos y endeudamiento.

También en 2001, se introdujo una nueva medida de las necesidades totales de financiamiento del gobierno, los Requerimientos Financieros del Sector Público (RFSP). Aunque no estaban atados a una regla fiscal en la cual se deba cumplir una meta por ley, los RFSP se presentaron como un indicador del balance fiscal que analíticamente es más significativo e integral que la medida oficial, el llamado "balance tradicional", que si tenía una meta legal que cumplirse cada año.

Dichas reglas contingentes han ayudado a promover finanzas públicas sanas, incluso en momentos de desaceleración económica y de incertidumbre. Esto ha permitido que la economía resista los efectos de la desaceleración y la incertidumbre en los mercados mundiales de una manera ordenada. La tabla 3.1 (anexo) resume, de manera breve, la historia del marco normativo de la política fiscal mexicana.

### *3.2.1 Problemas de la Regla Fiscal Mexicana vigente hasta 2013.*

Las reglas fiscales implementadas hasta el 2013[80], no han cumplido su fin último: anclar a las finanzas públicas en una trayectoria estable y sostenible en el mediano y largo plazo. La política fiscal mexicana ha presentado los siguientes problemas: (1) ha sido a menudo procíclica; (2) provocó un equilibrio político en el que para cumplir con la regla de balance en el Congreso se utilizaban prácticas presupuestales inadecuadas; (3) ha generado complacencia al pensar que se tenían presupuestos balanceados con una definición de balance presupuestal poco transparente, y (4) ha mermado la capacidad de ahorro de los fondos de estabilización.

La política fiscal ha sido a menudo procíclica al no existir mecanismos vinculantes para ahorrar los ingresos excedentes, y el marco institucional tiende hacia tener un déficit presupuestal cada año. Por ejemplo, la

80 Todos los aspectos de la nueva regla fiscal entraron en vigor a partir de 2015.

prociclicidad se presentó en 1998, cuando la economía mexicana se vio sacudida por la caída de los precios internacionales del petróleo, y el gasto público se redujo para alcanzar el objetivo de déficit fiscal. Por otra parte, en 2000, cuando los precios del petróleo eran más altos que los años anteriores y el crecimiento económico aumentó, el gasto en programas sociales también aumentó, manteniendo la prociclicidad de la política fiscal.

Del mismo modo, entre 2004 y 2008, el PIB observado fue superior al de tendencia, sin que esto se tradujera en una mejora significativa de la posición fiscal (gráfica 3.1). Sólo después de la crisis de 2009 el gobierno fue capaz de llevar a cabo una política fiscal contracíclica para contrarrestar los efectos de la recesión económica. Sin embargo, el marco jurídico no obligó al Gobierno Federal a compensar este déficit con excedentes cuando la economía operará por encima del potencial, permitiendo así un sesgo hacia el déficit durante el ciclo (déficit durante las recesiones y ausencia de superávit durante la expansión económica).

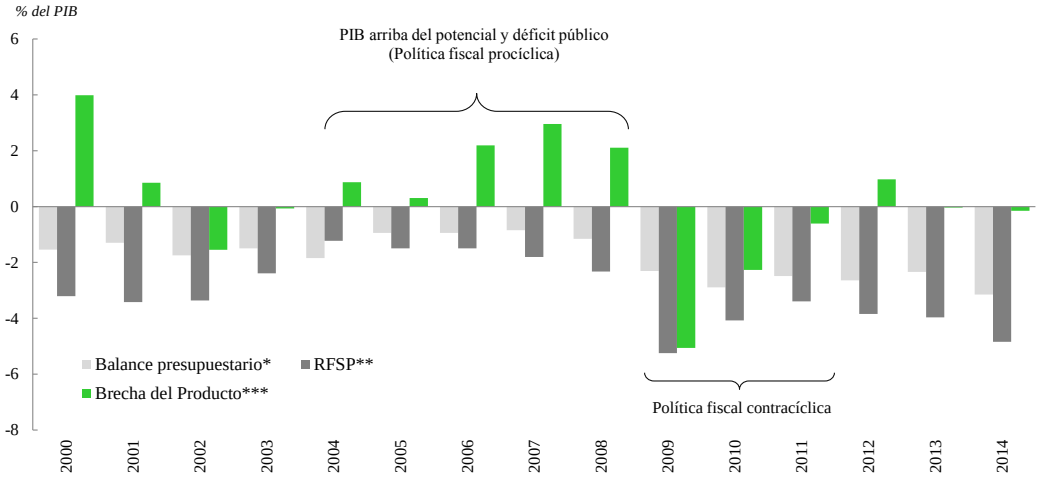
Para probar sistemáticamente el carácter cíclico de la política fiscal mexicana, comparo la posición del equilibrio presupuestario con la posición de la brecha del producto durante un período de quince años a partir del 2000[81]. Un número positivo (negativo) en la brecha del producto indica un aumento (disminución) del PIB con respecto al PIB potencial, y un cambio en el equilibrio presupuestario se asocia con un impulso fiscal. Un impulso fiscal se refiere a los cambios en el balance fiscal del gobierno como porcentaje del PIB de un año a otro. Un número negativo (positivo) indica un estímulo fiscal (retiro de los estímulos fiscales) al tener un déficit (superávit) presupuestal.

Por lo tanto, podemos decir que la política fiscal es contracíclica (procíclica) siempre que la brecha del producto y el impulso fiscal tengan signos iguales (opuestos). Como muestra la gráfica 3.1, en el período de 2000 a 2014, la política fiscal fue procíclica ocho veces, neutral en tres ocasiones, y contracíclica solamente en cuatro ocasiones, lo que, hasta la reforma fiscal de 2013, califica a la política fiscal mexicana como mayormente procíclica.

81 Para estimar el PIB potencial aplico un filtro Hodrick-Prescott estandar (lamda 100) usando el PIB observado de 1985 al 2015 y el consenso de las estimaciones del PIB para 2016-2017.

**Gráfica 3.1 Ciclicidad de la Política Fiscal**

*Porcentaje del PIB*




*/ Ajustado por PIDIREGAS.
**/ Ajustados por ingresos no recurrentes.
***/ Diferencial entre el PIB observado y el PIB potencial. Números positivos indican que el PIB se encuentra por arriba de su pontencial. Para estimar el PIB potencial aplico un filtro Hodrick-Prescott estándar (lamda 100) usando el PIB observado de 1985 al 2015 y el consenso de las estimaciones del PIB para 2016-2017.
Fuente: Cálculos propios con información de INEGI y SHCP.

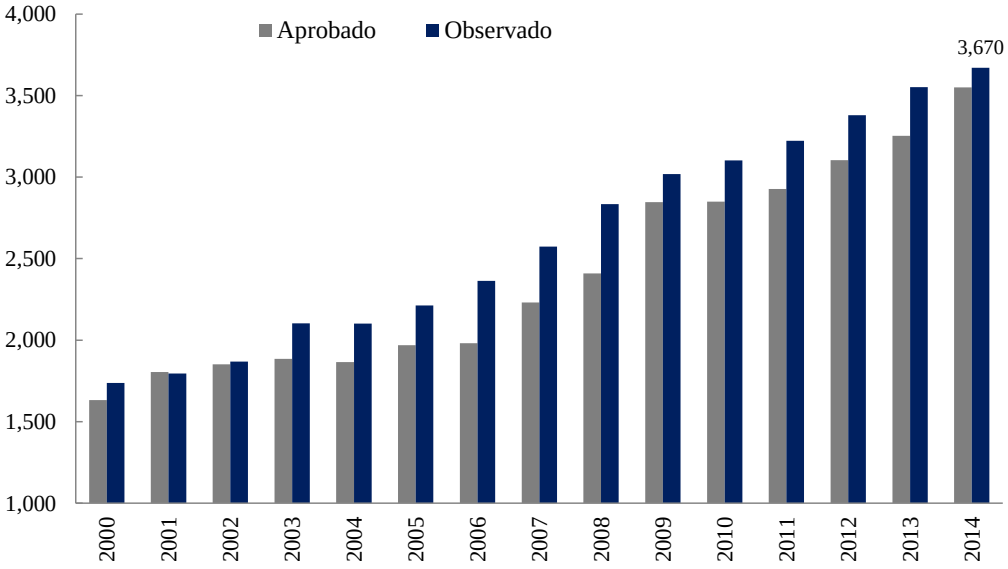
El segundo problema de la política fiscal mexicana se presentaba durante el proceso de aprobación y ejecución del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF). Durante el proceso de aprobación, la necesidad de cumplir con la regla de balance, al menos en carátula, fue provocando prácticas presupuestales inadecuadas como la sub-presupuestación, mencionado así por el Fondo Monetario Internacional (2013). La sub-presupuestación consiste en plantear un PEF con un nivel de gasto menor al requerido solamente para su aprobación en la H. Cámara de Diputados, el cual no sería respetado durante el ejercicio del año, resultando en excesos de gasto durante la ejecución del presupuesto. Lo anterior se puede observar en la gráfica 3.2 donde se muestra como el gasto real observado ha superado las previsiones presupuestarias de cada uno de los últimos doce años.

Entre 2004 y 2014, el gasto programable adicional al presupuestado ha sido en promedio de 11 por ciento del gasto programable aprobado, lo que equivale a

277 miles de millones de pesos de 2015 de exceso de gasto cada año sobre lo aprobado por la Cámara de Diputados y plasmado en el PEF. Estos sobre-ejercicios en el gasto se fondeaban con ingresos excedentes, patrimonio (ingresos no recurrentes) y déficit. El hecho de que los excesos de gasto no sólo se observarán en el gasto neto total sino en el gasto programable apunta con mayor precisión a prácticas de sub-presupuestación durante la aprobación del presupuesto, ya que el gasto programable, en teoría, puede tener una planeación más precisa y evitar desviaciones importantes sobre lo previsto inicialmente.

**Gráfica 3.2 Gasto Programable del Sector Público**

*Miles de millones de pesos de 2015*




Asimismo, del 2000 al 2008, se creía que se tenía un presupuesto balanceado, es decir, que se tenía un déficit cero o en niveles muy cercanos a ello. Esto era cierto para la definición arbitraria que era el balance presupuestario "tradicional", el cual excluye la inversión de Pemex, así como la contabilidad

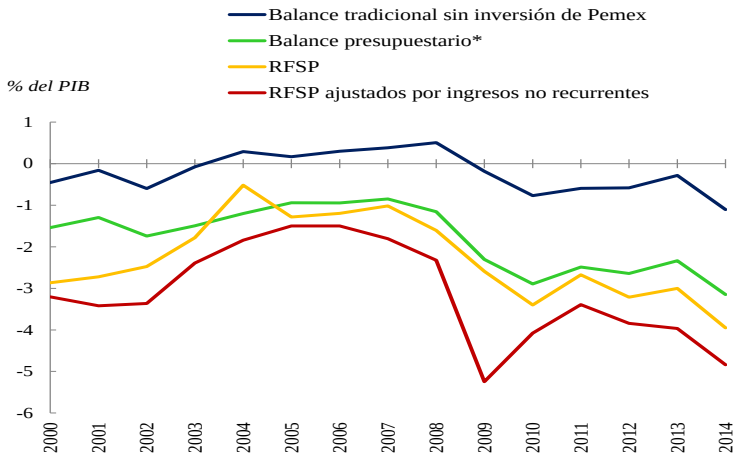
de otros ingresos, lo que no permite observar de manera clara la posición fiscal del sector público.

Así, como se muestra en la gráfica 3.3, se generaba complacencia entre los políticos, los hacedores de política fiscal y el público en general, al pensar que se tenía un presupuesto balanceado hasta el 2008 y un déficit moderado del 2009 en adelante, mientras que en realidad la posición fiscal se iba deteriorando cada vez más con financiamientos por debajo de la línea (ingresos no recurrentes). La complacencia que brindaba la regla fiscal basada en el balance tradicional incentivaba las prácticas presupuestales inadecuadas mencionadas anteriormente, pues no tomaba en cuenta como se financiaba el exceso de gasto.

La medida de balance tradicional perdió gradualmente su importancia para seguir la posición fiscal real o como un ancla fiscal efectiva. Así, los RFSP[82] ajustados por ingresos no recurrentes ofrecen una alternativa más transparente para el análisis de la relación estructural entre los ingresos y el gasto público

**Gráfica 3.3 Medidas de Balance Fiscal**

*Porcentaje del PIB*




*/ Ajustado por PIDIREGAS.
Fuente: Cálculos propios con información de SHCP.

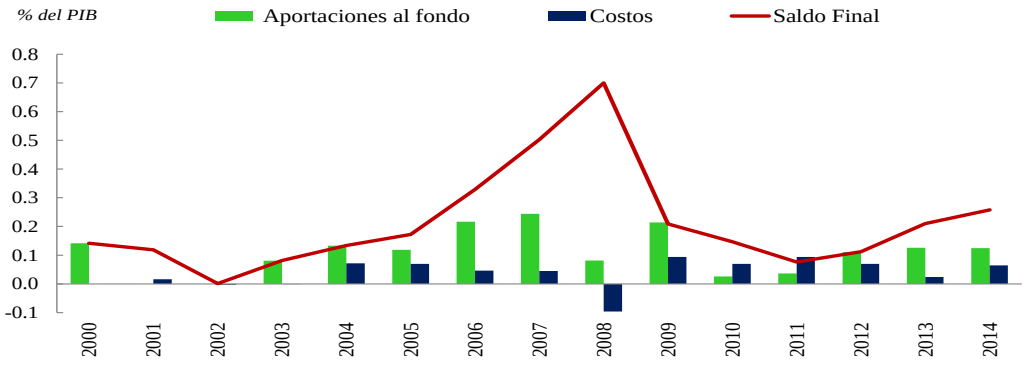
82 F

En cuanto a los fondos de ahorro y de contingencias, el marco legal utilizado hasta 2013 demostró no ser del todo eficaz. Se presentaban dos problemas que limitaron el ahorro: (1) se permitían desviaciones de los ingresos excedentes antes de que entrarán a los fondos, y (2) se modificaban las reglas de operación para permitir el uso de los recursos que llegaban a los fondos ante una gran variedad de situaciones.

Como se muestra en la gráfica 3.4, en el período 2006-2008, el ahorro en el Fondo de Estabilización de los Ingresos Presupuestarios[83] (FEIP) sólo acumuló 0.7 por ciento del PIB, lo que estuvo muy por debajo de lo necesario para absorber una caída estimada en los ingresos debido a factores cíclicos en 2009 del 2.0 por ciento del PIB, a pesar de que los ingresos por encima de la tendencia acumulados entre 2005 y 2008 ascendieron a cerca de 18 por ciento del PIB.

**Gráfica 3.4 Saldo del Fondo de Estabilización de los Ingresos Presupuestarios**

*Porcentaje del PIB*




*/ Se refiere a los costos de comisiones y coberturas netos de ingresos por intereses. En 2008, el valor negativo se debe a que los ingresos por intereses fueron mayores que los costos.
Fuente: Cálculos propios con información de la SHCP.

83 Es el principal fondo de estabilizacion los ingresos del Gobierno Federal. Previo la reforma fiscal de 2013, su nombre era Fondo de Estabilizacion de los Ingresos Petroleros.

*3.2.2 La Reforma Fiscal de 2013: Una Nueva Regla Fiscal.*

Dadas las deficiencias previamente discutidas que ya mostraba la regla fiscal anterior, en 2013, el gobierno mexicano propuso reformas a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH) para avanzar hacia una regla de balance estructural implícita. Todos los componentes de la nueva regla fiscal entraron en vigor en 2015, por lo que la evaluación de su implementación con los resultados observados de un solo año sería prematura.

Esta nueva legislación construye sobre la regla de balance anterior con el objetivo de mejorar la posición fiscal cuando la actividad económica crezca por arriba de su potencial, limitando el crecimiento del gasto y anclando la posición fiscal en una trayectoria sostenible en el tiempo. Una regla balance estructural implícita imita los beneficios asociados a una regla de balance estructural estándar o regla de balance ajustado en función del ciclo (como en el caso Chile) en términos de reducir los sesgos procíclicos y de déficit, con el beneficio adicional de ser más fácil de implementar, pues no depende de un organismo fiscal autónomo que suele estar ausente en marcos institucionales débiles (Mier y Terán, 2014).

Como parte de la reforma fiscal de 2013, el Congreso aprobó una serie de enmiendas a la LFPRH para fortalecer la regla fiscal de México, establecer un ancla fiscal a mediano plazo basada en los RFSP, y aumentar la tasa de ahorro de ingresos excedentes a través del ciclo económico.

Esta reforma está diseñada para resolver los cuatro problemas descritos en la sección anterior, que hasta 2013, México venía implementando en su política fiscal. El Gobierno propuso transitar hacia una regla de balance estructural implícita, mediante la adición de un tope de gasto a la regla de balance fiscal anterior. Con esto se busca generar un mayor ahorro en la parte alta del ciclo económico que sirve como amortiguador fiscal durante crisis económicas.

Para implementar esta regla, el Gobierno de la República estableció un límite de crecimiento para una medida ad hoc de los gastos corrientes: el Gasto Corriente Estructural (GCE). Esta medida de gasto corriente excluye el gasto en

inversión, las pensiones, gastos de combustible de CFE, y el gasto no-programable (costo financiero, participaciones y Adefas). Formalmente, el Artículo 2, fracción XXIV Bis, define el gasto corriente estructural como sigue:
*"Gasto corriente estructural: el monto correspondiente al gasto neto total, excluyendo los gastos por concepto de costo financiero, participaciones a las entidades federativas, a los municipios y demarcaciones territoriales del Distrito Federal, adeudos de ejercicios fiscales anteriores, combustibles utilizados para la generación de electricidad, pago de pensiones y jubilaciones del sector público, y la inversión física y financiera directa de la Administración Pública Federal."*

En cuanto al gasto en inversión física, el límite del GCE deja el gasto en inversión sin restricciones. Sin embargo, limita el crecimiento de las transferencias para gasto en inversión física a los gobiernos locales[84]. El gasto en capital no tiene un tope en el GCE; no obstante, su crecimiento estará anclado por la regla de balance presupuestario tradicional, así como por la meta de los RFSP.

El tope de gasto no sólo será vinculante durante el proceso de presupuestario. También con la modificación a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria se obliga al gobierno a obedecer el límite de crecimiento en el ejercicio de gasto observado a finales de año.

Esto ayuda a eliminar incentivos de prácticas de sub-presupuestación, donde los gastos irreductibles (por ejemplo, pensiones) estén subestimados en el presupuesto para hacer espacio para otras partidas de gasto, con lo que satisface la regla de balance en el momento de autorizar el presupuesto, sabiendo que de cualquier manera al final del año, el gasto irreductible estaría cubierto (por lo general con ingresos excedentes o activos) y no se cumpliría con la regla de balance establecida.

84 Aproximadamente el 20 por ciento del gasto total en inversion lo ejercen los gobiernos locales.

El objetivo de este límite de gasto es el de establecer una restricción jurídicamente vinculante que pueda fijar el gasto corriente en una senda de crecimiento más lenta que el PIB. En el período 2007-2014, el gasto corriente estructural promedió un crecimiento anual de 4.6 por ciento, en términos reales.

La modificación a la ley requiere que crezca a una tasa anual de menos del 2.0 por ciento durante 2015[85] y 2016; y a una tasa igual a la del crecimiento potencial del PIB a partir de entonces. La tasa de crecimiento del PIB potencial la propone el Gobierno Federal al Congreso a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en los Criterios Generales de Política Económica (CGPE) al momento de presentar el Paquete Económico para el año fiscal siguiente.

La metodología para el cálculo del PIB potencial se establece de manera transparente y sencilla en el artículo 11 C del Reglamento de la LFPRH. En el Paquete Económico 2016, se estimó que la tasa de crecimiento real del PIB potencial es de 2.8 por ciento y se estableció el límite máximo del gasto corriente estructural para ejercicio fiscal 2016 en 2,236 mmp, lo que equivale a 11.7 por ciento del PIB aproximadamente.

Por otra parte, a partir de 2015, la reforma fiscal eleva la importancia de los RFSP, estableciendo esta medida como un ancla fiscal a mediano plazo en el mismo nivel legal que la meta fiscal anterior (el "balance tradicional") que había perdido relevancia como un ancla fiscal efectiva. Por lo tanto, la LFPRH ahora requiere que el gobierno establezca metas anuales para los RFSP que han de cumplirse para el final del año fiscal[86]. La ley también requiere proyecciones a cinco años de los RFSP, en consonancia con una trayectoria de la deuda pública sostenible.

85 De acuerdo a los Informes sobre la Situacion Economica, las Finanzas Publicas y la Deuda Publica al Cuarto Trimestre de 2015 de la SHCP (2016), el crecimiento del GCE en 2015 fue 78.9 mmp superior a lo previsto, lo que equivale a un crecimiento del 3.8 por ciento real anual respecto al ano anterior, incumpliendo el l mite maximo establecido en la LFPRH. Este incumplimiento debera ser explicado en la Cuenta Publica 2015.

86 En 2015, se cumplio la meta de RFSP de 4.1 por ciento del PIB.

Los factores determinantes para el cálculo de una trayectoria sostenible estarán establecidos en los reglamentos legales, así como en una nota metodológica anual publicada por la SHCP. Estas nuevas medidas anclarán la trayectoria de los RFSP, y establecen un compromiso público con una política fiscal de mediano plazo de la cual será políticamente costoso desviarse, pues el gobierno puede perder credibilidad y capacidad de negociación ante organismos internacionales, inversionistas y actores políticos de oposición.

Además, la reforma fiscal contempló varias medidas para mejorar el marco regulatorio de los fondos de estabilización. El objetivo fue limitar el propósito de los fondos de estabilización corrientes a la gestión intra-anual de efectivo, y separar ahorro para fines a largo plazo en un vehículo diferente. La meta es gestionar el exceso de ingresos para aumentar el ahorro a través el ciclo económico.

Así en el marco de la aprobación de la reforma energética, que también contempla cambios en el esquema de gestión de los ingresos excedentes, se creó un fondo soberano de riqueza (el Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo) para generar ahorro preventivo de largo plazo. La lógica que subyace detrás del Fondo Mexicano del Petróleo (FMP) es transformar la riqueza asociada a las fuentes no-renovables en una inversión en una cartera de activos diversificados. El fondo permite así la creación de un vehículo financiero para mitigar la exposición de las finanzas públicas a las crisis del petróleo en el futuro.

La nueva regla de balance estructural implícita, está diseñada para hacer frente a los problemas discutidos en la sección anterior y de acuerdo a los estándares internacionales vigentes (FMI, 2014). Sin embargo, su implementación conlleva varios retos, que de no ser superados implicaría que la posición fiscal de México podría continuar deteriorándose.

Como la nueva regla fiscal supone ajustes importantes en las finanzas públicas, el Gobierno debe evitar caer en el ajuste a modo del cálculo del PIB potencial para acrecentar el gasto corriente estructural y en la creatividad de las definiciones o reclasificación de los conceptos fiscales (como el balance fiscal,

la inversión productiva, el gasto corriente estructural etc.) como estrategia para evitar algunas restricciones.

De igual manera, el cumplimiento irrestricto de la meta de los RFSP es el reto de mayor relevancia, pues es el mecanismo que fija una trayectoria estable y sostenible de las finanzas públicas mexicanas. Asimismo, aunque no es requisito de ley, cumplir con la meta de los RFSP implicaría lograr balances primarios superavitarios, como los observados entre el 2000 y 2008.

## 4. Simulaciones de Diversas Reglas Fiscales para México, 2015-2030.

Este capítulo ofrece una evaluación del impacto de la nueva regla fiscal en las finanzas públicas mexicanas, contrastando los posibles resultados de la nueva regla de balance estructural implícita contra los que otros diseños de política fiscal podrían generar. Para este propósito, se simula la dinámica que las finanzas públicas mexicanas tendrían en distintos escenarios económicos y bajo las siguientes cuatro reglas fiscales: (1) sin regla fiscal; (2) una regla de equilibrio presupuestario; (3) una regla de balance con una cláusula de escape; y (4) una regla de balance con una cláusula de escape y un techo de gasto (regla de balance estructural implícita, vigente en México a partir de 2015).

Posteriormente, se realizan comparaciones de las diferentes reglas fiscales en términos de la viabilidad de la trayectoria del gasto público, el balance fiscal, la sostenibilidad de la deuda y la ciclicidad de la política fiscal. Por otro lado, también se presenta una simulación de lo que hubiera pasado con las finanzas públicas si la regla de balance estructural implícita actual hubiera estado vigente desde el 2000.

El presente capítulo está organizado de la siguiente manera. En la primera sección, se describen los cuatro escenarios económicos (optimista, conservador, desaceleración económica y crisis económica en 2018) sobre los que los diferentes diseños de política fiscal serán evaluados. Posteriormente, se estable el marco metodológico donde se explican y justifican los supuestos utilizados para estimar la dinámica de las finanzas públicas hacia adelante.

Así, cada escenario económico está asociado a una trayectoria distinta del ingreso, del gasto público y, en consecuencia, a una trayectoria del balance presupuestario. En la tercera sección, las simulaciones de las cuatro distintas trayectorias de finanzas públicas son evaluadas bajo los cuatro arreglos fiscales mencionados anteriormente. La cuarta sección muestra una simulación de cuál hubiera sido la trayectoria de las finanzas públicas si una regla de balance estructural implícita hubiera estado vigente del 2000 al 2015. La última sección resume los resultados de las simulaciones.

*4.1 Escenarios Económicos 2016-2030.*

Con el objetivo de evaluar los diferentes arreglos fiscales ante distintas situaciones que la economía mexicana pudiera presentar, se definen de manera arbitraria cuatro diferentes escenarios económicos de referencia en términos de las principales variables que afectan las finanzas públicas: (1) el Producto Interno Bruto; (2) la inflación; (3) el tipo de cambio; (4) la tasa de interés; (5) el precio de la mezcla mexicana de petróleo y (6) la plataforma de producción de petróleo. Cada escenario cuenta con una trayectoria determinada del 2016 al 2030 de cada una de estas variables (tabla 4.1, anexo). Los escenarios planteados funcionan como un referente de comparación, o modelo base, que permite ilustrar lo que pasaría con las finanzas públicas bajo distintos panoramas económicos.

Si bien los escenarios fueron construidos arbitrariamente, todas las variables se encuentran acotadas en un rango de más/menos dos desviaciones estándar de su promedio de los últimos 15 años. En otras palabras, si asumimos que las variables económicas mencionadas se comportan como variables con una distribución normal, todas las variables de los distintos escenarios construidos estarían contenidos en un intervalo de confianza con un 95 por ciento de probabilidad de ocurrir.

Por ejemplo, el promedio de la inflación del 2000 al 2015 es de 4.5 por ciento con una desviación estándar de 1.6, por lo que los escenarios construidos para la inflación están acotados con un límite inferior de 1.3 por ciento y un límite

superior de 7.6 por ciento[87]. Asimismo, las trayectorias de las variables que integran los escenarios son consistentes con la situación económica que se pretende reflejar.

En el escenario "*optimista*" se proyecta una trayectoria positiva de las variables económicas, particularmente del crecimiento del PIB que crece de manera sostenida durante el periodo simulado y observa un repunte significativo en 2024. El PIB promedia un crecimiento de 4.0 por ciento real anual del 2016 al 2030, que se compara positivamente contra el promedio de 2.4 por ciento anual observado en los últimos 15 años.

El crecimiento de precios se mantiene estable en 3.0 por ciento, mientras que el tipo de cambio se aprecia en promedio 0.5 por ciento cada año, dado el actual diferencial de precios entre México y Estados Unidos. La tasa de interés observa un crecimiento gradual conforme a la expectativa de la normalización de política monetaria de Estados Unidos. En el frente petrolero, tanto el precio del petróleo, como la plataforma de producción aumentan consistente y significativamente durante el periodo. Este escenario refleja una situación con condiciones favorables para la economía mexicana y las finanzas públicas.

En el segundo escenario denominado "*conservador*" se observan condiciones económicas positivas pero más moderadas que el escenario "*optimista*". La economía crece de manera sostenida pero a menores tasas, creciendo por arriba del 3.0 por ciento a partir del 2020 hasta el final del periodo. La inflación se mantiene controlada pero variando por arriba del 3.0 por ciento sin exceder un crecimiento en los precios por arriba del 4.0 por ciento ningún año. El tipo de cambio varía alrededor de un nivel de 18 pesos por dólar, mientras que las tasas de interés aumentan en una trayectoria similar a la del escenario anterior. En cuanto a las variables petroleras, el precio de la mezcla mexicana aumenta constantemente hasta llegar a un precio máximo de 61 dólares por barril en 2030, mientras que la plataforma de producción continua su

87 Si la inflacion tuviera una distribucion normal, podr amos afirmar que existe un 95 por ciento de probabilidad que la inflacion del siguiente ano se encuentre en ese rango (1.3, 7.6).

disminución[88] los primeros 5 años para después observar ligeros incrementos anuales durante el resto del periodo. El escenario "conservador" se apega a una proyección moderadamente positiva de la economía.

El escenario "*desaceleración*" supone una situación económica adversa durante todo el periodo de proyección, en donde la desaceleración de la economía se acentúa del 2018 al 2023. En este escenario, la tasa de crecimiento del PIB promedia 2.1 por ciento real anual, con un crecimiento mínimo de 1.1 por ciento y un máximo de 2.8 por ciento real anual.

La inflación se mantiene en niveles moderadamente estable por debajo del 4.5 por ciento anual, mientras que el tipo de cambio observa una depreciación constante durante el periodo hasta llegar a 20.7 pesos por dólar. La tasa de interés nominal promedio muestra ligeros incrementos sin superar una tasa de 6.0 por ciento anual. El precio del petróleo se recupera ligeramente sin rebasar los 55 dólares por barril y la producción de petróleo no supera los 2,200 mil barriles diarios. Este escenario presenta condiciones económicas negativas en línea con un desempeño relativamente débil de la situación económica del país.

Por último, el escenario de "*crisis en 2018*" [89] simula una crisis similar a la vivida a partir del 2008. Del 2017 al 2024 se emula lo sucedido del 2007 al 2014, en términos de las tasas de crecimiento que las variables económicas observaron durante ese periodo. Del 2024 en adelante, se proyecta una lenta recuperación de la economía. Este escenario permitirá evaluar lo que sucedería con las finanzas públicas en caso de una crisis económica similar a la observada recientemente[90].

88 Desde el 2005 la plataforma de produccion de petroleo ha disminuido en promedio 3.5 por ciento anual. Para el 2017 descendera otro 4.5 por ciento respecto a 2016 segun el documento relativo al cumplimiento de las disposiciones contenidas en el art culo 42, fraccion I, de la LFPRH conocido como "Pre-Criterios" 2016.

89 En este escenario, el crecimiento del PIB en 2018 esta fuera del intervalo de confianza establecido para emular de mejor manera la crisis economica de 2008.

90 Algunos economistas no descartan un nuevo escenario de recesion global. Ver Buiter (2012), Summers (2013), Krugman (2013).

La tabla 4.1 (anexo) muestra la trayectoria del 2016 al 2030 de las distintas variables económicas bajo los diferentes escenarios planteados, que serán tomadas como variables exógenas para construir las simulaciones de las finanzas públicas hacia adelante.

*4.2 Marco Metodológico.*

Para generar la dinámica de las finanzas públicas del 2016 al 2030, hago estimaciones de la trayectoria de los ingresos presupuestarios y del gasto público, utilizando supuestos concretos para cada rubro de ingreso y de gasto, de acuerdo a su comportamiento observado durante los últimos 15 años y a consideraciones específicas para cada concepto.

Asimismo, se hacen supuestos para el cálculo de los Requerimientos Financieros del Sector Público (RFSP) y su Saldo Histórico que se construyen a partir del balance presupuestario resultante de la trayectoria del ingreso y del gasto público. Los supuestos utilizados para generar las estimaciones no cambian bajo los diferentes escenarios económicos y tienen el objetivo de mantener consistencia en la trayectoria de las variables fiscales. Sin embargo, algunos supuestos relacionados con el gasto público pueden cambiar por el diseño de la regla fiscal que se está evaluando.

Por ejemplo, la regla de balance estructural implícita define una regla específica para el crecimiento del gasto corriente estructural, que se diferencia de los supuestos originales. Cuando esto sucede, se mencionan las modificaciones que se están aplicando.

*4.2.1 Estimación de los Ingresos Presupuestarios y del Gasto Público*

El cuadro 4.1 explica la metodología utilizada para estimar cada rubro de los ingresos presupuestarios totales. Por su parte, el cuadro 4.2 expone la metodología utilizada para estimar el gasto público total.

**Cuadro 4.1 Metodología de Estimación de los Ingresos Presupuestarios**

| Concepto | Metodología de Estimación |
|---|---|
| **Ingresos Presupuestarios** | **Suma de Ingresos Petroleros y No Petroleros.** |
| **Petroleros** | Considera el efecto conjunto de las sensibilidades de las finanzas públicas de la plataforma de producción de petróleo, el pecio de la mezcla mexicana y el tipo de cambio (SHCP, 2015) [91].<br>1. Se estima que una disminución de 50 mbd en la plataforma de producción de crudo genera una caída de 0.07 por ciento del PIB en los ingresos petroleros.<br>2. El precio del petróleo tiene dos efectos. Por un lado, un mayor precio incrementa los ingresos por exportaciones de petróleo; por otro, aumenta los gastos por importación de hidrocarburos para Pemex. Se estima que el efecto neto de la caída en un dólar en el precio del petróleo sobre los ingresos petroleros del sector público es equivalente a una reducción de 0.02 por ciento del PIB.<br>3. El tipo de cambio del peso con el dólar afecta a los ingresos petroleros en moneda nacional debido a que una proporción elevada de los mismos está asociada a las exportaciones de crudo netas de importaciones de hidrocarburos. Por tanto, se estima que una apreciación del tipo de cambio promedio de 10 centavos disminuye los ingresos petroleros en 0.01 por ciento del PIB. |
| **No Petroleros** | Suma de los Ingresos del Gobierno Federal y de Organismos y Empresas. |
| Gobierno Federal | Suma de Ingresos Tributarios y No Tributarios. |
| Tributarios | Según el estudio de Cárdenas et al (2008), CEFP (2009) y en línea con el rango de elasticidad que utiliza el Gobierno Federal para la estimación de los |

91 Sensibilidades de las finanzas publicas publicadas en los Criterios Generales de Pol tica Economica (CGPE) 2016. Se utilizan las sensibilidades de 2016 para toda la trayectoria asumiendo que permanecen constantes (como porcentaje del PIB) durante el periodo de proyeccion.

| | |
|---|---|
| | ingresos no petroleros (SHCP, 2015), se estima que los ingresos tributarios crecen a una elasticidad de 1.2 respecto al crecimiento PIB. |
| No tributarios | Se mantiene la misma proporción del PIB que el promedio de los últimos cinco años (1.6 por ciento del PIB) ya que históricamente los ingresos no tributarios no presentan una varianza significativa. |
| Organismos y empresas (CFE, IMSS e ISSSTE) | Se mantiene la misma proporción del PIB que el promedio de los últimos cinco años (3.8 por ciento del PIB) ya que históricamente los ingresos percibidos por este concepto no presentan una varianza significativa. |

**Cuadro 4.2 Metodología de Estimación del Gasto Público**

| Concepto | Metodología de Estimación |
|---|---|
| **Gasto Neto Pagado** | **Suma del Gasto Programable y No Programable.** |
| **Programable** | Suma del Gasto Corriente y del Gasto de Capital. |
| Corriente | Suma del Gasto en Servicios Personales, Otros Gastos de Operación y el Gasto en Subsidios y Transferencias. |
| Servicios personales | El gasto en servicios personales ha mantenido un crecimiento constante en los últimos 15 años, por lo que se estima que este concepto de gasto aumente a la misma tasa que el promedio de crecimiento de los últimos cinco años (2.5 por ciento real anual)[92]. |
| Otros gastos de operación | Suma del Gasto en Pensiones y el Gasto en Servicios Generales, Materiales y Suministros y Otras Erogaciones. |

92 En los CGPE 2016, la SHCP supone un aumento del gasto en servicios personales de 1.0 por ciento real anual, reconociendo que un crecimiento de esta magnitud implica un esfuerzo de contencion importante, por lo que se considera que su estimacion es poco factible dado el crecimiento observado en los ultimos 15 anos (2.6 por ciento real anual).

| | |
|---|---|
| Pensiones | Las pensiones han mostrado un aumento constante en los últimos 15 años, por lo que se estima que crezcan a la misma tasa que el promedio de crecimiento de los últimos cinco años (7.5 por ciento real anual) [93]. |
| Servicios generales / Materiales y suministros / Otras erogaciones | Se mantiene constante como proporción del PIB en su promedio de los últimos cinco años (2.9 por ciento del PIB) ya que históricamente este concepto de gasto no presenta una varianza significativa. |
| Subsidios y transferencias | El gasto en subsidios y transferencias ha aumentado permanentemente en los últimos 15 años, por lo que se estima que el gasto por este concepto aumente conforme su tendencia, a la misma tasa que el promedio de su crecimiento de los últimos cinco años (8.3 por ciento real anual). |
| Capital | El gasto en capital ha observado una varianza importante en los últimos 15 años debido a su mayor discrecionalidad[94] dentro del gasto público. Por lo tanto, para su estimación, se mantiene la misma proporción del PIB que el promedio observado en los últimos diez años (4.6 por ciento del PIB). |
| **No Programable** | Suma del Costo Financiero, Participaciones, Adefas y otros. |

93 En los CGPE 2016, la SHCP supone un aumento del gasto en pensiones de 7.3 por ciento real anual con base en estudios actuariales disponibles, en l nea con el supuesto aqu propuesto.

94 Por ejemplo, Gonzalez (2002) encuentra que de 1957 a 1997 el Gobierno de Mexico ha utilizado el gasto en infraestructura (gasto en capital) para atraer votantes en tiempos electorales.

| | |
|---|---|
| Costo financiero | Considera el efecto conjunto de las sensibilidades de las finanzas públicas de la tasa de interés y el tipo de cambio (SHCP, 2015)[95].<br>1. La tasa de interés afecta el pago de intereses de la deuda a tasa variable y los costos de refinanciamiento de la deuda que vence. Se estima que el impacto de una variación de 100 puntos base en la tasa de interés nominal es equivalente a 0.08 por ciento del PIB.<br>2. El tipo de cambio afecta el servicio de la deuda denominada en moneda extranjera. Se estima que una apreciación del tipo de cambio promedio de 10 centavos disminuye el costo financiero en 0.01 por ciento del PIB. |
| Participaciones | El pago de participaciones depende directamente del monto de ingresos tributarios y petroleros del Gobierno Federal y, en los últimos 15 años, han mantenido una proporción constante respecto al total de ingresos. Por lo tanto, se estima que las participaciones mantengan la misma proporción que el promedio observado en los cinco años anteriores (14.5 por ciento de los ingresos presupuestarios totales). |
| Adefas y otros | Se mantienen constantes como proporción del PIB en su promedio de los últimos cinco años (0.1 por ciento del PIB) ya que históricamente este concepto de gasto no presenta una varianza significativa. |

### *4.2.2 Estimación de los Requerimientos Financieros del Sector Público y su Saldo Histórico.*

De acuerdo a la nueva metodología de medición de los Requerimientos Financieros del Sector Público (RFSP) aprobada en el marco de la reforma fiscal y en línea con los supuestos de mediano plazo de la SHCP (2015), el cuadro 4.3 muestra cómo se construyen las estimaciones de los RFSP.

95 Sensibilidades de las finanzas publicas publicadas en los Criterios Generales de Pol tica Economica (CGPE) 2016. Se utilizan las sensibilidades de 2016 para toda la trayectoria asumiendo que permanecen constantes (como porcentaje del PIB) durante el periodo de proyeccion.

## Cuadro 4.3 Metodología de Estimación de los Requerimientos Financieros del Sector Público

| Concepto | Metodología de Estimación |
|---|---|
| **RFSP** | **Suma del Déficit Presupuestario y de los Ajustes.** |
| **Déficit Presupuestario** | El que resulta de la diferencia entre el Gasto Neto Pagado y los Ingresos Presupuestarios Totales. |
| **Ajustes (1+2+3+4+5)** | Se toman los supuestos de los RFSP de mediano plazo establecidos por la SHCP en los CGPE 2016. El total de ajustes se estima en 0.5 por ciento del PIB cada año. |
| 1.Requerimientos financieros por PIDIREGAS[96] | Se prevé en 0.1 por ciento del PIB cada año. |
| 2.Requerimientos financieros del IPAB | Corresponden al componente inflacionario de la deuda y se estiman en 0.1 por ciento del PIB anual. |
| 3.Programa de deudores | Se prevé que el monto de los apoyos fiscales sea igual al cambio en sus obligaciones financieras, por lo que no incurrirán en mayores necesidades de financiamiento (0.0 por ciento del PIB). |
| 4.Banca de desarrollo y fondos de fomento[97] | Se prevé que sus necesidades de financiamiento, medidas como resultado de operación más las reservas preventivas para riesgos crediticios, se mantengan constantes en términos reales (0.0 por ciento del PIB). |
| 5.Adecuaciones a los registros presupuestarios[98] | Se estiman constantes en términos reales en un nivel de 0.3 por ciento del PIB. |

96 Proyectos de Infraestructura de Largo Plazo.

97 Incluye el Fondo Nacional de Infraestructura. Los requerimientos financieros corresponden al resultado neto de operacion de los bancos y fondos de fomento.

98 Conforme a las Adecuaciones a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, publicadas el 24 de enero de 2014, en espec fico el Art culo 2, fraccion XLVII.

En cuanto al cálculo del Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros del Sector Público (SHRFSP), se suma el monto de los Requerimientos Financieros del Sector Público del año corriente al saldo de la deuda (SHRFSP) del año anterior, ajustando por efectos de tipo de cambio y de cambios en la composición de la deuda. Al cierre de 2015, el 31 por ciento de la deuda estaba denominada en moneda extranjera y alrededor de 80 por ciento de ésta, se encontraba denominada en dólares estadounidenses (SHCP, 2016).

Para efectos de la estimación del SHRFSP del 2016 al 2030, se asume que en 2016 el 30 por ciento de la deuda total es deuda externa y que cada año el porcentaje de deuda denominada en moneda extranjera se reduce en medio punto porcentual hasta llegar a que la deuda externa represente 23 por ciento del total en el 2030. Lo anterior en línea con la política actual de diversificación de riesgos en el endeudamiento público. Asimismo, por simplicidad del cálculo de los ajustes cambiarios y considerando la composición actual de la deuda externa, se asume que el 100 por ciento de la deuda externa se encuentra denominada en dólares estadounidenses[99].

En suma, este conjunto de supuestos, dado cierto escenario económico, construye una estimación para cada concepto de las finanzas públicas del 2016 al 2030 que nos permitirá la evaluación de distintos diseños de política fiscal.

### *4.3 Evaluación de Diversas Reglas Fiscales, 2016-2030.*

En la primera sección de este capítulo se describieron cuatro escenarios económicos que serán utilizados como referentes de diferentes situaciones económicas que pudieran presentarse hacia adelante. En la sección 4.2 se delineó la metodología de estimación de las finanzas públicas para que dados los distintos escenarios económicos se simule la trayectoria de finanzas públicas correspondiente a cada escenario. Como resultado, contamos con cuatro distintas trayectorias de finanzas públicas correspondientes a cada uno de los escenarios económicos. En esta sección sometemos estas trayectorias de finanzas públicas a cuatro diseños de política fiscal y evaluamos su

99 Se puede generalizar el portafolio de deuda externa a otras monedas sin perdida de generalidad.

desempeño en términos de la viabilidad de su implementación y de la sostenibilidad de las finanzas públicas.

Los diseños fiscales a evaluar corresponden a políticas fiscales que han sido implementadas en la historia reciente de México. En un primer momento se plantea un esquema fiscal en donde no se sigue ninguna regla fiscal. Esta política fiscal es útil como base de comparación respecto a las demás reglas fiscales a evaluar. En segundo término, se define una regla de equilibrio presupuestario o de balance cero, donde cada año se obliga a cumplir con un déficit cero en una definición de balance arbitraria como el balance tradicional que excluye el monto de la inversión de Pemex[100]. Sin estar definida legalmente, en México se siguió una política de balance cero del 2000 al 2006.

Posteriormente, se evalúa una regla de balance con una cláusula de escape en caso de crisis o desaceleraciones económicas. Esta regla establece una meta de balance para cada año pero permite desviaciones de la regla (usualmente hacia déficits) en caso de situaciones económicas adversas. En 2006, con la introducción de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH) se estableció una regla de balance con cláusula de escape que estuvo vigente hasta el 2014. Por último, se establece una regla de balance estructural implícita que define una meta de balance con una cláusula de escape y además establece un límite de crecimiento al gasto corriente estructural. Derivado de la reciente reforma fiscal, esta regla está vigente en México desde el 2015.

Para evaluar el desempeño de las reglas fiscales mencionadas se presentan cuatro variables que resumen la trayectoria de las finanzas públicas: (1) los Requerimientos Financieros del Sector Público; (2) el Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros del Sector Público; (3) el gasto público total y (4) el gasto en capital. Los RFSP, siendo la medida más amplia de balance, permiten evaluar el nivel de déficit presupuestario y dar seguimiento al cumplimiento de las reglas fiscales.

100 Y a partir de 2015 se excluye el monto de inversion de Pemex, CFE y otros “proyectos de inversion con alto impacto social o con fuentes de ingresos propios”, aunque nunca se han detallado cuales son.

El SHRFSP que mide el nivel de deuda del sector público, evalúa la sostenibilidad de las finanzas públicas en el mediano y largo plazo. Los RFSP son una medida de flujo, mientras que el SHRFSP es una medida de acervo. Por su parte, la trayectoria del gasto público nos permitirá definir la viabilidad de cumplimiento de las reglas fiscales planteadas, en otras palabras, podremos evaluar si bajo la regla fiscal en cuestión se presenta una trayectoria de gasto factible o no. Por último, para cumplir con las metas de balance que establecen las reglas fiscales, se utiliza el gasto en capital como la variable de ajuste[101]. Se elige este concepto de gasto por su naturaleza discrecional discutida en la sección anterior y tomando en cuenta que otros rubros de gasto están definidos por variables exógenas, han mantenido una tendencia sostenida de crecimiento en el tiempo o son de carácter irreductible. Además, la trayectoria del gasto en capital sugiere la tendencia cíclica de la política fiscal evaluada. Estas cuatro variables fiscales permiten hacer una evaluación integral de los diferentes diseños de política fiscal propuestos.

### *4.3.1 Sin Regla Fiscal.*

En este caso donde no existe ningún tipo de regla fiscal, las variables fiscales fluctúan conforme a los supuestos establecidos y a los distintos escenarios económicos sin ninguna restricción, por lo que los resultados servirán de base de comparación para el resto de los diseños de política fiscal.

La gráfica 4.1 muestra que un arreglo fiscal de esta naturaleza establece una trayectoria insostenible para las finanzas públicas en el mediano y largo plazo. En el panel A de la gráfica 4.1 se observa que aun en el mejor escenario económico, se mantiene un déficit público anual constante en alrededor de 4.5 por ciento del PIB, lo que no es sostenible en el largo plazo. En los demás escenarios económicos, los déficits presupuestarios son aún mayores y se traducen en niveles de endeudamiento crecientes hasta llegar, en 2030, a una deuda del sector público de 90 por ciento del PIB en el peor escenario (gráfica 4.1, panel B). Asimismo, el panel C de la gráfica muestra que en todos los

101 Analisis similares utilizan este mismo concepto de gasto como variable de ajuste. Por ejemplo, Mier y Teran (2014) y FMI (2013).

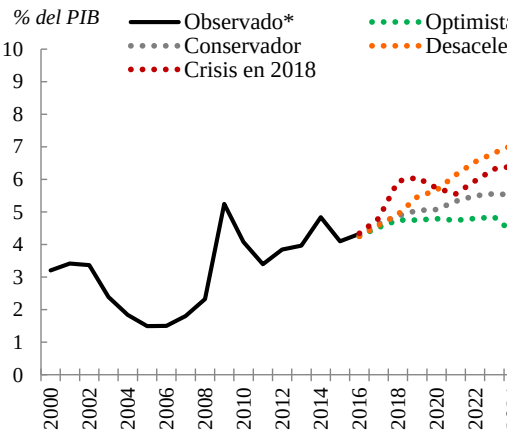
escenarios el aumento inercial del gasto es incontenible alcanzando un nivel de alrededor de 35 por ciento del PIB en 2030. Por su parte, como no existe ninguna regla fiscal, el gasto en capital no se ajusta y se mantiene constante en 4.6 por ciento del PIB, en línea con los supuestos establecidos.

En suma, los resultados muestran que al no establecer una regla fiscal, el aumento del gasto público supera significativamente el aumento de los ingresos presupuestarios, manteniendo un balance presupuestario deficitario constante y creciente que se traduce en un aumento insostenible de la deuda pública.

## Gráfica 4.1 Simulación de las Finanzas Públicas: Sin Regla Fiscal

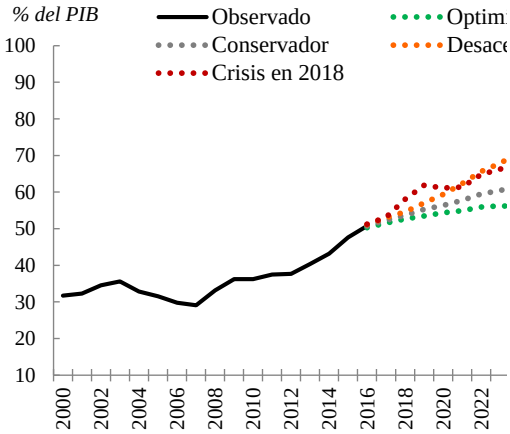
*Porcentaje del PIB*

**Panel A. Requerimientos Financieros del Sector Público**



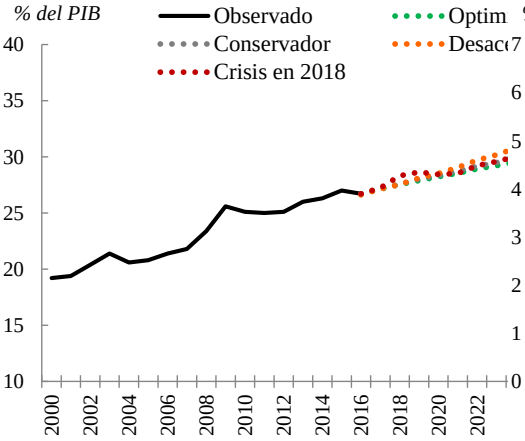

*Ajustados por ingresos no recurrentes.
Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel B. Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros del Sector Público**



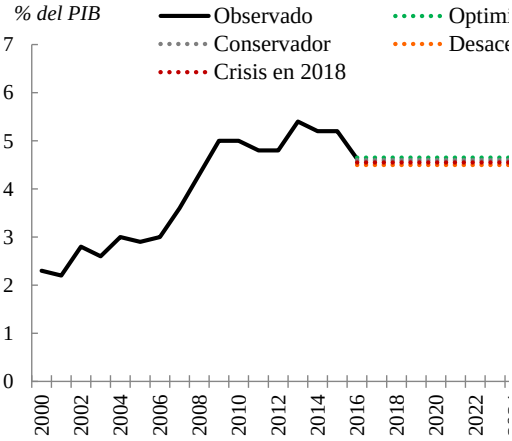

Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel C. Gasto Público Total**




Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel D. Gasto en Capital**




Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

*4.3.2 Regla de Balance Cero.*

En México, la regla de déficit cero, como se discutió en la sección 3.2, se definió arbitrariamente sobre el balance tradicional, la medida más estrecha del déficit público que excluye el monto de la inversión de Pemex. Por lo tanto, un déficit cero en el balance tradicional equivale a un déficit presupuestario de 2.0 por ciento del PIB. En consecuencia la regla de balance cero se define como:

$$b_t = b_o ,$$

Donde $b_t$ representa la meta de balance presupuestario para el año $t$ y $b_o$ es la meta de balance de largo plazo, que se asume en -2.0 por ciento del PIB, en línea con lo establecido por la SHCP (2015) y con una trayectoria sostenible de las finanzas públicas (FMI,2013) [102]. De acuerdo a la metodología propuesta la meta de balance de largo plazo es equivalente a una meta de 2.5 por ciento del PIB en los RFSP.

Una regla de balance cero, por construcción no es flexible por lo que se convierte en enteramente procíclica ya que no permite tener déficits ni superávits presupuestarios bajo ninguna circunstancia. Sin embargo, la gráfica 4.2 muestra que ante cualquier escenario económico, esta regla cumple con el objetivo de anclar a las finanzas públicas en una trayectoria de deuda sostenible en el mediano y largo plazo. En el mejor escenario económico, el nivel de deuda logra reducirse 10 puntos porcentuales del PIB durante los próximos 15 años, mientras que en el escenario más adverso, el SHRFSP no rebasa el nivel observado en 2015 (47.6 por ciento del PIB). Sin embargo, para cumplir todos los años con la meta de balance de 2.5 por ciento en los RFSP, se requiere de un ajuste significativo en el gasto público, que en algunos casos parece no ser factible.

En un caso extremo, en los escenarios de desaceleración y crisis económica, el gasto en capital tendría que llegar a cero en los últimos años de la proyección e incluso recortar algunos otros rubros de gasto para cumplir con la regla, lo que es sin duda, inviable. Aun en el escenario conservador, el recorte necesario para cumplir con la meta de balance parece poco factible.

102 Como se menciono, este monto cambio a -2.5 por ciento del PIB para la meta de 2015.

Aunado a esto, el recorte tan abrupto en todos los escenarios económicos en el gasto en capital pudiera tener efectos negativos en la economía y por lo tanto en el bienestar de las familias[103].

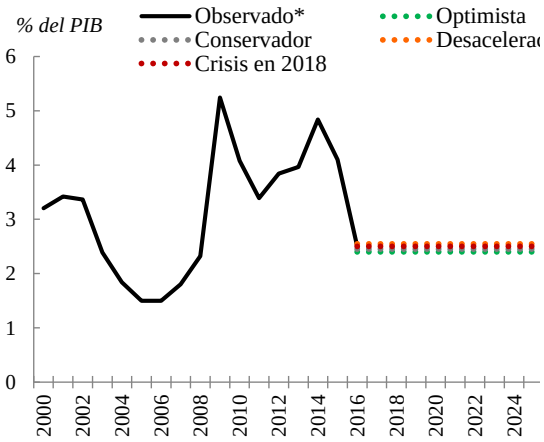
En resumen, una regla de balance cero reduce el nivel de endeudamiento del sector público, pero presenta serios problemas de prociclicidad y ante escenarios económicos adversos, su implementación parece inviable.

103 Existe un canal adicional que no hemos explorado: al ser una regla proc clica, en una parte negativa del ciclo economico, la contraccion fiscal podr a acentuar la desaceleracion de la econom a, y as cambiar la trayectoria original de crecimientos que hab amos supuesto. Estos canales se pueden modelar con un modelo mas complicado de equilibrio general, pero no es necesario para el proposito de este trabajo. Las conclusiones principales se mantienen sin perdida de generalidad.

**Gráfica 4.2 Simulación de las Finanzas Públicas: Regla de Balance Cero**

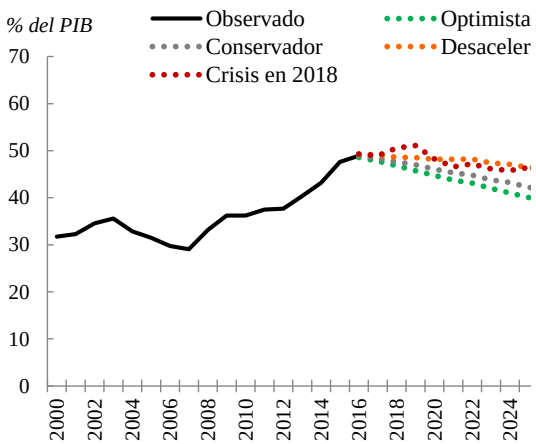
*Porcentaje del PIB*

**Panel A. Requerimientos Financieros del Sector Público**



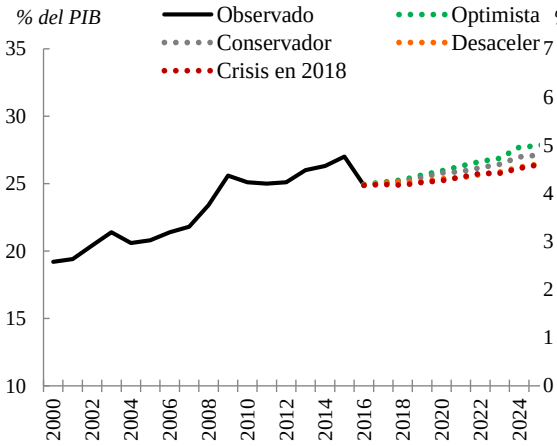

*Ajustados por ingresos no recurrentes.
Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel B. Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros del Sector Público**



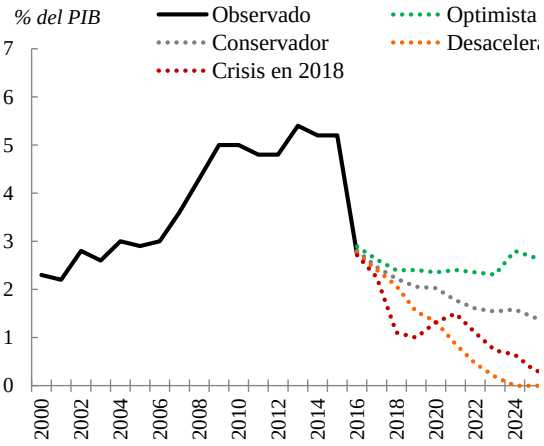

Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel C. Gasto Público Total**




Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel D. Gasto en Capital**




Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

*4.3.3 Regla de Balance con cláusula de escape.*

Una regla de balance con cláusula de escape, como la vigente en México del 2006 al 2014, establece una meta de déficit cero en el balance tradicional (como la regla anterior) cuando la economía crece por arriba de su potencial y permite déficits presupuestarios cuando la economía se encuentra por debajo de su potencial de crecimiento. Las estimaciones bajo esta regla son determinados por:

$$b_t = b_o \quad \text{si} \quad PIB_t \geq \overline{PIB}_t$$

$$b_t = \max\left\{I_t - G_t,\ 2.5b_0\right\} \quad \text{si} \quad PIB_t < \overline{PIB}_t ,$$

donde $I_t$ representa los ingresos presupuestarios totales, $G_t$ el gasto público total, $PIB_t$ el crecimiento observado del PIB, $\overline{PIB}_t$ el crecimiento potencial del PIB y $b_o$ la meta de balance de largo plazo en -2.0 por ciento del PIB, equivalente a una meta de 2.5 por ciento del PIB en los RFSP. Para estimar el PIB potencial del año $t$ aplico un filtro Hodrick-Prescott estándar (lamda 100) usando el PIB observado del 2000 al año $t$ correspondiente con cada escenario económico.

En el caso que la economía se encuentre por debajo de su potencial, el déficit presupuestario está limitado a 2.5 veces la meta de balance de largo plazo, resultado en un máximo en los RFSP de 5.5 por ciento del PIB, de acuerdo con los datos observados de los últimos 15 años[104].

Los resultados de las simulaciones resumidos en la gráfica 4.3, demuestran que ante escenarios positivos de la economía (escenario optimista y conservador), esta regla fiscal es eficaz al establecer una trayectoria sostenible de la deuda pública, ya que se mantiene por debajo del 50 por ciento del PIB; y al permitir una política fiscal contracíclica, ya que permite aumentar el gasto en momentos de desaceleración.

104 En este diseno de pol tica fiscal, las desviaciones de la meta de balance deben de ser aprobadas por la H. Camara de Diputados por lo que se piensa que la aprobacion de un deficit presupuestario mayor al l mite maximo propuesto ser a poco factible.

Además, en el panel D de la gráfica, se observa que en el escenario optimista, no se requiere de ajustes mayores en el gasto de capital para cumplir con la regla, por lo que su implementación es viable en condiciones positivas.

Por otro lado, en escenarios negativos, la regla no fija una trayectoria sostenible de las finanzas públicas. El panel B de la gráfica muestra que en los escenarios negativos (escenario de desaceleración y de crisis en 2018), el nivel de la deuda aumenta constantemente hasta llegar a más del 65 por ciento del PIB en el 2030.

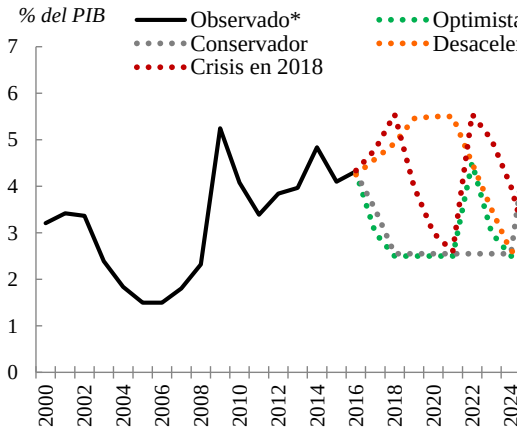
Lo anterior se debe a que si bien el aumento del gasto no difiere significativamente de los escenarios económicos positivos (gráfica 4.3, panel C), el faltante de ingresos ocasionado por condiciones económicas adversas, obliga a mayores y más constantes déficits presupuestarios que se traducen en un mayor endeudamiento público y en una trayectoria no sostenible en el largo plazo. Además, como sucede con la regla de balance cero, el panel D sugiere que en el escenario de desaceleración, la magnitud del ajuste en el gasto en capital necesario para cumplir con la regla puede derivar en que su implementación no sea viable.

En suma, las simulaciones indican que una regla de balance con cláusula de escape establece una trayectoria sostenible de las finanzas públicas solamente en escenarios con condiciones económicas positivas. Por el contrario, ante escenarios de adversidad económica, la regla evaluada permite un endeudamiento público no sostenible en el mediano y largo plazo.

**Gráfica 4.3 Simulación de las Finanzas Públicas: Regla de Balance con Cláusula de Escape**

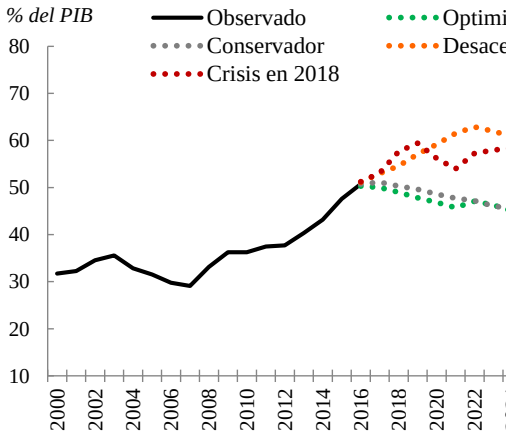
*Porcentaje del PIB*

**Panel A. Requerimientos Financieros del Sector Público**



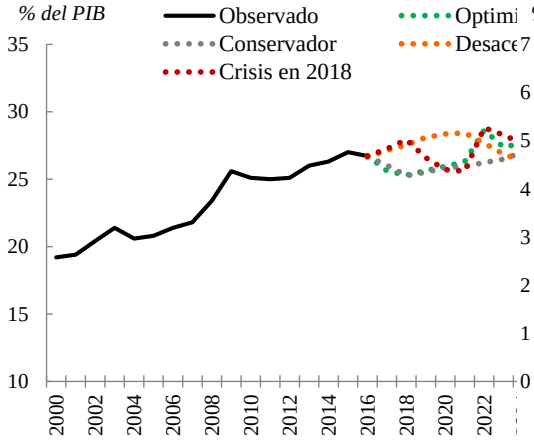

*Ajustados por ingresos no recurrentes.
Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel B. Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros del Sector Público**



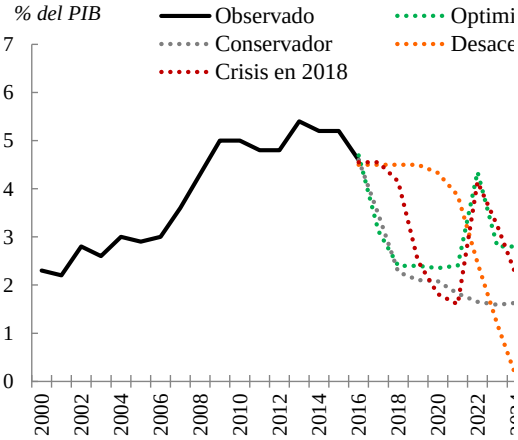

Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel C. Gasto Público Total**




Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel D. Gasto en Capital**




Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

*4.3.4 Regla de Balance estructural implícita.*

La regla de balance estructural implícita combina una regla de balance con cláusula de escape con una regla de gasto. En otras palabras, este diseño de política fiscal construye sobre la regla anterior al añadir un límite al crecimiento del gasto público. La regla de balance estructural implícita vigente en México desde el 2015[105], establece una meta de los Requerimientos Financieros del Sector Público en 2.5 por ciento del PIB que permite desviaciones en caso de que la economía se encuentre por debajo de su crecimiento potencial y define un límite de crecimiento del gasto corriente estructural[106].

De acuerdo a la LFPRH, para 2016 se establece un límite de crecimiento de 2.0 por ciento real anual, mientras que para los próximos años, la tasa real de crecimiento del PIB potencial es el límite del crecimiento del gasto corriente estructural. Las simulaciones de las finanzas públicas bajo este diseño de política fiscal están determinadas por:

$$b_t = b_o \quad \text{si} \quad PIB_t \geq \overline{PIB}_t$$

$$b_t = \max\left\{I_t - \overline{G_t},\ 2.5b_0\right\} \quad \text{si} \quad PIB_t < \overline{PIB}_t ,$$

donde $\overline{G_t}$ es el límite del gasto público total siguiendo la restricción del crecimiento del gasto corriente estructural. A diferencia de las reglas fiscales anteriores, este diseño de política fiscal establece la obligación de cumplir tanto con la meta de balance presupuestario, como con la meta de los RFSP. Por la construcción del modelo, el cumplimiento simultáneo de ambas metas está garantizado, sin embargo, esto pudiera no observarse en la práctica.

La gráfica 4.4 muestra que, ante cualquier escenario económico, la regla de balance estructural implícita garantiza la sostenibilidad de las finanzas públicas

105 La seccion 3.2.2 del presente documento describe con mayor detalle la regla de balance estructural impl cita aprobada en Mexico en la reforma fiscal de 2013.

106 Esta medida de gasto excluye del gasto neto total los siguientes conceptos: el gasto en inversion, las pensiones, los gastos de combustible de CFE, y el gasto no-programable (costo financiero, participaciones y Adefas). Su definicion se encuentra en el Art culo 2, fraccion XXIV Bis de la LFPRH.

en el mediano y largo plazo. Este es el resultado de limitar el crecimiento del gasto a la tasa de crecimiento del PIB potencial. En el panel A de la gráfica se observa que aunque la regla fiscal permite niveles de 5.5 por ciento del PIB en los RFSP en caso de situaciones económicas negativas, el nivel máximo de los RFSP en cualquier escenario es de 4.5 por ciento, ya que la contención en el crecimiento del gasto corriente previene mayores niveles de déficit.

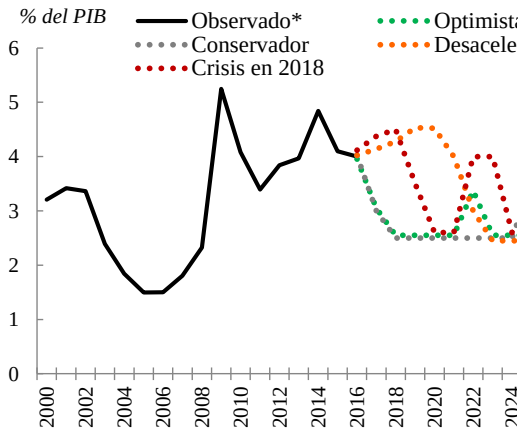
En condiciones económicas positivas, este arreglo fiscal fija una senda decreciente de los niveles de endeudamiento público alcanzando en 2030 un SHRFSP menor al 40 por ciento del PIB (gráfica 4.4, panel B). Ante escenarios económicos adversos, el nivel de deuda pública es mayor pero estable alrededor de 55 por ciento del PIB. Lo anterior se debe a que ante las desaceleraciones o crisis económicas, la regla fiscal permite una política fiscal contra cíclica que lleva a mayores niveles de endeudamiento que serían contrarrestados con ahorros cuando el crecimiento de la economía se encuentre por arriba de su tendencia de crecimiento. Por ejemplo, en el escenario de crisis en 2018, el panel B de la gráfica 4.4 muestra que resultado de una política fiscal contracíclica ante la crisis económica, se alcanza un nivel de endeudamiento de 58 por ciento del PIB en 2019, nivel que disminuye paulatinamente conforme se recupera la economía.

En cuanto a la viabilidad de la implementación de esta regla fiscal, el panel D de la gráfica 4.4 muestra que en todos los escenarios de la economía, la magnitud de los ajustes necesarios en el gasto en capital para cumplir con la meta de balance no rebasa un 2.0 por ciento del PIB en ningún año, por lo que su implementación es viable.

En resumen, las simulaciones de la regla estructural implícita demuestran que este diseño de política fiscal cumple con el objetivo de anclar las finanzas públicas en una trayectoria sostenible en el mediano y largo plazo, resultado de una eficiente contención del aumento del gasto corriente. Además, los resultados señalan que esta regla fiscal permite políticas fiscales contracíclicas en caso de condiciones económicas adversas y su implementación parece ser viable en cualquier escenario económico.

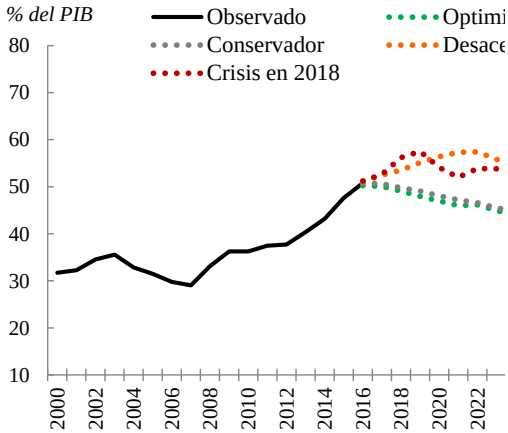
**Gráfica 4.4 Simulación de las Finanzas Públicas:**
**Regla de Balance Estructural Implícita**
*Porcentaje del PIB*

**Panel A. Requerimientos Financieros del Sector Público**



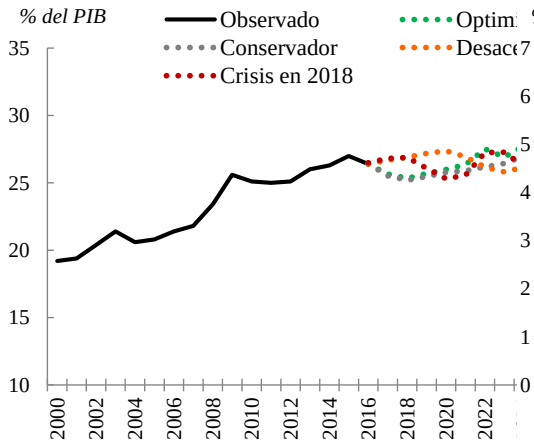

*Ajustados por ingresos no recurrentes.
Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel B. Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros del Sector Público**



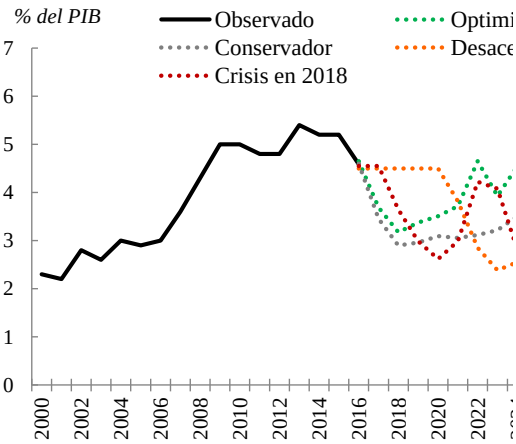

Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel C. Gasto Público Total**




Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel D. Gasto en Capital**




Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

*4.4 Simulación de una Regla de Balance Estructural Implícita del 2000 al 2015.*

En esta sección se presenta una simulación de cuál hubiera sido la trayectoria de las finanzas públicas si se hubiera seguido una regla de balance estructural implícita del 2000 al 2015. Para determinar la simulación hacia atrás, se toma la definición y metas de la regla de balance estructural implícita descrita en la sección anterior y se aplica al escenario económico y a las variables fiscales observadas.

Es decir, se toma la trayectoria observada de ingresos y se aplican las restricciones necesarias a la trayectoria observada del gasto para cumplir con la regla de balance mencionada. En consecuencia, para estimar el PIB potencial que define el límite de crecimiento del gasto corriente estructural aplico un filtro HP estándar usando el PIB observado de 1985 al 2015. Por su parte, para estimar los RFSP y su Saldo Histórico tomo los ajustes al balance presupuestario registrados cada año y la composición observada de la deuda pública en cada periodo, correspondientemente.

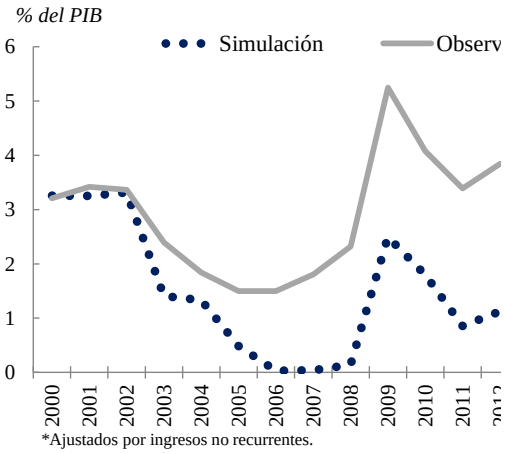
La gráfica 4.5 resume la trayectoria que las finanzas públicas hubieran registrado si un regla de balance estructural implícita, como la vigente actualmente, se hubiera seguido del 2000 al 2015. El panel B de la gráfica muestra que de haberse implementado esta política fiscal desde el 2000, no sólo las finanzas públicas hubieran estado ancladas en una trayectoria sostenible en el mediano y largo plazo sino que al cierre de 2015 se hubiera registrado un nivel de endeudamiento público 34 por ciento menor al observado actualmente (47.6 por ciento del PIB en 2015). Asimismo, los resultados de la simulación hacia atrás indican que en el 2015 se hubiera registrado el mismo nivel de endeudamiento como porcentaje del PIB que el observado en el 2000 (32 por ciento del PIB).

Por su parte, el panel A y C demuestran que el establecimiento del límite en el aumento del gasto corriente estructural hubiera sido suficiente para cumplir con la meta de balance ya que a partir de 2003, incluyendo el periodo de crisis económica mundial, los RFSP no rebasan su meta de largo plazo de 2.5 por ciento del PIB. En consecuencia, como se observa en el panel D de la gráfica, el gasto en capital no requiere de ningún ajuste para cumplir la regla.

**Gráfica 4.5 Simulación de una Regla de Balance Estructural Implícita, 2000 -2015**

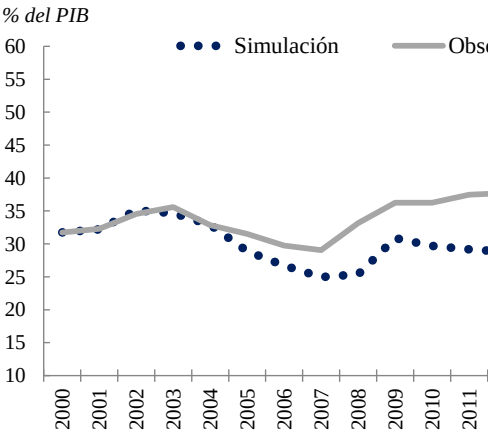
*Porcentaje del PIB*

**Panel A. Requerimientos Financieros del Sector Público***



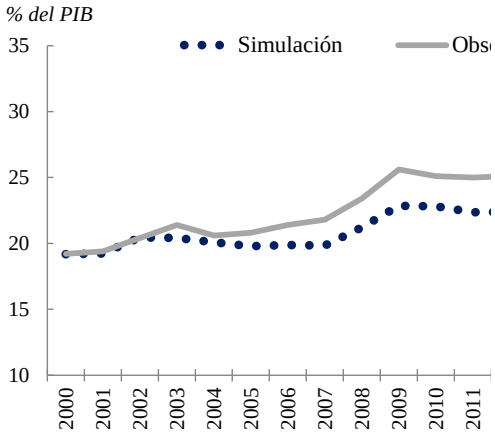

*Ajustados por ingresos no recurrentes.
Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel B. Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros del Sector Público**



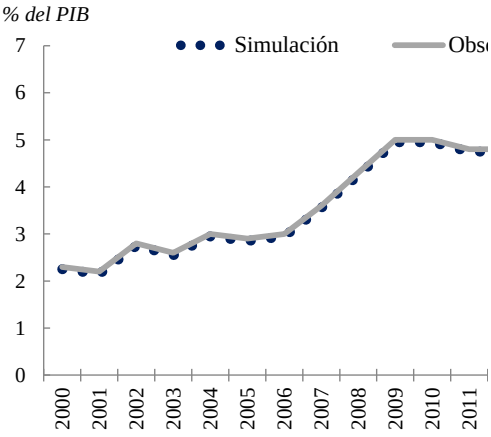

Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel C. Gasto Público Total**




Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

**Panel D. Gasto en Capital**




Fuente: Simulación propia con datos observados de SHCP.

*4.5 Resultados de las Simulaciones.*

La evaluación de las diferentes reglas fiscales ante distintos escenarios económicos sugiere que la regla de balance estructural implícita es el mejor diseño de política fiscal (entre las estudiadas) para anclar las finanzas públicas en el mediano y largo plazo. Los resultados de las simulaciones indican que el establecimiento del límite en el crecimiento del gasto corriente estructural es un elemento indispensable para garantizar la sostenibilidad de las finanzas públicas. La simulación hacia atrás de la regla de estructural implícita demuestra que al limitar el crecimiento del gasto corriente estructural a la tasa de crecimiento del PIB potencial, se fija una trayectoria sostenible de las finanzas públicas. En términos de flexibilidad, la regla de balance estructural implícita también contrasta con una simple regla de balance, dado que permite la realización de una política fiscal contracíclica a lo largo de todo el ciclo económico.

Los diseños fiscales evaluados corresponden a reglas fiscales que han sido implementadas en la historia reciente de México y los resultados muestran que cada cambio en la política fiscal de México ha sido positivo, aunque hasta el momento no se ha logrado la consolidación fiscal necesaria para mejorar la posición fiscal del país.

En conclusión, si la regla de balance estructural implícita es implementada de manera correcta, limitando el crecimiento del gasto corriente estructural y cumpliendo con la meta de los RFSP, se anclará a las finanzas públicas en una trayectoria sostenible en el mediano y largo plazo, contribuyendo a la estabilidad macroeconómica del país.

## 5. Conclusiones.

En el presente trabajo se exhibió una descripción analítica de la historia reciente de las finanzas públicas y se realizaron simulaciones de distintos diseños de política fiscal para evaluar el impacto que la nueva regla de balance estructural implícita tendrá sobre la posición fiscal de México. A través de los capítulos se desarrollaron las siguientes conclusiones.

Primero, el análisis descriptivo de las finanzas públicas revela que del 2000 al 2008, los ingresos y el gasto presentaron tasas de crecimiento similares. Sin embargo, del 2009 a la fecha, el gasto ha crecido a una tasa anual promedio cercana al doble a la que ha registrado el crecimiento de los ingresos, lo que ha resultado en un déficit presupuestario estructural que conlleva una trayectoria de deuda insostenible en el largo plazo.

Segundo, como resultado de la evaluación de la regla fiscal anterior, se encuentran nuevos problemas que anteriormente no habían sido identificados con precisión. Hasta la reforma fiscal de 2013, la política fiscal mexicana presentó las siguientes deficiencias: (1) fue a menudo procíclica; (2) provocó un equilibrio político en el que para cumplir con la regla de balance en el Congreso se utilizaban prácticas presupuestales inadecuadas; (3) generó complacencia al pensar que se tenían presupuestos balanceados con una definición de balance presupuestal poco transparente, y (4) mermó la capacidad de ahorro de los fondos de estabilización.

Tercero, las comparaciones de las simulaciones de las distintas reglas fiscales, muestra que ante distintos escenarios económicos, la nueva regla fiscal de balance estructural implícita fija una trayectoria estable y sostenible de las finanzas públicas mexicanas en el mediano y largo plazo, resultado de una eficiente contención del aumento del gasto corriente. Además, se compara positivamente contra otros diseños fiscales utilizados anteriormente.

Cuarto, la evaluación hacia atrás de la regla de balance estructural implícita sugiere que de haberse implementado esta regla desde el 2000, el monto total de deuda de México representaría el 32 por ciento del PIB al cierre de 2015, 34

por ciento menos que el nivel de deuda que se tiene actualmente (47.6 por ciento del PIB).

Los resultados del presente trabajo pretenden contribuir a la literatura de las finanzas públicas en México al intersectar la evolución reciente de las finanzas públicas y la teoría de las reglas fiscales, resultando en un análisis del impacto que la nueva regla fiscal tendrá sobre la posición fiscal de México. La descripción de la historia de las finanzas públicas mexicanas y de las reglas fiscales de los últimos 15 años busca brindar claridad sobre cómo llegamos a la situación fiscal actual y los retos hacia adelante.

El nuevo marco fiscal permite al gobierno mexicano ajustar su política fiscal durante el ciclo económico y las fluctuaciones cíclicas de los precios del petróleo, transfiriendo así los recursos de buenos a malos estados de la economía. Siguiendo la regla de balance estructural implícita y el establecimiento de un mecanismo de aplicación creíble, el nuevo marco fiscal debe proteger a México contra crisis fiscales y ayudar a reducir los riesgos asociados con el aumento de las tasas de interés a nivel internacional. Revertir el deterioro fiscal, en un contexto de volatilidad financiera internacional y precios de las materias primas históricamente bajos, es el principal reto para las finanzas públicas en México en los años por venir.

Un mejor entendimiento de la historia de las finanzas públicas y la política fiscal en México, enriquecido por análisis teóricos y empíricos como los del presente trabajo, contribuirá a un mejor diseño e implementación de futuras políticas fiscales para mantener la estabilidad macroeconómica del país.

CÁMARA DE DIPUTADOS

LXIII LEGISLATURA

CÁMARA DE DIPUTADOS
LXIII LEGISLATURA

CEFP
Centro de Estudios de las Finanzas Públicas