INECC
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

UNEP

UNEP DTU PARTNERSHIP

afd AGENCE FRANÇAISE DE DÉVELOPPEMENT

2013 -2014

Estimaciones de incertidumbre de largo plazo sobre variables económicas a través de expertos

Proyecto FIRM - México

Reporte de resultados

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
Coordinación General de Crecimiento Verde
Dirección de Economía Sectorial

Directorio

Dra. María Amparo Martínez Arroyo
Directora General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC.

M. en C. José Carlos Fernández Ugalde
Coordinador General de Crecimiento Verde, INECC.

M. en C. Iván Islas Cortés
Director de Economía Sectorial, INECC.

Elaboración

Iván Islas Cortés
Director de Economía Sectorial, INECC

Jorge Gutiérrez García
Subdirector de Economía de la Energía, INECC

Jesús Bernal Álvarez
Jefe de Departamento de Valoración Económica e Indicadores, INECC

Aida Josefina García Lázaro
Profesora de la Facultad de Economía, UNAM y consultora del proyecto

Participantes del proyecto

Oswaldo Morales Nápoles, Universidad de Delft, Consultor del proyecto

Adán L. Martínez Cruz, Consultor del proyecto

Eduardo Loría Díaz de Guzmán, UNAM, Consultor del proyecto

Agradecimientos

Este documento se ha visto enriquecido por los valiosos comentarios de Daniel Puig del *UNEP DTU Partnership*

D.R. ® Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
Periférico Sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco
C.P. 04530, Delegación Coyoacán, México D.F.
www.inecc.gob.mx

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se realizó en el marco del proyecto "*Facilitating Implementation and Readiness for Mitigation"* (FIRM por sus siglas en inglés) y fue financiado por el Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca y la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) e implementado por el INECC y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés) con apoyo del UNEP DTU Partnership (antes UNEP Risø Centre, un centro de investigación aplicada creado para asistir a UNEP y al gobierno Danés en temas de energía y cambio climático). El personal a cargo del proyecto en AFD, UNEP y el UNEP DTU Partnership fueron, respectivamente, Fabio Grazi, Rahel Steinbach y Daniel Puig.

Este proyecto de investigación tuvo como principal objetivo obtener las estimaciones de crecimiento promedio anual del producto interno bruto de México (PIB), del precio promedio del petróleo *"West Texas Intermediate"* (WTI) y del gas natural *"Henry Hub"* para los periodos 2014–2020 y 2021–2030. También se realizó una estimación puntal para el crecimiento económico y los precios en los años 2020 y 2030.

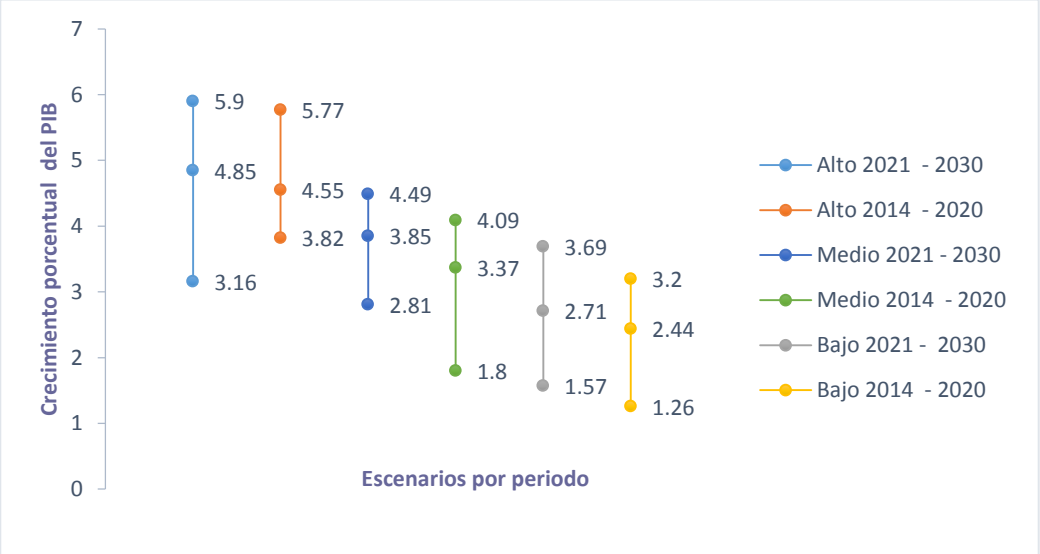
La estimación de estas variables es de vital importancia para el INECC dada la gran incidencia que tiene el ingreso nacional y los precios internacionales de hidrocarburos en las decisiones de producción y consumo de energía; y por ende en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del país. Estimar el desempeño futuro de estas variables será clave para la proyección de diferentes escenarios de senderos de emisiones GEI y la formulación de propuestas de política pública de mitigación para el mediano y largo plazo.

Para la estimación de incertidumbre de la tasa crecimiento del PIB de México y de los precios de los hidrocarburos se utilizó el método *"Cooke"* de consulta a expertos. Este método consiste en una consulta estructurada que tiene como objetivo captar la incertidumbre de las variables de interés a partir de una encuesta aplicada a especialistas en el tema. Las respuestas individuales son ponderadas y combinadas en función de la

habilidad de los expertos como asesores de incertidumbre para llegar a estimaciones grupales.[1]

Se realizaron dos consultas a especialistas en crecimiento económico. En la primera de ellas participaron esencialmente investigadores de distintas universidades del país; en la segunda participaron especialistas del gobierno federal y del sector privado. Finalmente, se realizó una tercera consulta sobre precios de hidrocarburos, en la que participaron especialistas en mercados de petróleo y gas.

Gráfica 1. Primera Consulta: Percentiles 5, 50 y 95 de las distribuciones de incertidumbre del crecimiento económico



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de Morales *et. al.* (2014a).

La estimación de la incertidumbre para el crecimiento económico se realizó mediante tres escenarios: alto, medio y bajo para los periodos 2014-2020 y 2021-2030 en el primer ejercicio de consulta; mientras que para la segunda consulta se utilizaron los años 2020 y 2030 y los periodos 2014-2020 y 2021-2030.

En la gráfica 1 se muestran los resultados de la primera consulta. La estimación del PIB en el período 2021 – 2030 de la primera consulta en el escenario alto se encuentra en el rango 3.16% - 5.9%, en el escenario medio el PIB se encuentra en el rango entre 2.81-

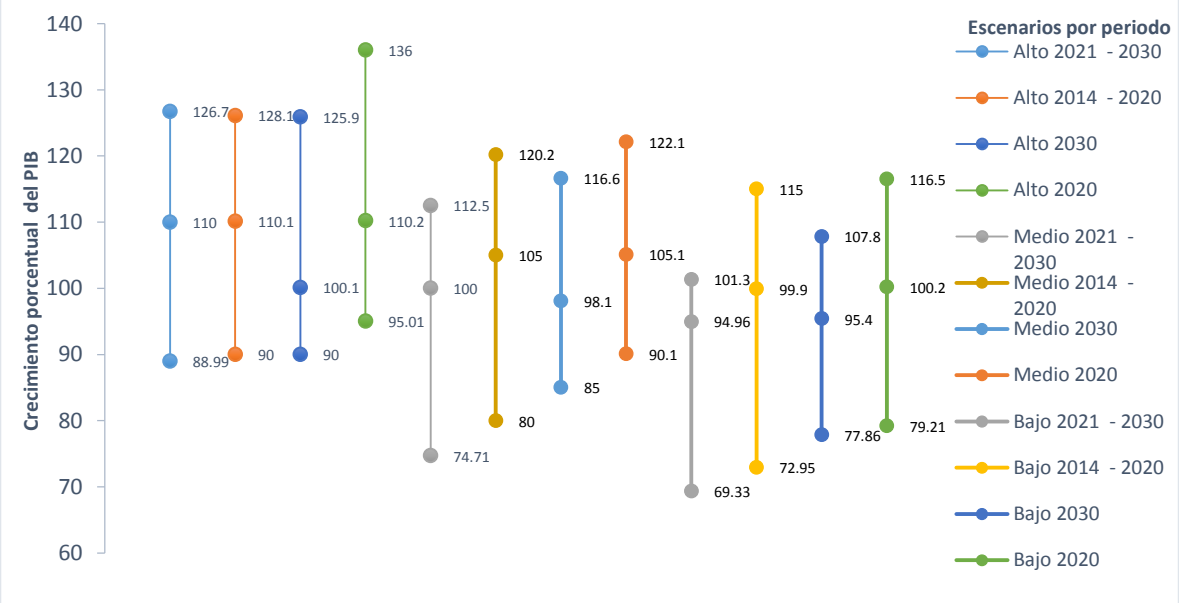
[1] Más sobre el método Cooke se puede encontrar en: The 'Cooke Method': A Route to More Reliable Expert Advice: www.rff.org/Documents/Features/294-295%20Opinion%20-%20Aspinall%20pr.pdf

4.49% y en el escenario bajo entre 1.57% - 3.69%. Asimismo, en el periodo 2014 – 2020 el escenario alto se encuentra en el rango de 3.82% a 5.77%, el escenario medio en el rango 1.8 -4.09% y en el escenario bajo entre 1.57 - 3.69%.

La estimación de la incertidumbre con respecto al precio del petróleo y el gas natural se realizó mediante tres escenarios: alto, medio y bajo para los años 2020 y 2030 y los periodos 2014-2020 y 2021-2030. De esta forma, se estimó que en el periodo 2014 – 2020, el precio del petróleo WTI en dólares corrientes por barril estaría entre 90 USD y 126.10 USD según el escenario alto, entre 80 y 120 USD en el escenario medio y entre 72.95 USD y 115 USD según el escenario bajo. La estimación puntual para 2020 se estimó en el intervalo 95 – 136 USD considerando un escenario alto, 90 – 122 USD en un escenario medio y 79.21 – 116.5 USD en un escenario bajo.

Por otro lado, los expertos pronosticaron que en el periodo 2021 – 2030 el precio se encontraría entre 88.99 y 126.7 USD en un escenario alto, entre 74.71 y 112.50 USD en un escenario medio y entre 69.33 y 101.30 USD en un escenario bajo. La estimación puntual de 2030 es de 90 USD -125.9 USD en un escenario alto, 85 -116.6 USD en un escenario medio y en 77.86 -107.8 USD en un escenario bajo.

Grafica 2. Percentiles 5, 50 y 95 de las distribuciones de incertidumbre de los precios del petróleo *West Texas Intermediate* (WTI) entre 2014 y 2030

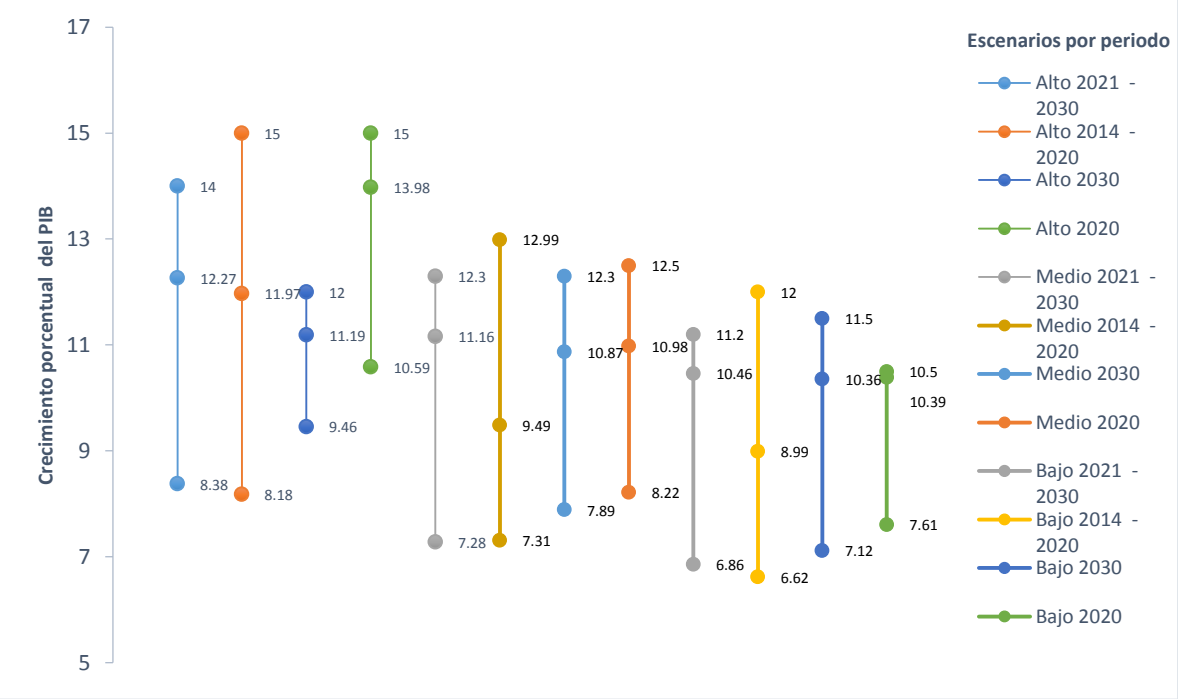


Fuente: Elaboración propia con base en datos de Morales *et al*. (2014b).

El precio del gas natural en dólares corrientes por millón de BTU para el periodo 2014 – 2020 se estimó entre 8.18 y 15 USD en un escenario alto, 7.31 y 12.99 USD en un escenario básico y entre 6.62 y 12 USD en un escenario bajo. El pronóstico para el 2020 se estimó entre 10.59 y 15 USD en un escenario alto, entre 8.22 y 12.5 USD en un escenario medio y entre 7.61 y 10.5 en un escenario bajo.

Asimismo para el periodo 2021 – 2030, el precio en dólares por millón de BTU del gas natural *"Henry Hub"* fue estimado entre 8.38 y 14 USD en un escenario alto, 7.28 y 12.3 USD en un escenario medio y entre 6.86 y 11.2 USD en un escenario bajo. En 2030 la estimación en el escenario alto esta entre 9.46 y 12 USD, en el escenario medio entre 7.89 y 12.3 USD y en el escenario bajo entre 7.12 y 11.5 USD.

Grafica 3. Percentiles 5, 50 y 95 de las distribuciones de incertidumbre de los precios del gas natural *Henry Hub* entre 2014 y 2030



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Morales *et al*. (2014b).

En general, los expertos consultados fueron más altos en sus estimaciones para el periodo 2021- 2030 que para 2014- 2020. Además se mostraron con más incertidumbre cuando se les preguntó por estimaciones para un año puntual (2020 ó 2030) que por un periodo.

Esto se refleja en el hecho de que los intervalos con mayor incertidumbre son más amplios.

En resumen, se obtuvieron diversas estimaciones para cada variable de interés (tasas de crecimiento del PIB y precios del petróleo y gas) para los años 2020 y 2030 y los períodos 2014-2020 y 2021-2030. Estas estimaciones corresponden efectivamente a diferentes condiciones futuras plausibles y por lo tanto pueden utilizarse para explorar lo que cada una de esas condiciones futuras podría significar en términos de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Si este método se utiliza adecuadamente, este enfoque (la integración de modelos *top-down* con modelos *bottom-up*) ha demostrado generar escenarios robustos.

La evolución futura de variables no puede estimarse de manera precisa debido a la presencia de incertidumbre. Por esta razón, a menudo se expresa la evolución de una variable como una distribución de probabilidad, es decir, nos permite cuantificar la incertidumbre, aunque no reducirla. De manera que, al utilizar las estimaciones en un modelo en particular, una manera de reflejar la incertidumbre de las variables de interés en los resultados del modelo es expresar los resultados del modelo también como distribuciones de probabilidad. Esto puede lograrse usando simulaciones Monte Carlo.

Además, para cualquier variable de interés en particular (por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero del sector transporte en 2030), la distribución de probabilidad obtenida a través de simulaciones Monte Carlo cambiará de acuerdo al escenario específico elegido y a los parámetros de entrada del modelo.

En síntesis, gracias a este trabajo, se tiene la posibilidad de expresar los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero como rangos de incertidumbre. Esto tiene dos ventajas en comparación con las proyecciones de un solo punto: 1) es más realista, ya que refleja las incertidumbres inevitables sobre el futuro, y 2) es más creíble, ya que los escenarios se han construido utilizando métodos reconocidos a nivel mundial.

A nivel nacional, estos escenarios pueden ayudar al gobierno a ganar la confianza del sector privado, que ha sido tradicionalmente escéptico sobre las proyecciones del gobierno. A nivel internacional, los escenarios podrían ayudar a definir de manera efectiva

el compromiso de México en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

LISTA DE ACRÓNIMOS

Instituto Nacional de Ecología y Cambio y Climático	INECC
Facilitating Implementation and Readiness for Mitigation	FIRM
Agencia Francesa de Desarrollo	AFD
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente	UNEP
Producto Interno Bruto	PIB
West Texas Intermediate	WTI
Gases de Efecto Invernadero	GEI
Coordinación General de Crecimiento Verde	CGCV
Netherlands Organization for Applied Scientific Research	TNO
Research AND Development Corporation of Santa Monica, California	RAND
National Aeronautics and Space Administration	NASA
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática	INEGI
Encuesta Nacional de Empleo y Ocupación	ENEO
Federal Reserve Economic Data	FRED
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
Universidad Nacional Autónoma de México	UNAM
Comisión Económica para América Latina y el Caribe	CEPAL
Colegio de la Frontera Norte	COLEF
Instituto de Investigaciones Económicas	IIEc
Centro de Investigación y Docencia Económicas	CIDE
Tomador de Decisión de Pesos Iguales	TDPI
Tomador de Decisión de Pesos por Artículo	TDPA
Tomador de Decisión de Pesos Globales	TDPG
Secretaría de Hacienda y Crédito Público	SHCP
Organización de Países Exportadores de Petróleo	OPEP
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico	OCDE
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales	FLACSO
Población Económicamente Activa	PEA

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO *2*
LISTA DE ACRÓNIMOS *8*
ÍNDICE *9*
1. ANTECEDENTES *11*
2. METODOLOGÍA *12*
2.1 Contexto *12*
2.2 Marco histórico *13*
2.3 Etapas del Método Cooke *15*
3. ESTIMACIONES DE INCERTIDUMBRE CON EL MÉTODO COOKE *16*
3. 1 Primera consulta a expertos: crecimiento económico de México *16*
3.1.1 PRECONSULTA 16
3.1.1.1 Delimitación de variables y elaboración del cuestionario 16
3.1.1.2 Identificación y selección de expertos 19
3.1.1.3 Prueba piloto 20
3.1.2 CONSULTA 20
3.1.2.1 Entrenamiento de expertos y consulta 20
3.1.3 POST – CONSULTA 23
3.1.3.1 Combinación de opiniones de expertos y análisis de datos 23
3.1.3.2 Análisis de robustez o discrepancia sensibilidad 24
3.1.3.3 Resultados 26
3.2 Segunda consulta a expertos: crecimiento económico de México *28*
3.2.1 PRECONSULTA 28
3.2.1.1 Delimitación de variables y elaboración del cuestionario 28
3.2.1.2 Identificación y selección de expertos 28
3.2.2 CONSULTA 29
3.2.2.1 Entrenamiento de expertos y consulta 29
3.2.3 POST – CONSULTA 30
3.2.3.1 Combinación de opiniones de expertos y análisis de datos 30
3.2.3.2 Análisis de robustez o sensibilidad 32
3.2.3.3 Resultados 32
3.3 Tercera consulta a expertos: precios internacionales de petróleo y gas natural *34*
3.3.1 PRE - CONSULTA 34
3.3.1.1 Delimitación de variables y elaboración del cuestionario 34
3.3.1.2 Identificación y selección de expertos 36
3.3.1.3 Prueba piloto 38
3.3.2 CONSULTA 38

3.3.2.1 Entrenamiento de expertos y consulta 38
3.3.3. POST – CONSULTA 39
3.3.3.1 Combinación de opiniones de expertos y análisis de datos 39
3.3.3.2 Análisis de robustez o sensibilidad 41
3.3.3.3 Resultados 43
4. CONCLUSIONES *45*
5. BIBLIOGRAFÍA *48*
6. ANEXO *49*
6.1 APENDICE METODOLÓGICO: Consulta estructurada a expertos usando el Método Cooke 49
6.1.1 PRECONSULTA 49
i. Justificación del uso del método 49
ii. Identificación de variables objetivo 49
iii. Identificación de variables *query* o de consulta 49
iv. Identificación de variables semilla o de desempeño 50
v. Identificación de expertos 50
vi. Selección de expertos 50
vii. Definición del cuestionario de consulta 51
viii. Prueba piloto 51
ix. Sesión de entrenamiento para expertos 51
6.1.2 CONSULTA 52
i. Sesión de consulta 52
6.1.3 POST - CONSULTA 52
i. Combinación del juicio de expertos 52
ii. Análisis de discrepancia y robustez 55
iii. Feed-back 56
iv. Elaboración de resultados finales 56
6.2 EXPERTOS QUE PARTICIPARON EN LAS CONSULTAS 57
6.2.1 Primera consulta a expertos: Crecimiento económico de México en 2014 – 2020 y 2020 - 2030 57
6.2.2 Segunda consulta a expertos: Crecimiento económico de México en 2014 – 2020 y 2020 - 2030 59
6.2.3 Consulta a expertos: Precio internacional de petróleo WTI y gas natural Henry Hub en 2014 – 2020 y 2020 – 2030 60
6.3 CUESTIONARIOS APLICADO A EXPERTOS 62
6.3.1 PRIMERA CONSULTA 62
6.3.2 SEGUNDA CONSULTA 76
6.3.3 TERCERA CONSULTA 87

1. ANTECEDENTES

El presente proyecto busca contribuir a los esfuerzos internacionales de varios países y organismos internacionales en sus esfuerzos de mitigación. Por esto, el proyecto FIRM ha impulsado iniciativas en varias regiones del mundo: Etiopía, Kenia, Marruecos, Senegal y Sudáfrica en África; Indonesia y Vietnam en Asia; y Costa Rica y México en América Latina. En el caso particular de México, se tienen en proceso diversos estudios que contribuirán a mejorar el análisis y las herramientas de estudio que el INECC ha desarrollado como parte de una estrategia de mitigación. En este documento se detalla el primer estudio realizado, el cual consistió en la estimación de la incertidumbre del crecimiento económico, los precios del petróleo y gas natural de referencia en los periodos 2014-2020 y 2021–2030, así como, de forma puntual, para los años 2020 y 2030.

Este reporte fue realizado por la Coordinación General de Crecimiento Verde (CGCV) del INECC a través de su Dirección de Economía Sectorial. En la coordinación, elaboración y ejecución del proyecto participaron el Mtro. Iván Islas Cortes, Director de Economía Sectorial; el Mtro. Jorge Gutiérrez García, Subdirector de Economía de la Energía; el Mtro. Jesús Bernal Álvarez, Jefe de Departamento de Valoración Económica e Indicadores del INECC y la Mtra. Aída Josefina García Lázaro, consultora por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP).

El presente reporte integra además los resultados obtenidos por el Dr. Oswaldo Morales Nápoles de *Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO)* y *University of Technology (TUDelft),* como consultor en la sección de aplicación del Método Cooke. Para el diseño de los escenarios en los cuestionarios de consulta a expertos, se contó con la participación de dos investigadores: el Dr. Adán L. Martínez Cruz, especialista en petróleo y gas natural, y el Dr. Eduardo Loría Díaz de Guzmán, especialista crecimiento económico.

2. METODOLOGÍA

2.1 Contexto

Las agencias gubernamentales y el sector privado se enfrentan al problema de lograr consenso frente a la incertidumbre asociada a la toma de decisiones. El análisis cuantitativo de la incertidumbre exige una representación matemática de ésta, típicamente como una probabilidad. Cuando los modelos y los datos para la generación de distribuciones de probabilidad no se encuentran disponibles, pueden utilizarse distribuciones de probabilidad subjetivas basadas en las evaluaciones de expertos, pues sintetizan un amplio espectro de la teoría actual y de evidencia disponible.

Existen enfoques conductuales y matemáticos para la obtención y la agregación de las estimaciones de expertos individuales. Los enfoques conductuales implican la interacción entre expertos con el fin de alcanzar un acuerdo sobre las estimaciones de las variables de interés. Por el contrario, los métodos matemáticos construyen una distribución de probabilidad 'combinada' por variable mediante la aplicación de procedimientos o modelos analíticos que incorporan las evaluaciones individuales producidos por cada experto. En este proyecto se optó por un enfoque matemático, ya que el resultado de las interacciones de grupo en los enfoques conductuales a menudo equivale a un "falso consenso", que refleja simplemente la posición del experto o expertos dominantes en el grupo. En particular, el proyecto utiliza el llamado método Cooke, ya que proporciona un enfoque más amplio de condicionalidad y dependencia.

En los países industrializados, el crecimiento económico y los precios de los energéticos son factores clave en las emisiones de gases de efecto invernadero. Debido a esto, las estimaciones de la evolución probable de los precios del PIB y de los combustibles son componentes importantes para la creación de escenarios cuantitativos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) utilizados para fines de planeación. La cuantificación de la incertidumbre asociada a las estimaciones permite evaluar la incertidumbre de los escenarios y, por lo tanto, provee a los escenarios de una mayor solidez. El proyecto utiliza el método Cooke para cuantificar la incertidumbre asociada a las tasas de crecimiento

económico y los precios los energéticos, en apoyo al gobierno para la elaboración de los escenarios de emisiones de GEI en México.

2.2 Marco histórico

El desarrollo de métodos para la consulta estructurada de expertos o *expert-judgment elicitation* data de mediados del siglo pasado, como parte de los procesos de investigación acelerados que se dieron durante la segunda posguerra y la guerra fría. Los primeros experimentos con esta familia de métodos se realizaron en Estados Unidos en el marco del proyecto *Research and Development Corporation of Santa Monica, California (RAND)* en el que intervinieron la Fuerza Aérea de Estados Unidos y la compañía *Douglas Aircraft.*

En 1946, el Proyecto RAND realizó este tipo de ejercicios para estimar la fecha de lanzamiento del primer satélite al espacio. El resultado obtenido por la consulta fue el año 1957. Hoy sabemos que el primer satélite puesto en órbita alrededor de la tierra fue el *Sputnik 1,* que fue lanzado el 4 de Octubre de 1954. Entre el final de la Segunda Guerra Mundial y la Guerra de Vietnam, *RAND Corporation* desarrolló 2 métodos para la consulta estructurada a expertos, éstos fueron el método *Delphi* y el análisis de escenarios. El primero de ellos es el antecedente más cercano del Método Cooke.

El método *Delphi* fue desarrollado a principios de los cincuenta y se diseñó originalmente para anticipar objetivos de las industrias estadounidenses con base en planes hipotéticos que seguiría la Unión Soviética; esto durante la guerra fría. El método *Delphi* era sin duda alguna el más conocido para la consulta a expertos. A mediados de los sesenta y setenta fue utilizado en una amplia cantidad de aplicaciones, de manera que en 1974 se habían realizado más de 10,000 aplicaciones en diferentes campos de investigación (Cooke, 1991).

No obstante la gran popularidad del método *Delphi*, éste no escapó de las críticas. Una de las más relevantes fue la realizada por H. Sackman en su reporte *Delphi Assessment: Expert Opinion, Forecasting, and Group Process,* publicado en 1974 por la *RAND Corporation.* En este reporte se concluía que dicho método violaba varios principios inherentes a la metodología de la ciencia.

Considerando ésta y otras críticas, surgieron distintas versiones de consulta a expertos realizados en el sector aeroespacial por la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA por sus siglas en inglés). También en el área de inteligencia militar de los Estados Unidos tuvieron lugar otros estudios de este tipo, así como varios ejercicios realizados en otras partes del mundo. En la década de los ochenta y noventa existía entre la comunidad científica un amplio consenso sobre la necesidad de establecer los principios mínimos básicos que regularan los ejercicios de consulta a expertos. El objetivo era asegurar el rigor metodológico.

De esta manera, surgió como una propuesta de este consenso el libro de Roger Cooke, *Experts in Uncertainty. Opinion and Subjective Probability in Science* (1991), en el cual se señalaban los elementos principales que deberían de procurarse en este tipo de experimentos:

- **Escrutinio (*scrutability*).** La posibilidad de que todos los datos y herramientas del proceso de consulta estén abiertas a revisión una vez realizado el ejercicio. Esto permite que los resultados sean reproducidos por revisores bajo circunstancias similares.
- **Imparcialidad (*fairness*).** Los expertos no deben ser prejuzgados, lo cual asegura la objetividad del ejercicio.
- **Neutralidad *(neutrality).*** La consulta a expertos se realizará de manera que los expertos expresen su opinión, sin recibir previamente tendencias o puntos de vista de otros expertos o del equipo organizador del ejercicio.
- **Control empírico *(performance control).*** Las estimaciones cuantitativas deberán seguir los estándares de control científico mínimas (Cooke, 1991 y Cooke y Goossens, 2000).

Al mismo tiempo, Cooke definió una metodología estructurada para realizar el proceso de consulta a expertos. Ésta ha ganado amplia aceptación entre los científicos durante las dos últimas décadas. La metodología de Roger Cooke tomó el nombre de "Método Clásico" o "Método Cooke" y ha sido utilizada en una cantidad importante de disciplinas como la química, siderurgia, finanzas y análisis de riesgo, estudios de aviación, en innovaciones tecnológicas y ciencia nuclear, así como en estudios de cambio climático, por citar algunos.

2.3 Etapas del Método Cooke

La metodología está dividida en tres etapas de desarrollo: 1) la preparación para la consulta, 2) la consulta y 3) el análisis de la información obtenida o *post*-consulta (cita). Estas tres etapas, a su vez, se dividen en catorce pasos enunciados aquí y explicados en el apartado 5.1 del Anexo del documento. Como se verá en los ejercicios de consulta realizados, algunas de las etapas se realizaron de manera simultánea y otras no fueron necesarias debido al tipo de consulta que se realizó. Por ejemplo, para la segunda consulta sobre crecimiento económico no se preparó un cuestionario, ni se realizó la prueba piloto porque se tomaron los de la primera consulta.

Pre-consulta
1. Justificación del uso del método
2. Identificación de variables objetivo
3. Identificación de variables *query* o de consulta
4. Identificación de variables semilla o de desempeño
5. Identificación de expertos
6. Selección de expertos
7. Definición del cuestionario de consulta
8. Prueba piloto
9. Sesión de entrenamiento para expertos
Consulta
10. Sesión de consulta
Post-consulta
11. Combinación del juicio de expertos
12. Análisis de discrepancia y robustez
13. Feed-back
14. Elaboración de resultados finales

3. ESTIMACIONES DE INCERTIDUMBRE CON EL MÉTODO COOKE

Se realizaron tres ejercicios de consulta a expertos[2] para la estimación de la incertidumbre de tres variables que se consideraron determinantes en la estimación de emisión de GEI. Éstas son el crecimiento económico de México, los precios del petróleo WTI y los precios del gas natural *Henry Hub*.

3. 1 Primera consulta a expertos: crecimiento económico de México

En la primera consulta se convocó a investigadores y académicos expertos en temas macroeconómicos y de crecimiento económico, así como algunos funcionarios de organismos internacionales.

3.1.1 PRECONSULTA

3.1.1.1 Delimitación de variables y elaboración del cuestionario

Se realizó la revisión de la literatura sobre crecimiento económico y con base en sus resultados se determinó la pertinencia de utilizar el Método Cooke para la estimación de incertidumbre. Se eligió este método de estimación porque permite incorporar, en cierto grado, la incertidumbre asociada al pronóstico de variables como el crecimiento económico o los precios del petróleo y gas natural, en un horizonte de tiempo propuesto en este estudio.

Siguiendo la metodología de Cooke, se eligió como indicador de desempeño de la actividad económica en México y variable objetivo de la consulta la tasa de crecimiento del PIB de nuestro país, en especial porque es cuantificable y existen datos históricos. Las variables de interés y de desempeño fueron seleccionadas a partir de la revisión de la literatura y analizando los estudios sobre crecimiento económico de México más destacados. Asimismo se contó con el apoyo del Dr. Eduardo Loría Díaz de Guzmán,

[2] La primera consulta estimó el crecimiento económico para los periodos 2014 – 2020 y 2021-2030, mientras que en la segunda consulta se obtuvieron estimaciones tanto para los periodos 2014 – 2020 y 2021-2030 como para los años 2020 y 2030.

macroeconomista de la Facultad de Economía de la UNAM, quien elaboró un análisis econométrico del desempeño del PIB de 1980 a 2013 (Loria, 2014) y diseñó los escenarios para la formulación de las preguntas de consulta.

El Dr. Eduardo Loría, elaboró tres escenarios: alto (A), medio (B), bajo (C)[3] para los años 2020 y 2030 como se muestra en la tabla 1. Se identificaron cuatro variables relevantes de control: la tasa de interés, el desempleo, la inflación y el crecimiento de Estados Unidos (Loría, 2014). Los escenarios se elaboraron de tal manera que acotaran las opiniones de los expertos. Esto es muy importante puesto que permite la comparación y combinación de las respuestas obtenidas de los especialistas.

Tabla 1. ESCENARIOS PROPUESTOS PARA 2020

Escenario	Pregunta	Tasa de interés (porcentaje)		Tasa de desocupación (porcentaje)		Tasa de inflación (porcentaje)		Tasa de crecimiento del PIB de Estados Unidos	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A	3	3.0	3.5	4.0	4.5	2.5	3.0	4.0	4.5
B	1	3.5	4.0	5.4	5.6	3.0	3.5	2.8	3.3
C	2	4.5	5.0	6.5	7.5	4.0	4.5	1.8	2.3

Tabla 2. ESCENARIOS PROPUESTOS PARA 2030

Escenario	Pregunta	Tasa de interés (porcentaje)		Tasa de desocupación (porcentaje)		Tasa de inflación (porcentaje)		Tasa de crecimiento del PIB de Estados Unidos	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A	3	2.5	3.0	4.0	4.5	2.5	3.0	4.0	4.5
B	1	3.0	3.5	5.0	5.4	3.0	3.5	2.8	3.3
C	2	3.5	4.0	5.5	6.0	4.5	5.0	1.8	2.3

[3] Estas etiquetas no necesariamente coinciden con las establecidas en los cuestionarios que se utilizaron para consultar a los expertos. El cambio de etiquetas obedece a la necesidad de homogeneizar la presentación de escenarios en el presente documento.

Se formuló una pregunta condicionada a cada escenario, que solicitaba la estimación del crecimiento económico de México en 2020 y 2030. En total se elaboraron seis preguntas de consulta.

Para calibrar a los expertos, se seleccionaron seis variables: la tasa de interés nominal de los CETES a 28 días y la inflación anual de 1980 a 2013; se tomaron como referencia los datos reportados por el Banco de México, la proporción de la Población Económicamente Activa Desocupada entre la población de 14 años y más, la tasa de desocupación promedio y el número de desocupados anuales. Se tomaron como referencia los datos reportados por el INEGI en la Encuesta Nacional de Empleo y Ocupación del 2005 al presente. Así también se eligió la tasa de crecimiento económico de Estados Unidos tomando como referencia los datos reportados por la FRED.

Se elaboraron 13 preguntas de calibración, en las que se solicitaba al experto la estimación de los percentiles 5, 50 y 95 de las variables de desempeño en periodos específicos. Como se explica en el apartado 5.1 del Anexo de este documento, cada experto responderá las preguntas construyendo en su mente la distribución de probabilidad de la variable solicitada. No se espera que el experto conozca la respuesta correcta, sino que sea capaz de lidiar con la incertidumbre y realice una estimación (rango) que incluya al valor verdadero y que sea lo más estrecho posible. El equipo de investigación contó con las respuestas de las 13 preguntas de calibración que se elaboraron antes del ejercicio, esto permitió la calibración de los expertos al comparar sus respuestas con los datos verdaderos.

Con estos dos conjuntos de preguntas (calibración y con variables de interés), se redactó el cuestionario de consulta a expertos, que estuvo formado por tres apartados. La primera parte contenía una introducción, donde se establecieron los objetivos del proyecto y se proporcionó una breve explicación del método Cooke. La segunda sección contenía las preguntas de desempeño que contribuyen a calibrar a los expertos y el tercer apartado estuvo dedicado a la consulta sobre el crecimiento económico de México. Además se incluyó un anexo al cuestionario con las definiciones de las variables que se utilizaron en el cuestionario y la fuente de referencia que se utilizó. El cuestionario que se utilizó en este ejercicio puede apreciarse en el apartado 5.2 del Anexo de este documento.

3.1.1.2 Identificación y selección de expertos

Se eligieron a 24 economistas de acuerdo con su experiencia, puesto, nivel de responsabilidad, grado académico, número de publicaciones en el tema, premios y distinciones que han tenido, pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, los proyectos de investigación relacionados con el tema en los que han sido miembros o coordinadores, así como los nombramientos académicos o de investigación que han tenido. Se procuró contar con pluralidad y diversidad de puntos de vista[4].

Tabla 3. Lista de expertos

Nombre	Institución
Dr. Moritz Alberto Cruz	Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM
Dr. Eliseo Díaz González	Colegio de la Frontera Norte
José Manuel Iraheta	CEPAL, Sede Subregional México
Mtro. Junior Alfredo Martinez	Cámara de Diputados del Congreso de la Unión
Dr. Ramón Padilla	CEPAL, Sede Subregional México
Dr. Ignacio Perrotini Hernández	Posgrado de Economía, UNAM
Dr. Pablo Ruiz Nápoles	Posgrado de Economía, UNAM
Mtro. Juan Carlos Rivas	BBVA Bancomer Research
Dr. Alejandro Villagómez Amezcua	Centro de Investigación y Docencia Económicas

La consulta se realizó con los 9 expertos que aceptaron la invitación; éstos provenían de instituciones reconocidas como el Centro de Investigación y Docencia Económicas, el Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM, el Instituto de Investigaciones Económicas (IIEc) de la UNAM, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe

[4] Se envió una invitación formal por correo electrónico a cada experto, se le explicó a grandes rasgos el objetivo de la consulta a expertos, las variables de interés y los periodos de estimación, las características de su participación, la forma en que sería utilizado su nombre y estimaciones, la percepción económica que recibirían, el tiempo estimado que duraría la sesión de consulta y las condiciones en las que se realizaría.

(CEPAL), el Colegio de la Frontera Norte (COLEF) y el área de Investigación del Banco BBVA Bancomer. Los nombres de los especialistas se presentan en la tabla 3. Además, un breve *currículum* de cada uno de ellos se ha incorporado en el apartado 5.3 del Anexo de este documento.

3.1.1.3 Prueba piloto

Antes de la realización de la consulta, se probó el cuestionario mediante un ejercicio piloto realizado con tres estudiantes de economía, en proceso de titulación, de la Facultad de Economía de la UNAM, quienes participaron como voluntarios. Este ejercicio fue realizado en las instalaciones del INECC. Se les explicó a los estudiantes el objetivo del proyecto y en términos breves el Método Cooke. Para asegurar que tenían claro cómo responder las preguntas, se les realizaron un par de ejercicios con preguntas en el mismo formato pero de temas no relacionados con el crecimiento económico de México.

Finalmente, a los estudiantes se les dio el cuestionario para que lo respondieran, la respuesta fue anónima, sin límite de tiempo y se les motivó a que escribieran comentarios, sugerencias y dudas que tuvieran, los enunciados que no quedaban claros, etc. En todo momento estuvieron presentes dos miembros del equipo de trabajo para resolver dudas.

La información obtenida fue procesada en el software *EXCALIBUR*[5]. A partir de este ejercicio se obtuvieron datos preliminares para observar qué preguntas causaron más dificultad, se revisaron éstas para determinar si su respuesta podía deberse a la falta de claridad en la pregunta, la dificultad de la misma o algún otro factor. El balance fue positivo, se realizaron cambios menores en el cuestionario y se elaboró la versión final del mismo.

3.1.2 CONSULTA

3.1.2.1 Entrenamiento de expertos y consulta

[5] Es un paquete de cómputo diseñado para el análisis de resultados del método juicio estructurado a expertos, que a su vez se basa en el método Cooke. El software puede ser descargado en el siguiente link: http://www.lighttwist.net/wp/excalibur

La consulta se realizó en el Hotel Fiesta INN de la Ciudad de México ubicado en Gran Sur los días 22 y 23 de enero de 2014. Fueron convocados los nueve especialistas y los miembros del INECC: el Coordinador General de Crecimiento Verde, Mtro. José Carlos Fernández Ugalde, Mtro. Iván Islas Cortés, Director de Economía Sectorial; así cómo Mtro. Jorge Gutiérrez García, Subdirector de Economía de la Energía; Mtro. Jesús Bernal Álvarez, Jefe de Departamento de Valoración Económica e Indicadores, y la Mtra. Aída Josefina García Lázaro, Consultora Externa de la UNEP; Dr. Oswaldo Morales Nápoles, Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO) y el Dr. Eduardo Loría de Guzmán, Investigador de la Facultad de Economía de la UNAM.

El ejercicio de consulta se realizó en 2 días y se dividió en tres partes principales. En la mañana del día miércoles 22 de enero, el Mtro. Iván Islas Cortés dio una breve charla sobre los objetivos de largo plazo del INECC y particularmente de la Dirección de Economía Sectorial. Abordó las tareas principales de esta Dirección respecto a la línea base de emisiones y el consumo energético destacando la importancia del crecimiento económico de México en estas tareas. Además, el Mtro. Islas enfatizó la importancia de obtener estimaciones de crecimiento económico de México a mediano plazo, en la perspectiva de la formulación de políticas públicas de largo plazo.

Después, el Dr. Oswaldo Morales Nápoles explicó con detalle el Método Cooke, la metodología del mismo, las áreas de aplicación en las que ha sido utilizado y algunos ejemplos de su experiencia utilizando el método. También explicó la información que se esperaba obtener, las formas en que se procesarían tales datos y los criterios de combinación de las opiniones de los expertos.

Para familiarizar a los participantes con el cuestionario, se realizó un ejercicio de entrenamiento para confirmar que los expertos hubieran entendido el formato y el tipo de respuestas que se esperaban de ellos. El ejercicio de entrenamiento consistió en la aplicación de un cuestionario con el mismo formato de respuestas que la solicitada en el cuestionario de consulta pero con un tema distinto. Dado que este ejercicio sirvió de entrenamiento, se elaboró previamente un cuestionario con un tema que no estuviera relacionado con el de interés. Por ello, se eligió el precio de cuadros pintados por artistas mexicanos como Diego Rivera, Frida Kahlo y David Alfaro Siqueiros como variable a

analizar. Al finalizar el ejercicio, la información fue capturada y los resultados preliminares fueron presentados a los expertos.

Posteriormente, el Dr. Eduardo Loría Díaz de Guzmán presentó los modelos estimados del PIB de México de 1980 a la fecha. También presentó los escenarios que diseñó para la economía mexicana en 2020 y 2030, los fundamentos teóricos de su propuesta y las tendencias de la economía mexicana y mundial actual.

Por la tarde del mismo día, se aplicó el cuestionario de consulta a los expertos participantes. Se revisó el contenido del cuestionario para asegurar que las instrucciones estaban claras. A cada experto se le entregó una copia del cuestionario y un anexo de definiciones de las variables que se incluyeron tanto de variables de desempeño como de consulta[6].

Los expertos, quienes se sentaron en una mesa redonda, tuvieron espacio suficiente para responder el cuestionario de manera individual y sin restricciones de tiempo. El equipo de trabajo estuvo presente para atender cualquier duda, comentario o sugerencia que se presentara. La sesión terminó con esta actividad. El equipo de trabajo capturó y procesó la información provista por los expertos, obteniendo resultados preliminares, que fueron presentados en la sesión del segundo día. Los expertos tuvieron la oportunidad de observar los resultados individuales y globales, conocer el desempeño global en términos de calibración y conocer las respuestas verdaderas de las preguntas de calibración.

Tal como sugiere el Método Cooke, los resultados se presentaron con identificación anónima, de tal manera que los expertos se sintieran en la total confianza de dar su opinión. Esto se les dio a conocer desde la invitación formal y se mantuvo en todas las etapas del ejercicio: en el procesamiento de datos, la presentación preliminar de los resultados y en los reportes que la Dirección de Economía Sectorial del INECC ha elaborado.

[6] Por acuerdo unánime de los investigadores y el equipo de trabajo, se acordó que todas las estimaciones solicitadas para el año 2020 serían hechas para el periodo 2014-2020 y las estimaciones solicitadas para el año 2030 serían realizadas para el periodo 2021-2030.

3.1.3 POST – CONSULTA

3.1.3.1 Combinación de opiniones de expertos y análisis de datos[7]

Los resultados[8] de la consulta a expertos del crecimiento económico de México en los periodos 2014-2020 y 2021-2030 se presentan en la tabla 4. La primera columna corresponde al número de experto y la segunda a su etiqueta, la cual no coincide con su desempeño, ni con el orden en el que fueron presentados en la sección de selección de expertos. La tercera columna corresponde al coeficiente de calibración.

Un coeficiente de calibración mayor que 0.05 denota un nivel de confianza aceptable para la conclusión de resultados, tal como se explica en el Anexo 5.1. Los expertos F e I presentan un coeficiente mayor a 0.05. El experto F obtuvo el coeficiente de calibración más alto entre los expertos individuales de 0.27, mientras que dicho coeficiente para el resto de los expertos fue menor a 10^{-3}. Como se ve en la tabla 4, se estimaron los tres tipos de tomadores de decisiones: con pesos iguales (TDPI), con pesos globales (TDPG) y con pesos por artículo (TDPA) y se presentaron en las últimas filas de la tabla 4 como los expertos (virtuales) 10, 11 y 12, respectivamente. En los tres casos el coeficiente de calibración fue mayor a 0.05. El TDPI presenta el coeficiente más bajo (0.063), mientras que el TDPA el más alto (0.928).

Las columnas 4 y 5 presentan los coeficientes de información calculados con todas las variables y con las variables de calibración únicamente. En los expertos I y F se observan pequeñas diferencias entre estos dos números siendo menor el coeficiente de información calculado con todas las variables. Esto podría indicar que ambos expertos expresan ligeramente intervalos más amplios en las variables de calibración que en las variables de interés. Sin embargo, la razón entre los valores de la columna 5 y la columna 4 para cada experto no son diferentes para los expertos I y F que para el resto del grupo (Morales, et. al., 2014a).

[7] Ésta es una adaptación del documento Morales *et.al.* (2014a).
[8] Para el lector no especializado, en el Anexo 5.1 se presentan las principales definiciones del análisis de resultados del juicio estructurado de expertos. Para una lectura más especializada referirse a Morales *et al*. (2014a).

Tabla 4. Resultados del modelo clásico para la consulta a expertos sobre incertidumbre en el crecimiento económico de México de 2014 – 2020 y 2021 – 2030

Experts INECC de crecimiento económico de México							
Núm.	ID	Calibración	Información (todas las preguntas)	Información (preguntas de calibración)	Núm. preguntas de calibración	Puntuación individual	Puntuación individual normalizada con DM
1	A	0.00000	1.608	1.935	13	0.000	0.000
2	B	0.00001	1.03	1.006	13	0.000	0.000
3	C	0.00009	1.666	1.651	13	0.000	0.000
4	D	0.00001	1.302	1.484	13	0.000	0.000
5	E	0.00151	1.223	1.301	13	0.002	0.001
6	F	0.27660	1.081	1.285	13	0.355	0.264
7	G	0.00015	1.825	1.944	13	0.000	0.000
8	H	0.00001	1.698	1.913	13	0.000	0.000
9	I	0.05304	1.078	1.285	13	0.068	0.051
10	TDPA	0.92810	0.825	0.9916	13	0.920	0.684
11	TDPG	0.61400	0.7797	0.924	13	0.567	0.571
12	TDPI	0.06320	0.3378	0.4348	13	0.027	0.061

Weight: item; DM optimisation: si; nivel de significancia: 0.001

* TDPA, tomador de decisión de pesos iguales, TDPG tomador de decisión de pesos globales y TDPI, tomador de decisión de pesos por ítem.

La columna 6 contiene el número de preguntas de calibración, que es 13 para todos los expertos. La columna 7 presenta el producto de los valores de la calibración e información individual de los expertos con calibración mayor o igual al valor de significancia 0.0015059. La última columna de la tabla presenta la puntuación de cada experto normalizada considerando al experto virtual correspondiente al tomador de decisión de pesos iguales. Considerando como parámetro el tomador de decisión de pesos iguales, dado que es el más alto, la combinación lineal está dominada por este experto virtual, es decir, por el promedio simple de las opiniones ya que explica aproximadamente 68%. El experto F explica 26%, el experto I 5% y el experto E menos de 1%.

3.1.3.2 Análisis de robustez o discrepancia sensibilidad

El método Cooke sugiere realizar el análisis de sensibilidad y robustez, los resultados se presentan en las tablas 5 y 6. La tabla 5 muestra los resultados al calcular nuevamente los coeficientes de información y calibración excluyendo cada experto uno a la vez y re-calculando el tomador de decisión de pesos iguales. El renglón 10 de la tabla 5 o tomador

[9] Este valor es el valor de α, o valor de significancia resultante de la maximización de la calibración por pesos iguales, en el apartado de la metodología se ha detallado más sobre este valor.

de decisión con pesos iguales (TDPA) presenta los mismos resultados que el renglón 10 del de la tabla 4. Éstos corresponden al caso medio. Las columnas 3 y 4 presentan los coeficientes de información del TDPA calculados excluyendo el experto indicado en el renglón correspondiente.

En general los coeficientes de información no son muy diferentes del «caso medio». El valor más bajo para el coeficiente de información correspondiente a todas las variables es 0.7258. El más alto es 0.9884. Estos coeficientes respecto del «caso medio», es decir, del TDPA se encuentran en un factor del 10 al 20%. En cuanto al coeficiente calculado solamente con variables de calibración (columna 4 de la tabla 5) el mínimo corresponde a 0.8466 mientras que el máximo a 1.177. Éstos están nuevamente a una razón de aproximadamente 1.2 con el valor observado en el caso medio.

El coeficiente de calibración (columna 5 de la tabla 5) presenta la mayor variación excluyendo al experto F quien es el experto con mejor desempeño del grupo. Sin embargo, aun en este escenario, el coeficiente de calibración del TDPA es mayor a 0.05, por tanto sigue siendo aceptable para la validación de los resultados.

Por tanto, se concluye que los resultados no varían significativamente cuando se excluyen uno a la vez a los expertos. Esto le da robustez a nuestros resultados respecto del conjunto de expertos.

Tabla 5. Análisis de sensibilidad por experto

Bayesian Updates: no		Weights: item	DM Optimisation: yes	
Significance Level:		0.001505	Calibration Power:	1
Nr.	ID	Rel.info/bg	Rel.info/bg	Calibr.
1	A	0.8091	0.9898	0.9281
2	B	0.7374	0.8909	0.5285
3	C	0.8001	0.9867	0.9281
4	D	0.7258	0.8466	0.7546
5	E	0.8461	1.011	0.5285
6	F	0.8437	1.018	0.1389
7	G	0.8233	0.989	0.9281
8	H	0.8249	0.9915	0.9281
9	I	0.9884	1.177	0.7546
10	TDPA	0.825	0.9916	0.9281

Por otra parte, si se estima esta misma tabla pero excluyendo una a la vez las variables de calibración se obtiene la Tabla 6, aunque se observan diferencias mayores, se confirma la robustez de los resultados en este sentido. Los coeficientes de información varían más que cuando los expertos individuales son excluidos del análisis; sin embargo, esta diferencia no es mayor al 30%, cifra que es común para este tipo de estudios (Morales et. al., 2014a).

El coeficiente de calibración cambia muy poco. El valor mínimo para este coeficiente se observó al excluir la pregunta de calibración 13. No obstante con esta eliminación el valor de la calibración sería de 0.311, la cual es significativamente mayor que el nivel de confianza requerido para el estudio. En estos términos podemos concluir que el ejercicio es también bastante «robusto» con respecto al conjunto de variables de calibración.

Tabla 6. Análisis de sensibilidad por variable de calibración

Bayesian Updates: no		Weights: item	DM Optimisation: yes	
Significance Level:		0.001505	Calibration Power:	1
Nr.	Id of excl. item	Rel.info/bg total	Rel.info/bg realizatioo	Calibr.
1	inter_crecnega	0.785	0.989	0.522
2	inter_crec1996	0.840	1.047	0.824
3	infla_crecneg8	0.773	0.968	0.522
4	infla_1996-201	0.878	1.078	0.446
5	infla_2000-201	0.907	1.106	0.446
6	inflación_8189	0.854	1.044	0.918
7	PEAdes_14mas	0.848	1.020	0.918
8	desocuppromedi	0.696	0.809	0.824
9	desocup_millon	0.727	0.873	0.824
10	desocup_prome	0.833	1.003	0.298
11	razon_desocup	0.778	0.911	0.824
12	crecimientoUS	0.779	0.972	0.522
13	sincroni_USMEX	1.077	1.297	0.311
14	None	0.825	0.992	0.928

3.1.3.3 Resultados

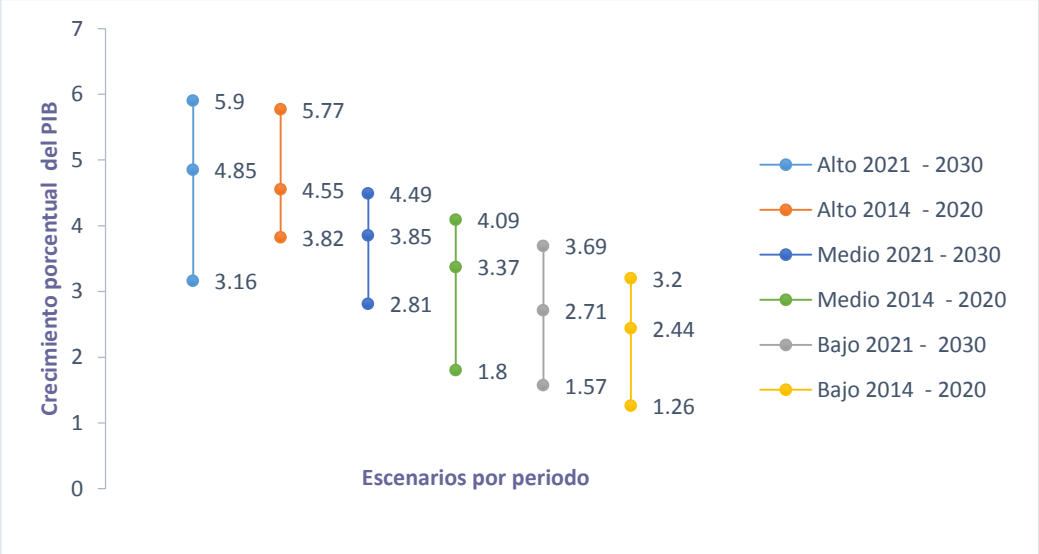
El análisis de los datos reporta que el tomador de decisión por pesos iguales o TDPA es el mejor calibrado y es más informativo que los otros dos expertos virtuales (por pesos globales y por artículo). El tomador de decisión de pesos globales (TDPG) tiene

coeficientes de información cercanos a los del tomador de pesos iguales (TDPI), pero su coeficiente de calibración es 50% menor que el del TDPA.

Por otra parte, el tomador de pesos iguales (TDPI) tiene un coeficiente de calibración que supera el nivel de confianza requerido, sin embargo, es en orden de magnitud menor que los TDPA y TDPG, por tanto no se encontró evidencia para recomendar el TDPI sobre el TDPA.

En la gráfica 1, se muestran las estimaciones del crecimiento económico en 2014-2020 y 2021-2030 con respecto a los resultados de la primera consulta. La estimación en 2021 – 2030 de la primera consulta en el escenario alto se encuentra en el rango 3.16 - 5.9%, en el escenario medio en el rango 2.81- 4.49% y el escenario bajo entre 1.57 – 3.69%. Asimismo, en el periodo 2014 – 2020 el escenario alto se encuentra en el rango de 3.82% – 5.77%, el escenario medio en el rango 1.8 -4.09% y en el escenario bajo en el rango 1.57 - 3.69%.

Gráfica 1. Primera Consulta: Percentiles 5, 50 y 95 de las distribuciones de incertidumbre del crecimiento económico



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de Morales *et al.* (2014a).

3.2 Segunda consulta a expertos: crecimiento económico de México

La segunda consulta sobre crecimiento económico se realizó el 10 de abril del 2014 en las instalaciones del INECC, con la participación de un grupo de expertos en el tema de crecimiento económico. A diferencia de la primera consulta en donde predominó el sector académico, los participantes de la segunda consulta están adscritos a alguna Secretaría de Estado que le dan seguimiento a los indicadores de la actividad económica y/o realizan estudios económicos de coyuntura o investigación. También se contó con la representación de un grupo de investigación económica del sector privado.

3.2.1 PRECONSULTA

3.2.1.1 Delimitación de variables y elaboración del cuestionario

Dado que esta segunda consulta fue una extensión del ejercicio realizado en los últimos días de enero, se utilizó el mismo cuestionario con cambios menores. El objetivo fue corroborar los resultados obtenidos previamente consultando a expertos de otras esferas de la economía. Debido a que en el primer ejercicio participaron principalmente académicos, en esta consulta se invitó a especialistas del gobierno y del sector privado.

Respecto al cuestionario, se eliminó una pregunta de calibración que había causado mucha dispersión en las respuestas obtenidas por los expertos en la primera consulta. Se modificó la redacción de las preguntas de consulta en lo referente al periodo, de manera que explícitamente se mencionara que el periodo de estimación era 2014 – 2020 y 2021 – 2030. Adicional a estas preguntas, se plantearon otras seis con los mismos escenarios donde se preguntaba por la estimación del crecimiento económico de México en el año 2020 y 2030. La intención del equipo fue determinar si existían diferencias significativas entre los dos tipos de preguntas.

3.2.1.2 Identificación y selección de expertos

Para esta consulta se realizó una búsqueda de las secretarías en donde se hacen análisis económico y pronósticos. A partir de esto se realizó una selección del personal que laboraba en la institución de acuerdo con su experiencia en el tema. Se tomó en cuenta la publicación de documentos sobre crecimiento económico y temas de macroeconomía,

aparición en los medios especializados, etc. Se eligieron a uno o dos especialistas por institución.

Con base en estos criterios, se enviaron siete oficios con su invitación a los grupos de investigación seleccionados. Asimismo se les contactó algunos días después a quienes no respondieron en ese lapso por escrito. El resultado fue la participación de cinco especialistas de tres diferentes instituciones, uno del Banco de México, dos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y dos más del grupo financiero Banamex. La lista de los expertos se presenta en la tabla 7 y un breve *curriculum* de ellos en el Apartado 5.3 del Anexo de este documento.

Tabla 7. Lista de expertos

Nombre	Institución
Iván Arias Gallegos	SHCP
Mtro. Gabriel Levin Konigsberg	Banco de México
Alfonso Zerón Marmolejo	SHCP
Eduardo Rafael González Nolasco	Grupo Financiero BANAMEX
Myriam Rubalcava Rosales	Grupo Financiero BANAMEX

3.2.2 CONSULTA

3.2.2.1 Entrenamiento de expertos y consulta

La consulta se realizó el día 10 de abril del 2014 en el INECC. Además de los expertos, asistieron el Coordinación General de Crecimiento Verde, Mtro. José Carlos Fernández Ugalde, Mtro. Iván Islas Cortés, Director de Economía Sectorial, INECC; Mtro. Jorge Gutiérrez García, Subdirector de Economía de la Energía; Mtro. Jesús Bernal Álvarez, Jefe de Departamento de Valoración Económica e Indicadores y Mtra. Aída Josefina García Lázaro, Consultora Externa de la UNEP.

El ejercicio de consulta inició con la presentación del Mtro. Jorge Gutiérrez García sobre los objetivos de largo plazo del INECC, sus principales tareas respecto a la línea base de emisiones y el consumo energético. Además destacó la importancia del crecimiento económico de México en estas tareas y por tanto el interés de la CGCV por obtener estimaciones de crecimiento económico a mediano plazo. Posteriormente, el Mtro. Jesús Bernal dio una explicación del método Cooke, la metodología del mismo, las tareas que se solicitaban de los expertos, el formato de respuesta, las formas en que se procesaría los datos y la combinación de las opiniones.

Después, la Mtra. Aída Josefina García Lázaro, realizó un pequeño ejercicio de entrenamiento para confirmar que los expertos hubieran entendido el formato y el tipo de respuestas que se esperaban de ellos. El ejercicio de entrenamiento consistió en la aplicación de un cuestionario con el mismo formato de respuestas, que la solicitada en el cuestionario de consulta sobre crecimiento de México.

Se empleó el mismo cuestionario utilizado en el primer ejercicio de consulta, el cual tuvo como temática -alejada de un tema económico- el precio de cuadros pintados por artistas mexicanos como Diego Rivera, Frida Kahlo y David Alfaro Siqueiros. Al finalizar el ejercicio, la información fue capturada y los resultados preliminares de este ejercicio fueron presentados.

En este ejercicio se omitió la presentación de los escenarios para evitar sesgos o poner elementos en la mente de los expertos. De esta manera, se procedió a la aplicación del cuestionario de consulta. Los especialistas se sentaron en una mesa redonda, no tuvieron restricciones de tiempo. Se les presentó a los expertos un anexo de definiciones sobre las variables y las fuentes de las mismas que se enuncian en el cuestionario. A cada experto se le proporcionó una copia del cuestionario, se leyeron las instrucciones y el equipo de trabajo estuvo presente durante toda la sesión para atender dudas, preguntas o comentarios.

3.2.3 POST – CONSULTA

3.2.3.1 Combinación de opiniones de expertos y análisis de datos

Los resultados de este ejercicio se realizaron después del día de la consulta y se muestran en la tabla 8. La estructura es la misma que la presentada en la tabla 4 y los resultados se obtuvieron con el software EXCALIBUR.

La columnas 1 y 2 contienen datos de identificación de los expertos. En la columna 3 se presenta el coeficiente de calibración. Solo el experto E tuvo un puntaje mayor a 0.05. Los coeficientes de calibración de los tres tomadores de decisión TDPI, TDPG y TDPA (con pesos iguales, con pesos globales y con pesos por artículo, respectivamente), resultaron mayores a 0.05. Además los tres expertos virtuales obtuvieron un coeficiente de calibración mayor que el de los expertos.

El tomador de decisión más alto fue el TDPG con un coeficiente de 0.92, sin embargo, se eligió el TDPI para el análisis porque las estimaciones del PIB de los expertos en los escenarios bajos del TDPA y TDPG son mayores que en los escenarios básico y alto, lo cual no tiene sentido económico. Por tanto, se prefirió obtener estimaciones a partir del promedio de opiniones más que por una estimación basada en desempeño. Adicionalmente, los tres tomadores de precios rebasan holgadamente el nivel de significancia apropiado.

Tabla 8. Resultados de la primera consulta a expertos sobre incertidumbre en el crecimiento económico de México de 2014 – 2020 y 2021 – 2030

Núm.	ID	Calibración	Información (todas las preguntas)	Información (preguntas de calibración)	Núm. preguntas de calibración	Puntuación individual	Puntuación individual sin DM	Puntuación individual normalizada con DM
1	A	0.002	1.171	1.209	12	0.003	0.200	0.018
2	B	0.000	0.821	1.070	12	0.000	0.200	0.002
3	C	0.000	1.084	1.509	12	0.000	0.200	0.001
4	D	0.000	1.536	2.098	11	0.000	0.200	0.000
5	E	0.063	1.124	1.621	12	0.102	0.200	0.671
6	TDPI	0.158	0.208	0.295	12	0.047		0.307
7	TDPG	0.927	0.767	1.076	12	0.998		0.905
9	TDPA	0.486	0.832	1.221	12	0.593		0.850

En cuanto a los coeficientes de información, el experto D tiene el puntaje más alto pero es mayor cuando solo se consideran las variables de calibración. Esto podría indicar que este experto expresa ligeramente intervalos más amplios en las variables de calibración que en las variables de interés. Finalmente, en cada columna se muestra la puntuación de cada experto normalizada. Se observa que el experto E representa el 67%.

3.2.3.2 Análisis de robustez o sensibilidad

En la tabla 9 se presentan los resultados del análisis de robustez por experto, no se calcularon por artículo porque esto no es posible cuando se elige el TDPI. Como se puede observar las primeras dos columnas de la tabla 9 son las etiquetas que se han puesto a cada experto. La tercera columna presenta el coeficiente de información considerando todas las preguntas, en la columna 4 el coeficiente de estimación es obtenido solo con las preguntas de calibración, los coeficientes son aceptables. En la última columna se observan los coeficientes de calibración eliminando uno a la vez los expertos. En todos los casos el coeficiente es menor o igual al obtenido por el TDPI, salvo cuando se elimina el experto B. En todos los casos el coeficiente de calibración es mayor a 0.05. Por tanto, el análisis es robusto.

Tabla 9. Análisis de sensibilidad por experto

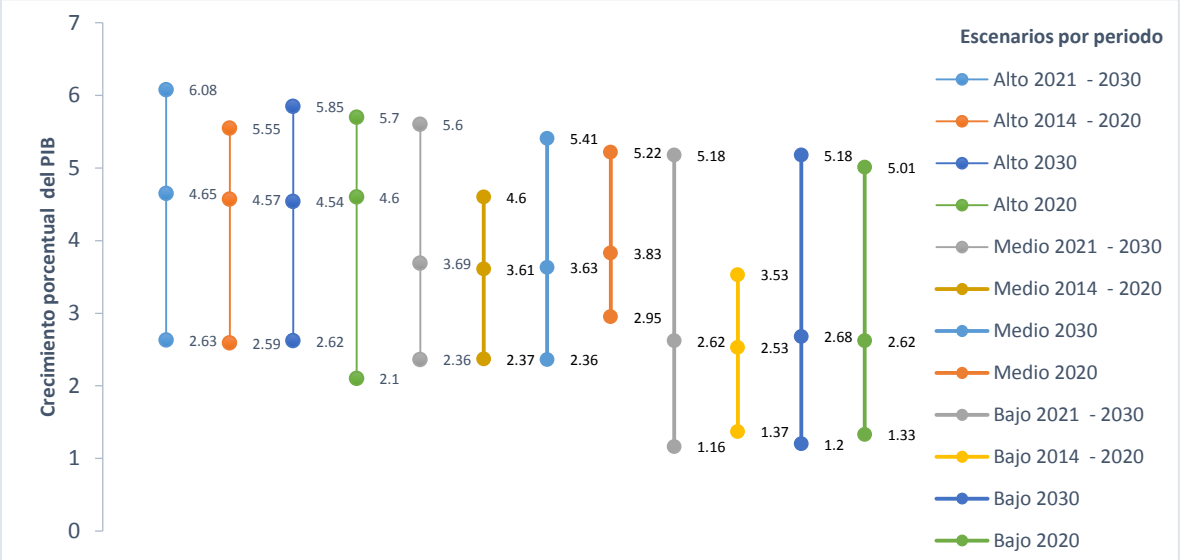
Robustness analysis on Experts				
Número	ID	Rel.info/bg	Rel.info/bg	Calibración
1	A	0.1971	0.2837	0.06551
2	B	0.1594	0.2127	0.3248
3	C	0.1992	0.3003	0.158
4	D	0.1846	0.2607	0.1289
5	E	0.1966	0.2977	0.158
6	None	0.2083	0.2949	0.158

Significante level: 0.001505
DM Optimisation: yes

3.2.3.3 Resultados

En la gráfica 1.1 se presentan las estimaciones del crecimiento económico de México obtenidas a partir de la segunda consulta a expertos. Los expertos estimaron que el crecimiento económico de México en 2014 – 2020 será de 1.37 -3.53% en un escenario bajo, 2.37– 4.6% en un escenario medio y 2.59 – 5.55% en un escenario alto. Cuando la pregunta se realizó para un año particular, 2020, las estimaciones fueron 1.3 – 5.0% en un escenario bajo, 3.0 – 5.2% en un escenario medio y 2.1 – 5.7% en un escenario alto.

Gráfica 1.1. Percentiles 5, 50 y 95 de las distribuciones de incertidumbre del crecimiento económico de México en 2014 – 2020, 2021 – 2030, 2020 y 2030



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de Morales *et al.* (2014a).

Asimismo, el crecimiento económico de México en 2021 -2030 en términos porcentuales se estimó en los siguientes intervalos, 2.63% – 6.1%, 2.36% -5.6% y 1.16% – 5.18% para los escenarios alto, medio y bajo, respectivamente. Cuando se preguntó de manera puntual para el 2030, los expertos consultados estimaron que el crecimiento económico estaría entre 1.2% y 5.2% en escenario bajo, 2.4% y 5.4% en escenario medio y entre 2.6% y 5.9% en escenario alto.

Analizando los resultados, se puede ver que en 5 de las 6 estimaciones por periodo los intervalos de crecimiento estimados son más estrechos que en las estimaciones en un año particular (2020 ó 2030). Esto puede explicarse porque cuando se considera un periodo más que un año para la estimación, los expertos pueden considerar factores de corto plazo que compensan el desempeño de la economía y hacen tender la estimación hacia un valor promedio.

Las diferencias entre las estimaciones de 2014 – 2020 y el año 2020 son más amplias que entre las obtenidas para 2021 – 2030 y 2030. Probablemente los expertos han considerado que tienen menos elementos para realizar sus estimaciones conforme el horizonte de pronóstico se amplia y por ello han preferido ser más conservadores.

3.3 Tercera consulta a expertos: precios internacionales de petróleo y gas natural

3.3.1 PRE - CONSULTA

3.3.1.1 Delimitación de variables y elaboración del cuestionario

Dado que los precios del petróleo y gas natural son una variable importante para determinar el nivel de emisiones de gases efecto invernadero (GEI), se juzgó conveniente realizar un ejercicio de consulta estructurada de expertos con este tema.

Para esto se realizó previamente una revisión de la literatura sobre los precios del petróleo y gas natural. Se estudiaron los modelos econométricos existentes, los cuales utilizan una cantidad amplia de técnicas econométricas. Sin embargo, también son restringidos para generar predicciones en los periodos de interés, 2014 – 2020 y 2021 – 2030. Por esta razón se prefirió estimar la distribución de incertidumbre de estos precios por el Método Cooke.

Dado que el objetivo fue estimar los precios del petróleo internacional y del gas natural, se eligieron estas dos variables como variables objetivo. Además, a partir de la revisión de la literatura, se determinó que el precio del petróleo empleado sería el *West Texas Intermediate* (WTI) y el precio del gas natural de referencia sería el *US Henry Hub*. Éstas se establecieron como variables de consulta o *query*.

Con esta información se trabajó de manera coordinada con el Dr. Adán L. Martínez Cruz, especialista en temas económicos y econometría, quien apoyó para la delimitación de las variables de desempeño más apropiadas de acuerdo con su conocimiento y el estudio econométrico que realizó para explicar el precio del petróleo WTI y de la Mezcla Mexicana de 1980 al 2013.

El estudio mencionado fue realizado tomando como referencia el artículo del economista David Coleman (2012), en donde el autor explica los determinantes de largo plazo del precio del petróleo. Para su estimación, el Dr. Adán L. Martínez Cruz incluyó un conjunto de variables sugeridas por el equipo de trabajo y elegidas por él. El modelo final de los precios del petróleo WTI, explica el comportamiento de los precios por las siguientes

variables: un indicador de actividad económica mundial medido por el índice de Killian[10], la participación de la OPEP en el mercado mundial, la participación de las importaciones de petróleo de la OCDE entre su consumo total de petróleo y un índice de condiciones financieras.[11]

Con base en estas estimaciones, se eligieron las variables de desempeño para calibrar a los expertos y fueron diseñados los escenarios para las preguntas de consulta. Se eligieron cinco variables para las preguntas de calibración: el crecimiento económico mundial, el crecimiento de los países de la OCDE, de Rusia, China y la India; la razón entre la oferta de la OPEP y la demanda mundial como un *proxy* de la participación de la OPEP en el mercado mundial del petróleo y la participación de las importaciones totales de petróleo de la OCDE, en su demanda total. La información se obtuvo de las bases de datos del Banco Mundial y la *Federal Reserve Economic Data* (FRED).

También se consideraron como preguntas de calibración las reservas de petróleo probadas en miles de millones de barriles y las reservas de gas natural probadas en billones de metros cúbicos.[12] A partir de esta información se elaboraron 8 preguntas con incisos cada una, dando un total de 26 preguntas de calibración. El formato de respuesta fue el usual.

Adicionalmente, para el diseño de las preguntas de consulta, el Dr. Adán L. Martínez Cruz, diseñó tres escenarios (alto, medio y bajo) para los periodos 2014 – 2020 y 2021 – 2030. Al igual que en el ejercicio anterior se definieron tres escenarios: alto, medio y bajo. Los escenarios consideraron cuatro variables que fungieron como condiciones, la tasa de inflación de Estados Unidos que se asumió de 1.5% en todos los casos; la proporción de petróleo importado respecto del consumo total consumido de los países de la OCDE y la tasa de crecimiento económico promedio de China y la India. Los escenarios se muestran en las tablas 10 y 11.

[10] Veáse Killian (2011) y Killian, et. al. (2013)

[11] Para mayores detalles del modelo se puede observar el Anexo que contiene el trabajo realizado por el Dr. Adán L. Martínez Cruz.

[12] Entendido un billón como 1,000 000, 000 000 de unidades.

Tabla 10. ESCENARIOS PROPUESTOS PARA 2014 - 2020

ESCENARIOS						
	Tasa de crecimiento promedio de China 2014- 2020		Tasa de crecimiento de India 2014 – 2020		Proporción de petróleo importado por miembros de la OCDE 2014 – 2020	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A	7	8.5	6	9	0.50	0.60
B	5	6.5	4	5.5	0.45	0.49
C	3	4.5	2	3.5	0.40	0.44

Tabla 11. ESCENARIOS PROPUESTOS PARA 2021 - 2030

ESCENARIO						
	Tasa de crecimiento promedio de China 2021- 2030		Tasa de crecimiento de India 2021 – 2030		Proporción de petróleo importado por miembros de la OCDE 2021 – 2030	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A	6.0	8.0	5.0	7.0	0.45	0.50
B	3.5	5.5	3.0	4.5	0.40	0.44
C	1.5	3.4	1.5	2.5	0.35	0.39

Con base en estos escenarios se elaboraron 24 preguntas de consulta, 12 para los precios del petróleo y otros 12 para los precios del gas natural. Para cada escenario se preguntó la estimación del precio de petróleo *WTI* y del gas natural *Henry Hub* en los periodos 2014 – 2020 y 2021 – 2030 y en los años 2020 y 2030.

3.3.1.2 Identificación y selección de expertos

Para seleccionar los expertos que participarían en la consulta, se realizó una búsqueda de economistas reconocidos en el tema de nuestro país. Asimismo tuvimos el apoyo del Dr. Adán L. Martínez Cruz, quien aportó una lista de economistas expertos en el tema y fue el primer contacto entre los expertos y la Dirección de Economía Sectorial del INECC.

Con la lista de especialistas en hidrocarburos, precios del petróleo y gas natural, se eligieron 17 expertos[13] tomando en consideración su experiencia, puesto, nivel de responsabilidad, grado académico, número de publicaciones en el tema, los premios y distinciones que han tenido, su pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT y el nivel que han adquirido, los proyectos relacionados con el tema en los que han sido miembros o coordinadores, así como los nombramientos académicos o de investigación que han tenido.

La tasa de respuesta fue muy aceptable pues confirmaron su asistencia 8 especialistas. Ellos pertenecen a instituciones altamente reconocidas como el Centro de Investigación y Docencia Económicas, el Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM, la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Centro de Geociencias de la UNAM y la Secretaría de Energía. La lista de expertos participantes se muestra en la tabla 12 y un curriculum breve en el apartado 5.3 del Anexo de este documento.

Tabla 12. Lista de expertos

Nombre	Institución
Dr. Victor Gerardo Carreón Rodríguez	Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE)
Dr. Ángel de la Vega Navarro	Posgrado de Economía, UNAM
Dr. Javier Estrada Estrada	Secretaría de Energía
Dr. Luca Ferrari	Centro de Geociencias de la UNAM
Dra. Alicia Puyana Mutis	FLACSO-Mexico
Lic. Fabiola Rodríguez Bolaños	Secretaría de Energía

[13] La invitación explicaba a grandes rasgos el objetivo de la consulta a expertos, las variables de interés y los periodos de estimación, las características de la participación de los expertos, la forma en que sería utilizado su nombre y estimaciones, la percepción económica que recibirían, el tiempo estimado que duraría la sesión de consulta y las condiciones en las que se realizaría el ejercicio. El equipo de trabajo contactó por vía telefónica a los expertos días después de enviada la invitación, particularmente aquellos que no habían respondido por escrito.

Nombre	Institución
Dr. Eugenio Torijano	CEPAL, Sede Subregional México
Dr. Hugo Ventura	CEPAL, Sede Subregional México

3.3.1.3 Prueba piloto

Previo a la consulta de expertos, el cuestionario fue sometido a una prueba piloto realizada con una estudiante de Doctorado de la FLACSO de México, Katya Pérez Guzmán. Ella participó de manera voluntaria dado su conocimiento en temas de energía. Gracias a su participación se obtuvieron comentarios valiosos que generaron cambios menores en el cuestionario.

3.3.2 CONSULTA

3.3.2.1 Entrenamiento de expertos y consulta

La consulta a expertos se realizó en el Hotel Radisson de la Ciudad de México el jueves 27 de febrero del 2014. Fueron convocados los ocho especialistas, y el Coordinador General de Crecimiento Verde, Mtro. José Carlos Fernández Ugalde y el equipo de trabajo: Mtro. Iván Islas Cortés, Director de Economía Sectorial; Mtro. Jorge Gutiérrez García, Subdirector de Economía de la Energía; Mtro. Jesús Bernal Álvarez, Jefe de Departamento de Valoración Económica e Indicadores, INECC; Mtra. Aída Josefina García Lázaro, Consultora Externa de la UNEP y el Dr. Adán Martínez Cruz consultor experto en petróleo y gas natural.

El ejercicio de consulta se realizó en un día. Por la mañana el Mtro. Iván Islas Cortés, dio una breve charla sobre los objetivos de largo plazo del INECC, sus principales tareas respecto a la línea base de emisiones y el consumo energético destacando la importancia del crecimiento económico de México, el precio internacional de petróleo y el precio del gas natural. El Mtro. Jorge Gutiérrez García, explicó con detalle el Método Cooke, la metodología del mismo y las áreas de aplicación en las que ha sido utilizado. Además

explicó la información que se esperaba obtener, las formas en que se procesaría tales datos y los criterios de combinación de las opiniones de los expertos.

Para familiarizar a los expertos con este método se realizó un ejercicio de entrenamiento para confirmar que hubiesen entendido el formato y el tipo de respuestas que se esperaban de ellos. Como en los dos ejercicios anteriores, se aplicó el mismo cuestionario de entrenamiento.

Posteriormente, se aplicó el cuestionario de consulta expertos. Los especialistas se ubicaron en una mesa redonda donde se les proporcionó espacio y tiempo suficiente para responder el cuestionario, en documento anexo se les entregó un además la definición de las variables contenidas en la encuesta. Al finalizar esta actividad fueron presentados los resultados del ejercicio de entrenamiento.

3.3.3. POST – CONSULTA

3.3.3.1 Combinación de opiniones de expertos y análisis de datos[14]

En la tabla 13 se presentan los resultados de la consulta a expertos sobre incertidumbre en los precios del petróleo y gas natural de 2014 – 2020, 2021 – 2030, 2020 y 2030. Esta tabla contiene siete columnas. Las dos primeras identifican a cada experto con un número y una letra, la cual no está relacionada con su desempeño.

En la columna 3 se presentan los coeficientes de calibración individuales, incluyendo los obtenidos por cada tomador de decisión. Un coeficiente mayor que 0.05 garantiza un nivel de confianza aceptable para el estudio. De acuerdo con la tabla 13 solo el experto D satisface el umbral del nivel de confianza. Los coeficientes de calibración de los demás expertos son muy cercanos a cero. Los tomadores de decisión promedio (TDPI) global (TDPG) y por artículo (TDPA) se presentan como expertos 9, 10 y 11, sus coeficientes de

[14] Adaptación del documento (Morales, et. al., 2014b).

calibración son 0.83, 0.15 y 0.18, respectivamente. Los coeficientes de calibración de los tomadores de desempeño TDPA y el TDPG son menores al promedio, no obstante que los TDs basados en desempeño presentan coeficientes de calibración mayores que los expertos individuales.

Las columnas 4 y 5 contienen los coeficientes de información estimados, considerando todas las preguntas y solo las de calibración, respectivamente (Morales et.al., 2014b). En este ejercicio los coeficientes de información de los expertos virtuales (TDPI, TDPG y TDPA) son menores que los obtenidos por los expertos individuales, esto confirma el patrón recurrente en los ejercicios de combinación lineal de opiniones expertas. Los TDPG y TDPA fueron más informativos que el TDPI, esto podría ser una razón para elegir los TDs por desempeño a pesar de que el tomador de decisión de pesos iguales (TDPI) está mejor calibrado.

La columna 6 refleja el número de preguntas de calibración respondidas por cada experto. En la columna 7 y 8 se presenta el producto del coeficiente de calibración e información. Esto es la puntuación de cada experto, con o sin optimización. La última columna muestra la puntuación normalizada de cada experto y tomador de decisiones.

Tabla 13. Resultados del modelo clásico para la consulta a expertos sobre incertidumbre en los precios del petróleo WTI y el precio del gas natural Henry Hub de 2014 – 2020 y 2021 – 2030

Núm.	ID	Calibración	Información (todas las preguntas)	Información (preguntas de calibración)	Núm. preguntas de calibración	Puntuación individual	Puntuación individual sin DM	Puntuación individual normalizada con DM
1	A	0.000	1.347	1.235	16	0.000	0.125	0.001
2	B	0.000	1.794	1.902	26	0.000	0.125	0.002
3	C	0.000	1.603	1.576	26	0.000	0.125	0.000
4	D	0.072	1.045	1.004	21	0.072	0.125	0.254
5	E	0.000	1.428	1.167	26	0.000	0.125	0.000
6	F	0.000	2.016	1.955	26	0.000	0.125	0.000
7	G	0.000	1.075	1.262	25	0.001	0.125	0.002
8	H	0.000	1.414	1.474	26	0.000	0.125	0.000
9	TDPI	0.826	0.212	0.257	26	0.212		0.743
10	TDPA	0.189	0.966	1.039	26	0.197		0.728
11	TDPG	0.151	0.855	0.868	26	0.131		0.641

Weight: item; DM optimisation: si; nivel de significancia: 0.001

La combinación lineal está dominada por este experto virtual, así como por el experto D que resulta ser el mejor calibrado del grupo. El TDPI contribuye con 74%, el experto D con

25% y los demás expertos individuales con el restante 1%. Los tomadores de decisión por desempeño son considerablemente más estrechos y están dominados por la opinión del experto D, ajustada por las opiniones del resto de los expertos en la combinación. Desafortunadamente el experto D no ha respondido a todas las preguntas, como se aprecia en los gráficos del Anexo.

Considerando los elementos que se han expuesto arriba, el TDPI es el tomador de decisión más apropiado. Éste es el mejor calibrado, no obstante que su coeficiente de información es más bajo que el obtenido por el TDPA, TDPG y los expertos individuales (Morales et. al., 2014b).

3.3.3.2 Análisis de robustez o sensibilidad

Generalmente para validar los resultados obtenidos en los ejercicios de consulta a expertos, se realiza el análisis de sensibilidad respecto al grupo de expertos y al conjunto de preguntas de calibración. Pero dado que el tomador de decisión elegido es el promedio simple (TDPI) no se realizó el análisis de robustez respecto a cada pregunta de calibración. Como se explicó en los ejercicios anteriores, el análisis de sensibilidad consiste en re-estimar los coeficientes de calibración e información y el TDPI eliminando un experto a la vez y probando si existen cambios sustanciales respecto de los resultados obtenidos con el total de expertos. En la tabla 14 se presenta el análisis.

La tabla 14 está formada por cinco columnas, las primeras dos se refieren a los identificadores de cada experto. La tercera columna presenta el coeficiente de información considerando todas las preguntas, en la columna 4 el mismo coeficiente es obtenido pero considerando únicamente las preguntas de calibración. Por otra parte, el coeficiente de calibración mejora si se excluye al experto D, sin embargo éste tiene el coeficiente de calibración más alto, por eso recomienda no excluirlo. Por otro lado, la exclusión de los expertos B o G empeora el coeficiente de calibración haciéndolo no significativo.

Tabla 14. Análisis de sensibilidad por experto

Case name : Oilprices - natural gas Robustness analysis on Experts Bayesian Updates: no Weights: item DM Optimisation: no Significance Level: 0 Calibration Power: 1				
Nr.	Id excl.exp	Rel.info/bg total	Rel.info/bg realizatioo	Calibr.
1	a	0,9855	1,087	0,0995
2	B	0,9894	1,024	0,0212
3	C	0,9489	1,009	0,1893
4	D	0,8213	0,977	0,4224
5	E	0,7727	0,669	0,1893
6	F	0,9489	1,027	0,1893
7	G	1,101	1,329	0,0204
8	H	0,956	1,039	0,1893
9	None	0,9657	1,039	0,1893

Respecto a la Tabla 15 se puede observar que eliminando la pregunta 26 el coeficiente de calibración mejora considerablemente. Esto se explica porque la pregunta se refiere a una cantidad no observable como es la desviación estándar. No obstante, sin eliminar esta pregunta el coeficiente es superior al umbral de la prueba de hipótesis. Por tanto, para este ejercicio se ha elegido como tomador de decisión el TDPA que está dominado por el experto D y en menor grado por los expertos B y G. En la última columna se presentan los coeficientes de calibración. En el último renglón de esta tabla se presentan los resultados del tomador de decisión por promedio simple (TDPA) que son iguales a los obtenidos en la tabla 16 (Morales *et.al.*, 2014b).

Tabla 15. Análisis de sensibilidad por experto

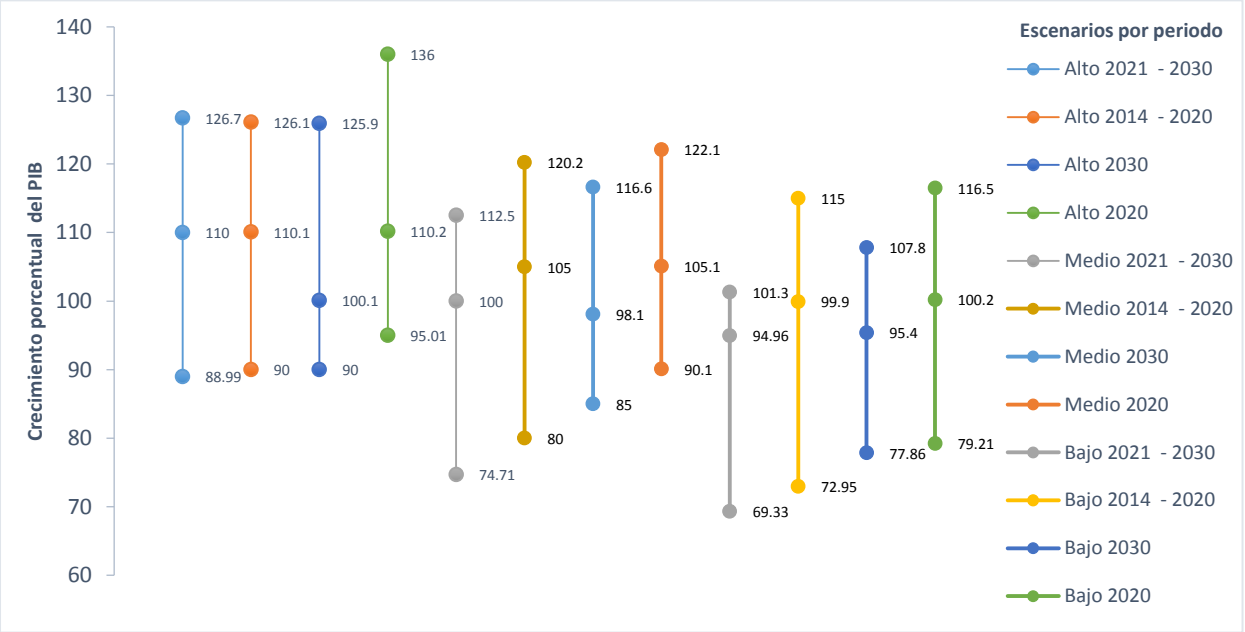
Case name : Oilprices - natural gas Robustness analysis on seed Items Bayesian Updates: no Weights: item DM Optimisation: no Significance Level: 0.0000 Calibration Power: 1.0000				
Number	Id of excl. item	Rel.info/bg total	Rel.info/bg realizatioo	Calibr.
1	china_crec	1,046	1,095	0,3704
2	OCDE_crec	0,9306	1,039	0,1904
3	world_crec	0,9328	1,048	0,1904
4	rusia_cre	0,9549	1,038	0,3704
5	OCDE_cre	0,9298	1,044	0,1904
6	world_cre	0,9705	1,06	0,1602
7	india_crec	0,9018	1,017	0,1602
8	OCDE_cr	0,8479	0,898	0,1191
9	world_cr	0,8768	0,908	0,1191
10	opep_mund91-99	0,9268	1,04	0,1904
11	opep_mund02-08	0,8391	0,888	0,1191
12	opep_mund09-12	0,8272	0,873	0,1191
13	m_d_91-99	0,9589	1,046	0,1602
14	m_d_02-08	0,9049	1,023	0,1602
15	m_d_09-12	0,9654	1,052	0,1602
16	reserv_oil_ara	0,9791	1,046	0,3407
17	reserv_oil_ven	0,9848	1,056	0,3407
18	reserv_oil_ira	0,9352	0,919	0,1922
19	reserv_oil_usa	0,8344	0,926	0,1382
20	reserv_oil_mex	0,9843	1,028	0,1664
21	reserv_gas_rus	0,8879	0,962	0,1382
22	reserv_gas_ira	0,8875	0,968	0,1888
23	reserv_gas_qat	0,9494	1,024	0,1382
24	reserv_gas_tur	0,8759	0,883	0,1005
25	reserv_gas_usa	0,8891	0,917	0,1005
26	desvst_precio9	0,7708	0,862	0,4557
27	None	0,9657	1,039	0,1893

3.3.3.3 Resultados

El TDPI es el tomador de decisión mejor calibrado y pasa muy bien el análisis de sensibilidad. Los tomadores de decisión TDPA y TDPG están fuertemente influenciados por la opinión del experto D. Por tanto, para este ejercicio de consulta estructurada de expertos se recomienda utilizar el TDPI, pues su desempeño es mejor que el de los tomadores de decisión por desempeño (Morales et. al., 2014b).

Las estimaciones de los precios del petróleo WTI que resultaron del ejercicio de consulta se muestran en la gráfica 2 y las estimaciones del precio del gas natural Henry Hub se pueden ver en la gráfica 3.

Grafica 2. Percentiles 5, 50 y 95 de las distribuciones de incertidumbre de los precios del petróleo West Texas Intermediate (WTI) en 2014-2020, 2021 – 2030, 2020 y 2030



Fuente: Elaboración propia con base en el documento de Morales *et al.* (2014b).

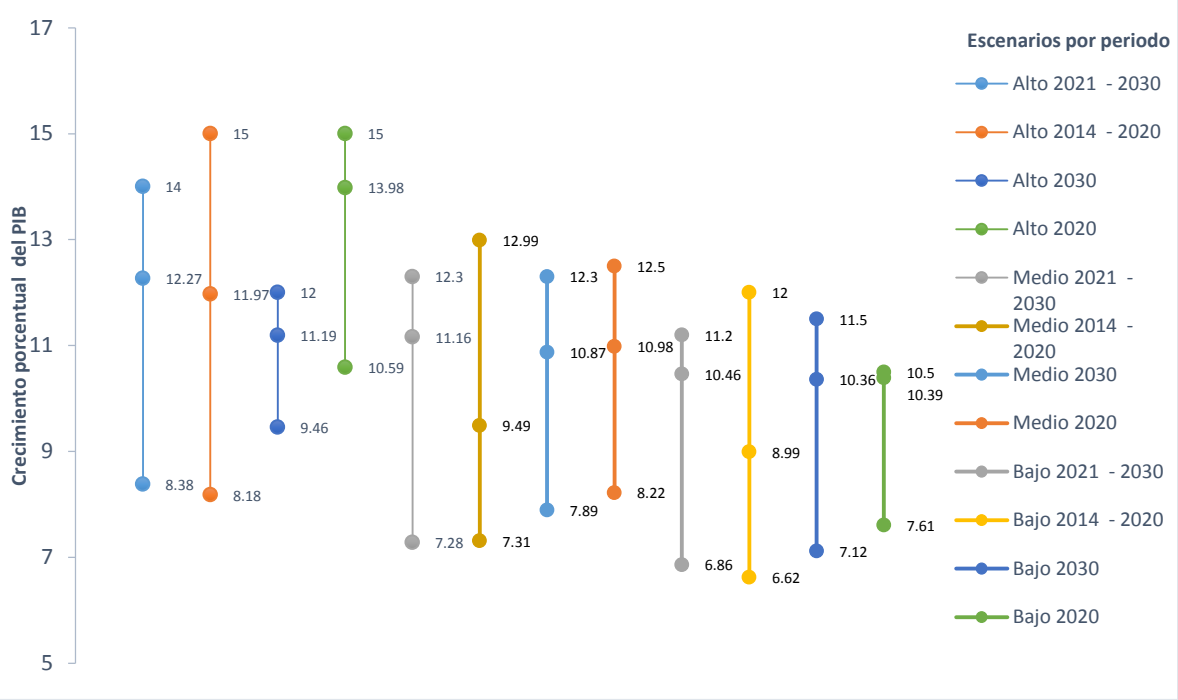
De la gráfica 2 se observa que en 2021 – 2030 se estimó que el precio del barril de petróleo WTI estaría entre 89 y 127 dólares el barril en un escenario alto, entre 74.71 y 112.5 dólares en un escenario medio y entre 69.33 y 101.3 dólares en un escenario bajo. Cuando se preguntó a los especialistas por su estimación del año 2030, estimaron el precio entre 90 y 126 dólares en el escenario alto, entre 85 y 116.6 dólares en el escenario medio y entre 78 y 108 dólares en el escenario bajo.

Para el periodo 2014 – 2020 se estimó que el precio en dólares estaría entre 90 y 126 dólares en el escenario alto, entre 80 y 120 en el escenario medio y entre 73 y 115 en el escenario bajo. Las estimaciones puntuales estuvieron en los intervalos 95 – 136 en el escenario alto, 90 – 122 en el escenario medio y 79 – 116 en el escenario bajo.

Respecto a las estimaciones del precio del gas natural, los expertos estimaron que en el escenario alto el precio estará entre 8.38 y 14 dólares por millón de Btu, en el escenario

medio entre 7.28 y 12.3 dólares y en el escenario bajo entre 6.86 y 11.2 dólares para el periodo 2021 – 2030. Las estimaciones para 2014 – 2020 para los escenarios alto, medio y bajo respectivamente están entre 8.18 y 15 dólares por millón de Btu, 7.31 y 13 dólares y entre 6.62 y 12 dólares, mientras que las estimaciones puntuales para 2030 son entre 9.46 y 11.19 en el escenario alto, entre 7.89 y 12.3 en el escenario medio y entre 7.12 y 11.5 en el escenario bajo. Para el 2020 se estimó el precio del gas entre 10.59 y 13.48 dólares en el escenario alto, entre 8.22 y 12.5 en el escenario medio y entre 7.61 y 10.5 dólares en el escenario bajo.

Grafica 3. Percentiles 5, 50 y 95 de las distribuciones de incertidumbre de los precios del gas natural Henry Hub entre 2014 y 2030



Fuente: Elaboración propia con base en el documento de Morales, *et al*. (2014b).

4. CONCLUSIONES

Los ejercicios de consulta a expertos arrojaron estimaciones de los rangos de crecimiento económico de México, de los precios del petróleo *WTI* y del gas natural *Henry Hub* en los periodos 2014 – 2020 y 2021 – 2030, así como en los años 2020 y 2030. Los resultados

muestran que los expertos tuvieron más incertidumbre cuando fueron cuestionados sobre el crecimiento económico en un año en particular, que cuando se les preguntó por su estimación en un periodo.

Además, los expertos se mostraron más optimistas en sus pronósticos para el periodo 2021 – 2030 que para 2014 – 2020. Los expertos académicos fueron ligeramente más moderados en sus estimaciones para 2014 – 2020 que aquellos provenientes de alguna secretaría del gobierno o del sector privado. Sin embargo, para el periodo 2021 – 2030 sucedió lo contrario.

La estimación más baja de crecimiento económico en 2014 - 2020 fue de 1.26 – 3.20 en términos porcentuales, mientras que la más alta fue estimada en 3.82 – 5.77 por ciento. Para 2021 - 2030 la estimación más baja fue de 1.57 - 3.69 por ciento. Respecto a las proyecciones más altos, en el primer taller se estimó en 3.16 – 5.9 por ciento, mientras que en el segundo taller el crecimiento económico se estimó en 2.6 a 6.1 por ciento.

Respecto de los precios del petróleo y gas natural, los intervalos de estimación hechos por periodo tienen un límite inferior más bajo que las estimaciones de un año en particular. Asimismo las estimaciones de precios de petróleo y gas natural en 2021 – 2030 son más conservadoras comparadas con las obtenidas para el periodo 2014 – 2020.

La estimación baja de los precios del petróleo WTI en 2014 – 2020 está entre 72.95 - 115 dólares el barril, mientras que la más alta se ubicó entre 90 y 128.10. Por otra parte, la estimación puntual para 2020 baja estimó que el precio del barril de WTI estaría en el intervalo de 79.21 – 116.50, mientras que el pronóstico alto está entre 95 y 136 dólares por barril.

Para el periodo 2021 – 2030 el pronóstico estimó que el precio estaría entre 69.33 y 101.30 en un escenario bajo, entre 74.71 y 112.5 en un escenario medio y entre 88.99 y 126.7 dólares en un escenario alto. Finalmente, cuando se preguntó por el año 2030 la estimación se ubicó entre 77.86 y 107.8 dólares para un escenario bajo, entre 85 y 116.6 en un escenario medio y entre 90 y 125.9 en un escenario alto.

Por otra parte, el precio del gas natural en dólares por millón de BTU en 2014 – 2020 se estimó entre 8.18 y 15 dólares por millones de BTU asumiendo un escenario alto, entre 7.31 y 12.99 en un escenario medio y 6.62 y 12 en un escenario bajo. Al preguntarse por esta misma estimación pero para el año 2020 las estimaciones fueron ligeramente más altas y los intervalos más amplios. En un escenario alto se estimó que el precio en dólares por millón de Btu estaría entre 10.59 y 15, en un escenario medio entre 8.22 y 12.5 y en un escenario bajo entre 7.61 y 10.5.

Respecto al periodo 2021 – 2030 se estimó que en un escenario alto el precio del gas natural *Henry Hub* por millones de BTU estará entre 7.28 y 12.3, mientras que en un escenario bajo entre 6.86 y 11.2, la estimación en un escenario medio esta entre 7.28 y 12.3. De acuerdo con los expertos en 2030 el precio estará entre 9.46 y 12 en un escenario alto, 7.89 y 12.30 en un escenario medio y 7.12 y 11.5 en un escenario bajo. En general se concluye que las estimaciones son aceptables y son congruentes en un sentido económico.

5. BIBLIOGRAFÍA

Cooke, R.M. (1991). *Experts in Uncertainty: Opinion and Subjective Probability in Science*. Oxford University Press, USA.

Cooke R. y L.J.H. Goossens (2000). *Procedures guide for structured expert judgment*. Project Report, Nuclear Science and Technology. European Commission Community Research. Eurotom.

Cooke, R. y O. Morales N. (2009*). Introducción al modelo clásico de juicio estructurado de expertos: breve recuento del pasado y una aplicación reciente*. Ciencia Ergo Sum, vol. 16, núm. 3, noviembre-febrero. pp. 309-318, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Killian L. y B. Hicks (2011). "Do energy prices respond to U.S. macroeconomic news? A test of the hypothesis of predetermined energy prices" en *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 93, Issue 2, pp. 660–671.

Killian L. y B. Hicks (2013). "Did Unexpectedly Strong Economic Growth Cause the Oil Price Shock of 2003 - 2008?" en *Journal of Forecasting,* Vol 32, pp. 385-394.

Loría E. (2014). *Análisis de Escenarios*. Documento realizado como parte de la consultoría con el INECC y el UNEP.

Cruz M, A. (2014). *Análisis de los precios del petróleo y gas natural.* Documento realizado como parte de la consultoría con el INECC y el UNEP.

Morales *et. al*. (2014a). *Consulta a Expertos sobre Incertidumbre en el Crecimiento Económico de México en 2020 y 2030*. Memorandum. Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO).

Morales *et. al*. (2014b). *Consulta a Expertos sobre Incertidumbre en precio internacional del petróleo y gas natural en 2020 y 2030*. Memorandum. Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO).

6. ANEXO

6.1 APENDICE METODOLÓGICO: Consulta estructurada a expertos usando el Método Cooke

6.1.1 PRECONSULTA[15]

i. Justificación del uso del método

En esta etapa se determina la pertinencia del uso del Método Cooke como herramienta metodológica para estimar la incertidumbre. Se analiza la información disponible (datos, modelos y estudios anteriores) del fenómeno a investigar. Se revisa la información que sugiera la estimación de incertidumbre de las variables de interés a partir de métodos alternativos, de lo contrario se elegirá la implementación de la consulta a expertos.

ii. Identificación de variables objetivo

Éste es uno de los pasos decisivos en la formulación de la consulta a expertos. En la identificación de variables objetivo se definen las variables de interés, lo cual depende de los objetivos de la investigación. Para que una variable sea elegida como "variable objetivo" debe satisfacer tres criterios: que los valores de la variable para el periodo deseado sean inciertos, que esta incertidumbre no pueda ser cuantificada por datos históricos o actuales y que estas variables sean claves para explicar el fenómeno de interés.

iii. Identificación de variables *query* o de consulta

En esta etapa se determinarán los indicadores más apropiados que serán utilizados para preguntar a los expertos sobre las variables objetivo que se eligieron en el paso 2. Puede suceder que una de las variables objetivo sea perfectamente medible en cuyo caso ésta será también la variable de consulta. Sin embargo, es posible que alguna variable objetivo sea intangible o difícil de capturar, por lo que será necesario buscar un indicador apropiado de ella, una variable *proxy,* que será la que se consultará a los expertos.

[15] Las secciones preconsulta y consulta son una adaptación de Cooke R. y L.J.H. Goossens (2000). Procedures guide for structured expert judgment. Project Report, Nuclear Science and Technology. European Commission Community Research. Eurotom.

iv. Identificación de variables semilla o de desempeño

Dentro de la consulta se realizan una serie de preguntas a los expertos sobre variables desconocidas por ellos, pero conocidas para el equipo de investigación. Estas variables permitirán calibrar las opiniones valorando la forma en que cada uno se enfrenta a la incertidumbre. Las variables de calibración cumplen con tres objetivos. Primero, cuantificar el desempeño de los expertos como asesores de probabilidades subjetivas, con lo que se obtienen dos indicadores: coeficientes de calibración e información. Segundo, estas variables permiten la combinación optimizada con base en el desempeño de las distribuciones de probabilidad individuales de los expertos. Tercero, evalúan y validan la combinación de los juicios de los expertos (Cooke y Morales, 2009).

v. Identificación de expertos

El término *experto* es ambiguo pues no existen criterios precisos para determinar quién es o no un experto; Cooke (1991) y Cooke y Goossens (2000) dan algunas directrices. Sobre el conjunto de potenciales expertos se debe preguntar quiénes tienen conocimientos sólidos y más estrechamente relacionados con el tema de estudio para incluirlos en la lista.

El tamaño de la lista puede variar en cada estudio y dependerá de los recursos que se tengan disponibles para esta tarea. En la realización de los ejercicios de consulta a expertos realizada se consideró la literatura citada arriba y se eligieron algunos criterios *ad hoc* al tema de análisis y a los indicadores de *expertise* de nuestro país.

vi. Selección de expertos

Con base en la lista de expertos identificados se seleccionó un número de expertos suficiente, quienes fueron invitados a participar en el ejercicio.

Aunque no existe un criterio preciso para determinar quiénes son expertos, se suele utilizar una serie de criterios para la selección de quienes participarán en la consulta a expertos. Estos son:

- La reputación en el campo de interés
- La experiencia en el campo
- Número y calidad de las publicaciones en el área
- Premios, reconocimientos y financiamiento recibido
- Tolerancia a otros puntos de vista
- Interés y disponibilidad para participar en la consulta

Estos criterios y otros que el equipo de trabajo consideró relevantes según el área de estudio fueron tomados en cuenta para la selección de los expertos. Los expertos seleccionados fueron invitados a participar en la consulta informándoles los detalles del ejercicio como fecha, horario, agenda de trabajo, tipo de tareas que realizarán etc. Asimismo, se les dará a conocer los términos de la consulta, remuneración, la entrega de sus resultados, así como la manera en que será utilizado su nombre y el de los demás expertos por parte del equipo de trabajo. Aunque se suele publicar los resultados individuales y colectivos, no se relacionan los nombres de los expertos con su desempeño de manera directa, sino que esto se realiza a partir de la codificación de sus nombres.

vii. Definición del cuestionario de consulta

Se diseña un cuestionario que consta de tres secciones. La primera, contiene una breve introducción sobre el proyecto. La segunda parte será un conjunto de preguntas sobre las variables semilla o de desempeño que servirán para calibrar a los expertos. El tercer apartado es un conjunto de preguntas sobre las variables *query* o de consulta que son *proxies* de las variables de interés. En esta sección se pueden diseñar escenarios, formular cuestionamientos sobre las variables *query* condicionadas, etc.

viii. Prueba piloto

Para pulir el cuestionario se realiza una prueba piloto con uno o dos participantes a quienes se les explicará el estudio, los objetivos y los resultados esperados. Este ejercicio de prueba permite mejorar el instrumento de consulta. Se espera que los participantes en la prueba piloto provean de retroalimentación al equipo de trabajo.

ix. Sesión de entrenamiento para expertos

Antes de la consulta a expertos, se sugiere dar entrenamiento previo a los participantes para familiarizarlos con el método y el formato de respuesta. Generalmente las sesiones de consulta se realizan en uno o dos días. La sesión de entrenamiento se realiza con algunos pasos mínimos, se aconseja realizar la sesión con los siguientes apartados:

a. Una introducción al proyecto en el que está inscrita la consulta a expertos, los objetivos que se persiguen y las variables de interés.
b. Segundo, una explicación breve del método y elementos básicos de probabilidad, cuantiles, percentiles, distribuciones, etc.
c. Tercero, una revisión breve de los modelos utilizados en el cuestionario para preguntar las variables de interés, detallar la forma en que fueron elaborados y las variables que se utilizaron.

d. Cuarto, aplicar un cuestionario de entrenamiento a los expertos para que se ejerciten en la forma de responder, se sugiere elaborar un cuestionario con un tema no relacionado con el de estimación o bien tomar algún cuestionario aplicado en un estudio previo. En cualquiera de los dos casos, se deben tener las respuestas de todas las variables, para poder mostrar a los expertos como serán evaluadas sus estimaciones en el cuestionario diseñado para el ejercicio real.
e. Discusión con los expertos sobre la cuantificación de la incertidumbre, comentar las dudas o sugerencias. Asegurarse que el experto tiene claro cómo responder, porque esto evita que su desempeño se vea afectado por el formato de la respuesta.
f. Finalmente, se presentan los resultados del ejercicio de entrenamiento, de manera que los expertos observen cómo se utiliza la información que aporten en los cuestionarios. También se les muestran los métodos de combinación y ponderación de respuestas individuales para llegar a una estimación general y las evaluaciones para obtener la calibración. Esta sección servirá para dar claridad a los expertos sobre los resultados que el método es capaz de arrojar a partir de la consulta que se les realiza.

6.1.2 CONSULTA

i. Sesión de consulta

Posterior al ejercicio de entrenamiento, se realiza la consulta a cada experto en presencia de dos miembros del equipo. Uno con experiencia en el tema de estudio y un segundo analista con conocimiento y experiencia en el Método Cooke. El ejercicio toma entre dos y tres horas normalmente, según cada experto y de acuerdo con la extensión del cuestionario. La consulta puede realizarse en entrevista individual o en una sesión simultánea tipo seminario, donde cada experto se tome su espacio y tiempo para responder.

6.1.3 POST - CONSULTA[16]

i. Combinación del juicio de expertos

La consulta a expertos mediante el cuestionario aporta estimaciones individuales, que suponemos heterogéneas. Para la combinación de las opiniones expertas, se emplea un método de agregación lineal que combina las opiniones mediante promedios ponderados. Las ponderaciones se obtienen de la evaluación de desempeño de los expertos al

[16] Adaptación de Cooke, R. y O. Morales N. (2009). Introducción al modelo clásico de juicio estructurado de expertos: breve recuento del pasado y una aplicación reciente. Ciencia Ergo Sum, vol. 16, núm. 3, noviembre-febrero. pp. 309-318, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

responder las preguntas de calibración. Se toman dos medidas como referencia la calibración y la información.

La calibración mide la probabilidad de que un conjunto de resultados experimentales correspondan en un sentido estadístico con las respuestas que los expertos proveen en las preguntas de desempeño.

Al realizar sus estimaciones cada experto dividirá su probabilidad en cuatro intervalos interpercentiles. Éstos se pueden agrupar en un vector de cuatro elementos denotado por p, tal que $\mathrm{p} = (\mathrm{p}_1,\ \mathrm{p}_2,\ \mathrm{p}_3,\ \mathrm{p}_4)$, de manera que sus elementos primero y cuarto tendrán una probabilidad asociada de 0.05, mientras que la probabilidad del segundo y tercer elemento será de 0.45 en cada caso. Despues de un poco de algebra es obtenido un test estadistico que arroja el coeficiente de calibracion $\mathrm{PC}(\mathrm{e_j})$. De manera que $\mathrm{PC}(\mathrm{e_j})$ cercanos a uno o mayores a 0.05 indican que las probabilidades de cada experto son respaldadas por el conjunto de variables de calibración, mientras que $\mathrm{PC}(\mathrm{e_j})$ cercanos a cero indican que es poco probable que las probabilidades obtenidas del experto j sean correctas. (R. Cooke, 1991 R. Cooke and O. Morales, 2009).

$$\boldsymbol{p} = (.05, 0.45, 0.45, 0.05) \qquad (1)$$

El segundo indicador relevante es la información, mide el grado en que una distribución está concentrada con respecto a una distribución teórica de referencia. Se suelen utilizar las distribuciones uniforme o log uniforme. Por tanto, la medida no es absoluta, sino que depende de un valor de comparación.

Para medir la información se asocia una función de densidad con cada percentil pronosticado por cada experto. Esto es, se utiliza la densidad única que cumple con los percentiles de los expertos y que es mínimamente informativa con respecto a la medida de comparación.

Para obtener un indicador se utiliza el estadístico de la expresión siguiente:

$$PI(e_j) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} I((f_{ej,i}|g_i) \qquad (3)$$

Donde $PI(e_j)$ es el puntaje de información promedio para el experto j en las predicciones de las variables $x_1, x_2, \ldots, x_N$; $f_{ej,i}$ es la densidad del experto j en la predicción de la variable i y g_i es la densidad de comparación de la variable i (tomando la distribución uniforme o log-uniforme). El valor de $PI(e_j)$ depende del rango intrínseco de los pronósticos de otros expertos, por lo que este indicador no puede ser comparado entre diversos ejercicios con el mismo método (Cooke R. and O. Morales, 1991).

El método Cooke, combina las estimaciones individuales de los expertos, a partir de una combinación lineal con pesos iguales o específicos al cual llama *tomador de decisión*. Estos pesos específicos se obtienen a partir de los puntajes de calibración $PC(e_j)$ y de información $PI(e_j)$ obtenidos por los expertos. Se define $w_\alpha(e_j)$ como el peso específico del experto j, tomando una función indicadora, entonces donde $1_\alpha(x) = 0$ si $x < \alpha$ y $1_\alpha(x) = 1$ si $x \geq \alpha$.

Multiplicando los puntajes de calibración, información y la función indicadora se obtendrá el peso específico de cada experto. El valor de alfa o nivel de confianza se elegirá de manera que el valor del producto entre los puntajes de calibración e información sea máximo (Cooke y Morales, 2009).

El modelo clásico utiliza al menos tres diferentes *tomadores de decisión*¸ el primero de ponderación igual entre expertos, el segundo con ponderadores por pregunta y el tercero con ponderadores globales.

a. **Tomador de decisión de pesos iguales (promedio)**. Esta forma de combinar las estimaciones individuales no toma en cuenta el desempeño de los expertos en las preguntas de calibración, les da el mismo peso a cada uno y por tanto las opiniones de todos los expertos tienen la misma importancia. El valor de alfa no es relevante. El tomador de decisión DM_{pi} se ve como en (4)

$$DM_{PI}(i) = \frac{1}{E}\sum_{e_j=1}^{E} f_{ej,i} \quad (4)$$

b. **Tomador de decisión de pesos globales.** Este tomador de decisión considera los puntajes de información de todas las variables de calibración pronosticadas por los expertos para obtener los ponderadores. El tomador de decisión elige el valor de α que maximiza el producto del puntaje de calibración e información como se muestra a continuación $PC(DM_\alpha) *$

$PI(DM_\alpha)$. Los ponderadores serán $w_\alpha(e_j) = 1_\alpha\left(PC(e_j)\right) * PC(e_j) * PI(e_j)$. Por tanto el tomador de decisiones será como se ve en (5).

$$DM_{PG}(i) = \frac{\sum_{e_j=1}^{E} w_\alpha(e_j) f_{ej,i}}{\sum_{e_j=1}^{E} w_\alpha(e_j)} \quad (5)$$

c. **Tomador de decisión de pesos por variable o artículo.** Este tomador de decisión emplea los puntajes de información por cada variable en vez de la puntuación de información promedio, según lo dicho en la expresión (3). Por tanto, para obtener la combinación lineal ponderada se toma como ponderador $w_\alpha(e_j, i) = 1_\alpha\left(PC(e_j)\right) * PC(e_j) * I((f_{ej,i}|g_i)$, de tal manera que el tomador de decisiones será:

$$DM_{PV}(i) = \frac{\sum_{e_j=1}^{E} w_\alpha(e_j,i) f_{ej,i}}{\sum_{e_j=1}^{E} w_\alpha(e_{j,i})} \quad (6)$$

Considerando estos tres tomadores de decisión, se elegirá áquel que presente un mejor desempeño, de acuerdo con las pruebas estadísticas que se han referido arriba. Se recomienda que el tomador de decisión elegido tenga un mejor desempeño que el tomador de pesos iguales. Además se espera que el tomador de decisión elegido tenga un desempeño mejor que el obtenido por el experto peor puntuado[17] (Cooke y Morales, 2009 y Cooke y Goossens, 2000).

ii. Análisis de discrepancia y robustez

Posterior al análisis antes mencionado, se realizan dos ejercicios más para observar la discrepancia y determinar la robustez de los resultados. Respecto a la discrepancia, el análisis es gráfico y permite observar cuantos de los expertos caen en el rango del tomador de decisión. Para esto se obtienen las gráficas que muestran los percentiles de cada experto y del tomador de decisión para cada variable.

El segundo ejercicio es de robustez y puede medirse por experto o por variable. Este ejercicio consiste en eliminar un experto a la vez y re-calcular el tomador de decisiones, luego este se compara con el obtenido con todos los expertos para observar si existen diferencias significativas. De la misma manera se re-calcula el tomador de decisiones con todos los expertos y eliminando una variable a la vez. Cuando se elige el tomador de decisión con pesos iguales no es posible obtener el análisis de robustez por artículo.

[17] De acuerdo con Cooke y Morales, 1991, se preferirá el tomador de pesos globales sobre el tomador de pesos por variable, siempre que el desempeño del segundo no sea significativamente mejor.

iii. Feed-back

Una vez terminado el análisis de datos y obtenidos los resultados finales, se compartirán con los expertos que participaron en el ejercicio para recibir retroalimentación.

iv. Elaboración de resultados finales

Se elaborarán los reportes que el equipo de investigación considere apropiados para dar a conocer el resultado del ejercicio.

6.2 EXPERTOS QUE PARTICIPARON EN LAS CONSULTAS

6.2.1 Primera consulta a expertos: Crecimiento económico de México en 2014 – 2020 y 2020 - 2030

Dr. Alejandro Villagomez Amezcua

Doctor en Economía por la Universidad de Washington en St. Louis, es profesor investigador en la División de Economía del Centro de Investigación y Docencia Económicas. Además pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, Nivel II. Ha sido consultor de varios funcionarios públicos y privados, así como de organismos internacionales como la CEPAL y el BID. El Dr. Villagómez fue columnista del periódico de circulación nacional "El Universal" por más de 12 años.

Sus áreas de especialización son temas macroeconómicos tanto a nivel teórico como el análisis macroeconómico coyuntural. Ha estudiado temas de ahorro y el sistema de pensiones y también ha realizado algunos estudios sobre la política monetaria y fiscal de México.

Dr. Alberto Moritz Cruz Blanco

Doctor en Economía por la Universidad de Manchester del Reino Unido, es profesor Investigador de tiempo completo en el Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, Nivel II. Fue condecorado con la Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos, Investigación en Ciencias Económico-Administrativas en 2010. Actualmente dirige la Coordinación de Análisis Macroeconométrico Prospectivo de la UNAM. El Dr. Cruz Blanco ha participado en entrevistas para radio y televisión y estudia temas de financiamiento del desarrollo, crecimiento económico de México, liberalización comercial, entre otros.

Dr. Eliseo Díaz González

Doctor en Economía por la UNAM, es Investigador de tiempo completo en el Departamento de Estudios Económicos del Colegio de la Frontera Norte y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, Nivel II. El Dr. Díaz González es un escritor prolijo en temas macroeconómicos y ha escrito una cantidad de artículos, libros y capítulos en libros sobre temas de migración y remesas, mercado laboral en el norte del país, evasión fiscal,

las tendencias de crecimiento económico en el país, inversión extranjera directa y globalización.

Dr. Ignacio Perrotini Hernández

Realizó estudios de doctorado en la *New School for Social Research*, es investigador de tiempo completo en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, Nivel III. Fue director de la revista *Investigación Económica* y coordinador de la División de Estudios de Posgrado de Economía en la UNAM. Ha trabajado temas de política monetaria en México, inflación y crecimiento económico. Además ha analizado temas de la moneda y pensamiento económico.

Dr. Pablo Ruiz Nápoles

Doctor en economía por la *New School for Social Research*, es investigador de tiempo completo en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, Nivel II. Actualmente funge como director de la Revista *Investigación Económica.* El Dr. Ruiz Nápoles es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, desde 2001, de la *International Input-Output Association, de Sigma Xi The Scientific Research Society,* y de la Sociedad Hispano Americana de Análisis Input-Output. Sus temas de investigación principales son matriz de insumo producto con diversas aplicaciones y crecimiento económico de México.

Dr. Juan Carlos Rivas Valdivia

Maestro en Economía por El Colegio de México (Colmex). Actualmente trabaja como economista en el área de investigación de BBVA Bancomer. Además es profesor de macroeconomía en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Sus actividades de investigación se centran en la econometría y en los problemas del desarrollo económico en América Latina, con especial énfasis en las economías de Centroamérica y México.

Mtro. Junior Alfredo Martínez Hernández

Maestro en Economía por la Universidad de Guadalajara, así como maestro en Finanzas obtenida del ITAM. Actualmente es economista de la Cámara de Diputados del Congreso

de la Unión. El Mtro. Martínez Hernández ha realizado estimaciones econométricas con diversas metodologías, aplicadas a la economía mexicana.

Dr. Ramón Padilla Pérez

Doctor en Economía por la Universidad de Sussex, con una Maestría de la London School of Economics (LSE). Actualmente es Oficial de Asuntos Económicos de la Unidad de Desarrollo Económico de la Sede Subregional de la CEPAL en México. Ha realizado diversos estudios sobre la industria manufacturera, el sector de exportación y la competitividad industrial.

Mtro. José Manuel Iraheta Bonilla

Maestro en Economía por el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), actualmente es Oficial de Asuntos Económicos en la Sede Subregional de la CEPAL en México. El Mtro. Iraheta ha trabajado como consultor en el Consejo Monetario Centroamericano, asimismo fue *Economista Senior* en el Banco Central de la Reserva de El Salvador y sus temas de interés son la modelación econométrica, inflación y política monetaria.

6.2.2 Segunda consulta a expertos: Crecimiento económico de México en 2014 – 2020 y 2020 - 2030

Mtro. Iván Arias Gallegos

Maestro en Economía por el Colegio de México, estudió la licenciatura en economía también en la Universidad Panamericana, actualmente es Director de Coordinación y Planeación Estratégica en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Mtro. Alfonso Zerón Marmolejo

Maestro en Economía por el Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C., estudió la licenciatura en economía también en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Panamericana, actualmente es XXXX, en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Mtro. Myriam Rubalcava Rosales

Economista por el Instituto Tecnológico Autónomo de México, actualmente trabaja en el equipo del Grupo Financiero Banamex en el área de Estudios Económicos.

Mtro. Eduardo Rafael González Nolasco
Maestro en economía por el Colegio de México, actualmente trabaja en el equipo del Grupo Financiero Banamex en el área de Estudios Económicos. El es el encargado del área de macroeconomía y pronósticos de crecimiento económico de dicha institución.

Mtro. Gabriel Levin Konigsberg
Economista miembro de la Dirección de Estabilidad Financiera del Banco de México.

6.2.3 Consulta a expertos: Precio internacional de petróleo WTI y gas natural Henry Hub en 2014 – 2020 y 2020 – 2030

Dr. Victor Gerardo Carreón Rodríguez
Doctor en Economía por la Universidad de Chicago, E.E.U.U. Profesor e Investigador Titular de la División de Economía. Además es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II.

Dr. Ángel de la Vega Navarro
Doctor en economía por la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Grenoble II (Pierre Mendès France), Francia. Es Profesor e Investigador de tiempo completo en el Posgrado de Economía de la Facultad de Economía de la UNAM. Ha sido profesor visitante en varias universidades nacionales y del extranjero y Jefe de la División de Estudios de Posgrado en Economía de la UNAM en dos periodos distintos.

Dr. Luca Ferrari
Doctor en Ciencias de la Tierra obtenido por el Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Milán, cuenta con un post-doctorado en la misma institución sobre Tectónica y Magmatismo. El Dr. Luca Ferrari ha ganado varias distinciones a nivel nacional e internacional, es miembro del Sistema Nacinoal de Investigadores del CONACYT, Nivel III. Asimismo ha sido revisor de comisiones dictaminadoras en este instituto. Es miembro de la Academia Mexicana de las Ciencias de otras asociaciones sobre Geología y fue Editor

en Jefe de la Revista Mexicana de las Ciencias Geológicas de 1998 a 2005 y de 2012 a la fecha. Finalmente es árbitro en varias revistas arbitradas.

Dra. Alicia Puyana Mutis

Doctora en economía por la Universidad de Oxford, es Profesora e Investigadora de la FLACSO México. Ha sido profesora visitante de la Universidad de Oxford, El Colegio de México y la London School of Economics. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, Nivel III. La Dra. Puyana es miembro fundador de la World Economic Association, miembro del consejo editorial de la Real-World Economics Review y miembro del Consejo Directivo de International Development Economics Association (IDEAS), así como Es miembro del Cambridge Energy Research Associates (CERA) desde 1995. Ha sido asesora de Oxford Analytica en temas de energía y petróleo en América Latina, consejera de British Petroleum sobre coyuntura económica y política petrolera de Colombia.

Dr. Hugo Ventura

Economista y Jefe de la Unidad de Energía y Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), ha trabajado en temas de recursos naturales y es experto en temas de hidrocarburos.

Dr. Eugenio Torijano

Economista y miembro de la Unidad de Energía y Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), ha trabajado en el tema de recursos naturales.

Mtro. Javier Estrada Estrada

Maestro en Economía en la Université de Paris Nanterre (Paris X), fue investigador de Economía de la Energía del Fridtjof Nansen Institute y actualmente es Director General de Planeación e Información Energéticas en la Secretaría del Energía. Asimismo fue consultor internacional en asuntos energéticos, ha sido comisionado de la Comisión Reguladora de Energía de 1996 a 2002. Además fue presidente de la Asociación Mexicana para la Economía Energética de 2003 a 2005.

Mtra. Fabiola Rodríguez Bolaños

Economista graduada del Instituto Politécnico Nacional, actualmente labora en la Secretaría de Energía en donde ocupa el cargo de Subdirectora de Política de Combustibles.

6.3 CUESTIONARIOS APLICADO A EXPERTOS

6.3.1 PRIMERA CONSULTA

A continuación se presentan los cuestionarios, en el formato como se les presentó a los expertos:

Cuestionario para la estimación de la incertidumbre en el crecimiento económico de México en 2020 y 2030

Consulta a expertos en el tema

Este trabajo forma parte del proyecto *Facilitating Implementation and Readiness for Mitigation (Facilitando la ejecución y preparación para la Mitigación, FIRM por sus siglas en inglés),* financiado por el Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca e implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) a través del UNEP Risø Centre, un centro colaborador del PNUMA especializado en temas de energía, cambio climático y desarrollo sostenible.

Introducción

Estimado experto, muchas gracias por su participación en este estudio. Este cuestionario forma parte del proyecto *Facilitating Implementation and Readiness for Mitigation (Facilitando la ejecución y preparación para la Mitigación, FIRM por sus siglas en inglés),* el cual tiene por objetivo cuantificar la incertidumbre de parámetros relevantes que influyen en la emisión de Gases Efecto

Invernadero (GEI) en México. Uno de los parámetros relevantes en la construcción de escenarios de largo plazo de GEI es el nivel esperado de la actividad económica, es por eso que el proyecto busca dentro de una de sus fases, estimar el crecimiento económico de México en los años 2020 y 2030.

Para ello, se propone estimar las distribuciones de probabilidad de las expectativas de crecimiento del PIB de México en los años 2020 y 2030 empleando un método de juicio de expertos estructurado (*structured expert judgment),* conocido como Método *Cooke*, el cual consiste en la obtención de estimaciones hechas por expertos en el tema sobre una variable de interés, en este caso: el crecimiento económico de México en los años 2020 y 2030. El método consiste en solicitar información a expertos sobre las variables de interés y sobre un conjunto de variables asociadas que luego servirán para calibrar el conjunto de opiniones expertas. Para ello, se ha elaborado un cuestionario que ha sido piloteado previamente.

Para responder al cuestionario, se ha elegido un grupo representativo de expertos, como usted, quienes han sido invitados a participar en este taller en el que se le(s) solicitará(n) la(s) estimación(es) del crecimiento económico de México en los años de interés. Además, este taller prevé una sesión de entrenamiento con el fin de familiarizarlo con el formato del cuestionario.

El cuestionario consta de dos secciones. La primera es un conjunto de preguntas de calibración que permite medir el desempeño de cada experto en el proceso de estimaciones bajo incertidumbre[18]. En esta sección no se intentará medir o calificar el conocimiento del experto sobre el tema, sino su habilidad para elaborar respuestas en el formato que se requiere. En la segunda sección del cuestionario se realizarán preguntas sobre la variable de interés, es decir, la tasa de crecimiento anual del PIB de México en 2020 y 2030.

[18] Respecto a las preguntas de calibración, se considera un buen experto bajo incertidumbre a quien aporte estimaciones estadísticamente precisas y contenidas en intervalos eficientes. Se considerarán ambos indicadores, pero tendrá mayor peso la precisión estadística. Estos conceptos serán discutidos en mayor detalle durante el taller organizado en el contexto de este ejercicio y una breve definición sobre estos conceptos es la siguiente:

1.- Precisión estadística: Mide la verosimilitud estadística de que un conjunto de observaciones correspondan en un sentido estadístico con los intervalos provistos por cada experto.

2.- Eficiencia de la estimación: Que los intervalos de estimación aportados por el experto reflejen correctamente el nivel de incertidumbre del experto en cada pregunta.

Confidencialidad y retroalimentación

En una etapa posterior a la aplicación de este cuestionario las respuestas de cada experto serán recabadas y condensadas, cada participante recibirá una copia de todas sus estimaciones en un documento con formato libre y se les solicitará que confirmen sus respuestas. En este mismo documento se le informará cómo serán utilizados los resultados del estudio.

Los resultados obtenidos serán publicados en reportes del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), así como en artículos académicos y donde se considere relevante. En todos los casos el nombre de los participantes, así como las estimaciones serán incluidos. Sin embargo se codificará el nombre de cada experto de tal manera que NO sea posible identificar directamente las estimaciones individuales ligadas a un experto específico. Toda la información será guardada en archivos digitales y papel bajo el resguardo del INECC, los cuales podrán estar disponibles para su revisión en caso de que sean solicitados.

SECCION I
Calibración

Nota: Por favor, lea cuidadosamente el Anexo A antes de responder esta sección de preguntas.

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
1	Tasa de crecimiento económico trimestral	Los cuatro trimestres con tasa de crecimiento económico <-5.0% de 1994 a 2013.	Tasa de interés

En México la tasa de crecimiento económico trimestral fue **menor a -5%** en **cuatro ocasiones** entre el **primer trimestre de 1994 y el último de 2013**. Diga ¿cuál fue la tasa promedio de interés de los CETES a 28 días en estos cuatro trimestres? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
2	Tasa de crecimiento económico trimestral	Todos los trimestres de 1996 y 1997	Tasa de interés

Durante los trimestres de 1996 y 1997, la **tasa de crecimiento económico promedio trimestral** fue **6.4%**, diga ¿cuál fue la tasa promedio de interés de los CETES a 28 días en estos ocho trimestres? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

Este valor es muy grande y genera mucha confusión xq de 1981 a 1996 la inflación fue muy alta; mientras que de 1996 a 2013 la inflación fue muy baja.

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
4	----------	1996 - 2013	Tasa de inflación anual

Considerando el valor de la inflación en las dos últimas décadas, diga, ¿cuál es el valor promedio de la inflación anual **de enero de 1996 a diciembre de 2013**? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
5	----------	2000 - 2013	Tasa de inflación anual

Considere **la tasa de inflación anual** y diga ¿cuál fue el valor promedio de la inflación anual de **enero de 2000 a diciembre de 2013**? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
6	----------	1981 – 1989	Tasa de inflación anual

De acuerdo con los datos oficiales, la **tasa de inflación anual** presentó cambios abruptos en la década de los ochenta, diga, ¿cuál fue el valor promedio de **enero de 1981 a diciembre 1989?** Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
7	Tasa de crecimiento económico trimestral	Segundo trimestre de 2010 a segundo trimestre de 2013	$\frac{PEA\ Desocupada}{Población\ de\ 14\ años\ y\ más}$

Piense por favor en el periodo que va del **segundo trimestre de 2010 al segundo trimestre de 2013** y diga ¿cuál fue la participación promedio de la Población Económicamente Activa (PEA) desocupada en la población de 14 años y más?

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
8	Tasa de crecimiento económico trimestral	Trimestres con crecimiento negativo de 2005 a 2013	Tasa de ocupación

Si la tasa **de crecimiento económico trimestral** fue **negativa** en cinco **trimestres dentro del periodo 2005- 2013**, diga para estos trimestres ¿cuál fue la tasa de desocupación promedio? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
9	Tasa de crecimiento económico trimestral	Trimestres con crecimiento negativo de 2005 a 2013	PEA desocupada (millones)

En los mismos cinco trimestres mencionados en la pregunta anterior, diga ¿cuál fue la PEA desocupada promedio en millones? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación		Variable a estimar
10	Tasa de crecimiento económico trimestral	Cuarto trimestre de 2008 a	cuarto trimestre de 2009	Tasa de desocupación

La **tasa de crecimiento económico trimestral** fue **negativa desde el cuarto trimestre de 2008 al cuarto trimestre de 2009**. Para este periodo diga ¿cuál fue la tasa de desocupación promedio? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
11	Tasa de crecimiento económico anual	Años 2006 y 2010	$\frac{tasa\ de\ desocupación_{2010}}{tasa\ de\ desocupación_{2006}}$

Las tasas de crecimiento económico anual en 2006 y en 2010 fueron **mayores a 5%**. Diga ¿cuál fue la razón entre la **tasa de desocupación en 2010** y **la tasa de desocupación en 2006** reportadas en la ENOE? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
12	Tasa de crecimiento económico anual	1996 a 2000	Tasa de crecimiento económico de Estados Unidos

¿Cuál fue en promedio la **tasa de crecimiento económico anual de Estados Unidos de 1996 a 2000**? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
13	Tasa de crecimiento económico anual	1994 a 2013	Coeficiente de sincronización de ciclos económicos México y Estados Unidos

A partir de 1994 el ciclo de actividad económica de **México** ha mostrado una **fuerte sincronización** con el ciclo de actividad industrial de **Estados Unidos**. Si tuviera que expresar esta sincronización a partir de un coeficiente de determinación R^2. En su opinión, ¿cuál sería el valor de R^2? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

SECCION II
Estimaciones con variable de interés

Nota: Por favor, lea cuidadosamente el Anexo A antes de responder esta sección de preguntas.

*Estimación de la tasa de crecimiento económico anual de México en **2020***

1. A continuación se le presenta el Cuadro 1, el cual describe **tres escenarios** posibles que influirán en la tasa de crecimiento económico de México en el año 2020. Cada escenario fue etiquetado con una letra **A, B** o **C** y tiene asociado valores mínimos y máximos posibles de cuatro determinantes del crecimiento económico. Estas variables son: la tasa de interés de CETES a 28 días, la tasa de desocupación promedio, la tasa de inflación anual y la tasa de crecimiento del PIB de Estados Unidos. .

Cuadro 1

México: Tres escenarios de crecimiento para 2020

Escenario	Pregunta	Factores

		Tasa de interés (porcentaje)		Tasa de desocupación (porcentaje)		Tasa de inflación (porcentaje)		Tasa de crecimiento del PIB de Estados Unidos	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A	1	3.5	4.0	5.4	5.6	3.0	3.5	2.8	3.3
B	2	4.5	5.0	6.5	7.5	4.0	4.5	1.8	2.3
C	3	3.0	3.5	4.0	4.5	2.5	3.0	4.0	4.5

Con base en los escenarios mostrados en el cuadro 1, le pedimos que piense y diga **cuál sería su estimación de la tasa de crecimiento económico en México para 2020** bajo el supuesto de que ocurriera cada uno de los escenarios, los cuales son excluyentes entre sí.

- **Pregunta 1.** Estimación de crecimiento económico si ocurriera A
- **Pregunta 2**. Estimación de crecimiento económico si ocurriera B
- **Pregunta 3.** Estimación de crecimiento económico si ocurriera C

Por favor responda las tres preguntas en el cuadro 2, escribiendo su estimación para cada escenario. Recuerde anotar sus respuestas en el formato que se especifica en el cuadro, es decir, dando los percentiles 5, 50 y 95.

Cuadro 2

Tasa de crecimiento económico de México, 2020 (estimación)				
Pregunta	ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
Pregunta 1	**A**			
Pregunta 2	**B**			
Pregunta 3	**C**			

*Estimación de la tasa de crecimiento económico de México en **2030***

Se le pide que realice el mismo ejercicio de la pregunta anterior, pero ahora considerando estimaciones para el crecimiento económico de 2030. En el cuadro 3, se describieron también tres escenarios excluyentes, con las cuatro variables utilizadas en la pregunta 1.

Cuadro 3

México: Tres escenarios para 2030

Escenario	Pregunta	Factores							
		Tasa de interés (porcentaje)		Tasa de desocupación (porcentaje)		Tasa de inflación (porcentaje)		Tasa de crecimiento del PIB de Estados Unidos	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A	1	3.0	3.5	5.0	5.4	3.0	3.5	2.8	3.3
B	2	3.5	4.0	5.5	6.0	4.5	5.0	1.8	2.3
C	3	2.5	3.0	4.0	4.5	2.5	3.0	4.0	4.5

Con base en los escenarios del cuadro 3, estime la **tasa de crecimiento económico en México para 2030** en cada caso.

- **Pregunta 1.** Estimación de crecimiento económico si ocurriera A
- **Pregunta 2**. Estimación de crecimiento económico si ocurriera B
- **Pregunta 3.** Estimación de crecimiento económico si ocurriera C

Por favor responda las tres preguntas en el cuadro 4, recuerde anotar sus respuestas dando los percentiles 5, 50 y 95 de su estimación.

Cuadro 4

Tasa de crecimiento económico de México, 2030 (estimación)				
Pregunta	ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
Pregunta 1	**A**			
Pregunta 2	**B**			
Pregunta 3	**C**			

ANEXO A
Definición de variables

1. **Tasa de crecimiento del PIB anual o tasa de crecimiento económico anual.** Se entenderá como el crecimiento porcentual del valor del PIB en el año x_t respecto del valor en el año anterior x_{t-1} medido a precios de un año base.

   Fuente:
   - Banco Mundial del periodo 1994 – 2012, base 2005
   - INEGI del periodo 1981 – 2013, base 2008.

2. **Tasa de crecimiento del PIB trimestral o tasa de crecimiento económico trimestral.** Se entenderá como el crecimiento porcentual del valor del PIB en el trimestre x_t, respecto del valor en el trimestre anterior x_{t-1} medido a precios de un año base.

   Fuente: INEGI

   Se han tomado las siguientes series de datos:
   - Periodo 1994 – 2013, base 2008.

3. **Tasa de interés.** Se entenderá como la tasa de interés nominal de los CETES a 28 días que reporta mensualmente la autoridad monetaria.

   Fuente: Banco de México
   Se ha tomado la siguiente serie de datos:
   - Periodo 1981 – 2013.

4. **Inflación anual.** Se entenderá como la tasa de crecimiento de los precios, medido por el valor del Índice Nacional de Precios al Consumidor del periodo t y $t-12$, ajustado según la metodología utilizada por el Banco de México. Este dato es reportado mensualmente respecto del mismo mes del año anterior.

   Fuente: Banco de México
   Se ha tomado la siguiente serie de datos:
   - Periodo 1981 – 2013, base 2010.

5. **Población Económicamente Activa Desocupada o Población Desocupada Abierta.** Personas de 12 y más años que sin estar ocupadas en la semana de referencia, buscaron incorporarse a alguna actividad económica en el mes previo a la semana de levantamiento, o entre uno y dos meses, aún cuando no lo haya buscado en el último mes por causas ligadas al mercado de trabajo, pero que estén dispuestas a incorporarse de inmediato.

   Fuente: INEGI
   Se ha tomado la serie de datos:
   - Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), del periodo 2005 – 2013, trimestral

6. **Participación de la PEA desocupada en la población de 14 años y más.** Es la participación porcentual de la Población Económicamente Activa desocupada respecto del total de la población con 14 años o más.

   Fuente: INEGI.
   Se ha tomado la serie de datos:
   - Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, del periodo 2005 – 2013, trimestral.

7. **Tasa de ocupación.** Es la participación porcentual de la población ocupada, respecto de la Población Económicamente Activa.

   Fuente: INEGI.
   Se ha tomado la serie de datos:
   - Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, del periodo 2005 – 2013, trimestral.

8. **Tasa de desocupación.** Es la participación porcentual de la población desocupada, respecto de la Población Económicamente Activa.

   Fuente: INEGI.

Se ha tomado la serie de datos:

- Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, del periodo 2005 – 2013, trimestral.

9. **Coeficiente de determinación R^2.** Se define como el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson o bien como el estadístico que mide el porcentaje de varianza explicada en un modelo de regresión lineal

6.3.2 SEGUNDA CONSULTA

Cuestionario para la estimación de la incertidumbre en el crecimiento económico de México en 2014-2020 y 2021-2030

Consulta a expertos en el tema

Este trabajo forma parte del proyecto *Facilitating Implementation and Readiness for Mitigation (Facilitando la ejecución y preparación para la Mitigación, FIRM por sus siglas en inglés),* financiado por el Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca e

implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) a través del UNEP Risø Centre, un centro colaborador del PNUMA especializado en temas de energía, cambio climático y desarrollo sostenible.

Introducción

Estimado experto, muchas gracias por su participación en este estudio. Este cuestionario forma parte del proyecto *Facilitating Implementation and Readiness for Mitigation (Facilitando la ejecución y preparación para la Mitigación, FIRM por sus siglas en inglés),* el cual tiene por objetivo cuantificar la incertidumbre de parámetros relevantes que influyen en la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI) en México. Uno de los parámetros relevantes en la construcción de escenarios de largo plazo de GEI es el nivel esperado de la actividad económica, es por eso que el proyecto busca dentro de una de sus fases, estimar el crecimiento económico de México en los los periodos 2014-2020 y 2021-2030.

Para ello, se propone estimar las distribuciones de probabilidad de las expectativas de crecimiento del PIB de México en los años 2020 y 2030 empleando un método de juicio de expertos estructurado (*structured expert judgment),* conocido como Método *Cooke*, el cual consiste en la obtención de estimaciones hechas por expertos en el tema sobre una variable de interés, en este caso: el crecimiento económico de México en los años 2020 y 2030. El método consiste en solicitar información a expertos sobre las variables de interés y sobre un conjunto de variables asociadas que luego servirán para calibrar el conjunto de opiniones expertas. Para ello, se ha elaborado un cuestionario que ha sido piloteado previamente.

Para responder al cuestionario, se ha elegido un grupo representativo de expertos, como usted, quienes han sido invitados a participar en este taller en el que se le(s) solicitará(n) la(s) estimación(es) del crecimiento económico de México en los años de interés. Además, este taller prevé una sesión de entrenamiento con el fin de familiarizarlo con el formato del cuestionario.

El cuestionario consta de dos secciones. La primera es un conjunto de preguntas de calibración que permite medir el desempeño de cada experto en el proceso de estimaciones bajo

incertidumbre[19]. En esta sección no se intentará medir o calificar el conocimiento del experto sobre el tema, sino su habilidad para elaborar respuestas en el formato que se requiere. En la segunda sección del cuestionario se realizarán preguntas sobre la variable de interés, es decir, la tasa de crecimiento anual del PIB de México en 2020 y 2030.

Confidencialidad y retroalimentación

En una etapa posterior a la aplicación de este cuestionario las respuestas de cada experto serán recabadas y condensadas, cada participante recibirá una copia de todas sus estimaciones en un documento con formato libre y se les solicitará que confirmen sus respuestas. En este mismo documento se le informará cómo serán utilizados los resultados del estudio.

Los resultados obtenidos serán publicados en reportes del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), así como en artículos académicos y donde se considere relevante. En todos los casos el nombre de los participantes, así como las estimaciones serán incluidos. Sin embargo se codificará el nombre de cada experto de tal manera que NO sea posible identificar directamente las estimaciones individuales ligadas a un experto específico. Toda la información será guardada en archivos digitales y papel bajo el resguardo del INECC, los cuales podrán estar disponibles para su revisión en caso de que sean solicitados.

[19] Respecto a las preguntas de calibración, se considera un buen experto bajo incertidumbre a quien aporte estimaciones estadísticamente precisas y contenidas en intervalos eficientes. Se considerarán ambos indicadores, pero tendrá mayor peso la precisión estadística. Estos conceptos serán discutidos en mayor detalle durante el taller organizado en el contexto de este ejercicio y una breve definición sobre estos conceptos es la siguiente:

1.- Precisión estadística: Mide la verosimilitud estadística de que un conjunto de observaciones correspondan en un sentido estadístico con los intervalos provistos por cada experto.

2.- Eficiencia de la estimación: Que los intervalos de estimación aportados por el experto reflejen correctamente el nivel de incertidumbre del experto en cada pregunta.

SECCION I
Calibración

Nota: Por favor, lea cuidadosamente el Anexo A antes de responder esta sección de preguntas.

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
1	Tasa de crecimiento económico trimestral	Los cuatro trimestres con tasa de crecimiento económico <-5.0% de 1994 a 2013.	Tasa de interés

En México la tasa de crecimiento económico trimestral fue **menor a -5%** en **cuatro ocasiones** entre el **primer trimestre de 1994 y el último de 2013**. Diga ¿cuál fue la tasa promedio de interés de los CETES a 28 días en estos cuatro trimestres? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
2	Tasa de crecimiento económico trimestral	Todos los trimestres de 1996 y 1997	Tasa de interés

Durante los trimestres de 1996 y 1997, la **tasa de crecimiento económico promedio trimestral** fue **6.4%**, diga ¿cuál fue la tasa promedio de interés de los CETES a 28 días en estos ocho trimestres? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

Este valor es muy grande y genera mucha confusión xq de 1981 a 1996 la inflación fue muy alta; mientras que de 1996 a 2013 la inflación fue muy baja. Esta pregunta tuvo malos resultados.

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
3	----------	1996 - 2013	Tasa de inflación anual

Considerando el valor de la inflación en las dos últimas décadas, diga, ¿cuál es el valor promedio de la inflación anual **de enero de 1996 a diciembre de 2013**? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
4	----------	2000 - 2013	Tasa de inflación anual

Considere **la tasa de inflación anual** y diga ¿cuál fue el valor promedio de la inflación anual de **enero de 2000 a diciembre de 2013**? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
5	----------	1981 – 1989	Tasa de inflación anual

De acuerdo con los datos oficiales, la **tasa de inflación anual** presentó cambios abruptos en la década de los ochenta, diga, ¿cuál fue el valor promedio de **enero de 1981 a diciembre 1989?** Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar

6	Tasa de crecimiento económico trimestral	Segundo trimestre de 2010 a segundo trimestre de 2013	$\frac{PEA\ Desocupada}{Población\ de\ 14\ años\ y\ más}$

Piense por favor en el periodo que va del **segundo trimestre de 2010 al segundo trimestre de 2013** y diga ¿cuál fue la participación promedio de la Población Económicamente Activa (PEA) desocupada en la población de 14 años y más?

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
7	Tasa de crecimiento económico trimestral	Trimestres con crecimiento negativo de 2005 a 2013	Tasa de ocupación

Si la tasa **de crecimiento económico trimestral** fue **negativa** en cinco **trimestres dentro del periodo 2005- 2013**, diga para estos trimestres ¿cuál fue la tasa de desocupación promedio? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
8	Tasa de crecimiento económico trimestral	Trimestres con crecimiento negativo de 2005 a 2013	PEA desocupada (millones)

En los mismos cinco trimestres mencionados en la pregunta anterior, diga ¿cuál fue la PEA desocupada promedio en millones? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar

9	Tasa de crecimiento económico trimestral	Cuarto trimestre de 2008 a trimestre de 2009	cuarto	Tasa de desocupación

La **tasa de crecimiento económico trimestral** fue **negativa desde el cuarto trimestre de 2008 al cuarto trimestre de 2009**. Para este periodo diga ¿cuál fue la tasa de desocupación promedio? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
10	Tasa de crecimiento económico anual	Años 2006 y 2010	$\frac{tasa\ de\ desocupación_{2010}}{tasa\ de\ desocupación_{2006}}$

Las tasas de crecimiento económico anual en 2006 y en 2010 fueron **mayores a 5%**. Diga ¿cuál fue la razón entre la **tasa de desocupación en 2010** y **la tasa de desocupación en 2006** reportadas en la ENOE? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar
11	Tasa de crecimiento económico anual	1996 a 2000	Tasa de crecimiento económico de Estados Unidos

¿Cuál fue en promedio la **tasa de crecimiento económico anual de Estados Unidos de 1996 a 2000**? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

P	Variable de referencia	Periodo de estimación	Variable a estimar

12	Tasa de crecimiento económico anual	1994 a 2013	Coeficiente de sincronización de ciclos económicos México y Estados Unidos

A partir de 1994 el ciclo de actividad económica de **México** ha mostrado una **fuerte sincronización** con el ciclo de actividad industrial de **Estados Unidos**. Si tuviera que expresar esta sincronización a partir de un coeficiente de determinación R^2. En su opinión, ¿cuál sería el valor de R^2? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

SECCION II
Crecimiento económico de México

Nota: Por favor, lea cuidadosamente el Anexo A antes de responder esta sección de preguntas.

A continuación se le presentarán tres escenarios para el periodo 2014-2020 y otros tres para el periodo 2021-2030 en los cuadros 1 y 4, respectivamente. Se le pide que responda 2 preguntas sobre el crecimiento económico de México en cada uno de los escenarios. Recuerde anotar sus estimaciones dando los percentiles 5, 50 y 95.

En todas las estimaciones se utlizó como referencia la tasa de interés de CETES a 28 días, la tasa de desocupación promedio, la tasa de inflación anual y la tasa de crecimiento del PIB de Estados Unidos.

I. Estimación de 2014-2020

Cuadro 1

ESCENARIOS				
	Tasa de interés (porcentaje)	Tasa de desocupación (porcentaje)	Tasa de inflación (porcentaje)	Tasa de crecimiento del PIB de Estados Unidos

	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A	3.5	4.0	5.4	5.6	3.0	3.5	2.8	3.3
B	4.5	5.0	6.5	7.5	4.0	4.5	1.8	2.3
C	3.0	3.5	4.0	4.5	2.5	3.0	4.0	4.5

a. ¿Cuál sería la tasa de crecimiento econónomico promedio anual de México entre 2014-2020?

Cuadro 2

Tasa de crecimiento económico promedio anual de México 2014 -2020			
ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
A			
B			
C			

b. ¿Cuál sería la tasa de crecimiento econónomico anual de México en 2020?

Cuadro 3

Tasa de crecimiento económico anual de México 2020			
ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
A			
B			
C			

II. Estimación de 2021-2030

Cuadro 4

ESCENARIOS

	Tasa de interés (porcentaje)		Tasa de desocupación (porcentaje)		Tasa de inflación (porcentaje)		Tasa de crecimiento del PIB de Estados Unidos	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A	3.0	3.5	5.0	5.4	3.0	3.5	2.8	3.3
B	3.5	4.0	5.5	6.0	4.5	5.0	1.8	2.3
C	2.5	3.0	4.0	4.5	2.5	3.0	4.0	4.5

a. ¿Cuál sería la tasa de crecimiento econónomico promedio anual entre 2021-2030?

Cuadro 5

Tasa de crecimiento económico promedio anual de México 2021 -2030			
ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
A			
B			
C			

b. ¿Cuál sería la tasa de crecimiento econónomico promedio anual en 2030?

Cuadro 6

Tasa de crecimiento económico anual de México 2030			
ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
A			
B			
C			

Elementos adicionales a considerar

1. En su opinión, ¿cuáles son las variables (incluidas o no en los escenarios) que consideró importantes al hacer su estimación del crecimiento económico de México en el periodo 2014-2020 y 2020?

Cuadro 13

Tasa de crecimiento económico de México	

Comentarios adicionales:

_____

_____

_____

6.3.3 TERCERA CONSULTA

Cuestionario para la estimación de incertidumbre del precio internacional de petróleo y gas natural para los períodos 2014-2020 y 2021-2030.

Consulta a expertos en el tema

Este trabajo forma parte del proyecto *Facilitating Implementation and Readiness for Mitigation*, financiado por el Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca e implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio

Ambiente (UNEP) a través del UNEP Risø Centre, un centro colaborador del PNUMA especializado en temas de energía, cambio climático y desarrollo sostenible.

Introducción

Estimado experto, muchas gracias por su participación en este estudio. Este cuestionario forma parte del proyecto *Facilitating Implementation and Readiness for Mitigation (FIRM Project),* el cual tiene como objetivo final modelar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en México. Este proyecto está constituido por diferentes etapas. En esta fase se busca estimar el precio internacional del petróleo y el gas natural para los períodos 2014-2020 y 2021-2030.

Objetivo:

- Estimar las distribuciones de probabilidad de las expectativas del precio internacional del petróleo y el gas natural en los periodos 2014-2020 y 2021-2030.

Método

Se emplea el método de juicio de expertos estructurado (*structured expert judgment),* conocido como el Método Cooke, el cual consiste en la obtención de estimaciones hechas por expertos en el tema sobre la variable de interés, en este caso: el precio de barril de petróleo West Texas Intermediate (WTI) y el precio del gas natural US Henry Hub por BTU en los periodos 2014-2020 y 2021-2030.

Se ha elegido un grupo de expertos, como usted, que han sido invitados a participar en un taller en el que se les solicitará sus estimaciones de los precios en los años de interés. Además, en el taller se prevé una breve sesión de entrenamiento con el fin de familiarizarse con el formato del cuestionario.

El cuestionario consta de dos secciones. La primera es un conjunto de preguntas de calibración que permite medir el desempeño de cada experto en el proceso de estimaciones de

incertidumbre[20]. En esta sección no se intentará medir o calificar el conocimiento del experto sobre el tema, sino su habilidad para elaborar respuestas en el formato que se requiere. En la segunda sección del cuestionario se realizarán preguntas sobre la variable de interés, es decir, los precios del petróleo y el gas en 2014-2020 y 2021-2030.

Confidencialidad y retroalimentación

En una etapa posterior a la aplicación de este cuestionario las respuestas de cada experto serán recabadas y condensadas, cada participante recibirá una copia de todas sus estimaciones en un documento con formato libre y se les solicitará que confirme sus respuestas. En este mismo documento se le informará cómo serán utilizados los resultados del estudio.

Los resultados obtenidos serán publicados en reportes del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), así como en artículos académicos y donde se considere relevante. En todos los casos el nombre de los participantes, así como las estimaciones serán incluidos. Sin embargo se codificará el nombre de cada experto de tal manera que NO sea posible identificar directamente las estimaciones individuales ligadas a un experto específico. Toda la información será guardada en archivos digitales y papel bajo el resguardo del INECC, los cuales podrán estar disponibles para su revisión en caso de que sean solicitados.

SECCIÓN I
Calibración

Nota: Por favor, lea cuidadosamente el Anexo A antes de responder esta sección de preguntas.

[20] Respecto a las preguntas de calibración, se considera un buen experto bajo incertidumbre a quien aporte estimaciones estadísticamente precisas y contenidas en intervalos eficientes. Se considerarán ambos indicadores, pero tendrá mayor peso la precisión estadística. Estos conceptos serán discutidos en mayor detalle durante el taller organizado en el contexto de este ejercicio y una breve definición sobre estos conceptos es la siguiente:

[20]**1.- Precisión estadística:** Mide la verosimilitud estadística de que un conjunto de observaciones correspondan en un sentido estadístico con los intervalos provistos por cada experto.

[20]**2.- Eficiencia de la estimación:** Que los intervalos de estimación aportados por el experto reflejen correctamente el nivel de incertidumbre del experto en cada pregunta.

P	Periodo de estimación	Variable a estimar
1	enero 1991 a diciembre 1999	Crecimiento promedio anual

El precio promedio mensual del petróleo WTI de **enero de 1991 a diciembre de 1999** fue de **19.18 dólares por barril** a precios corrientes. Piense por favor en el mismo periodo y a partir de las cifras oficiales, como las publicadas por el Banco Mundial y la *"Federal Reserve Economic Data"* (FRED). ¿Cuál fue la tasa promedio de crecimiento anual en cada una de las regiones enunciadas abajo? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

Tasa promedio de crecimiento anual del PIB			
País	5%	50%	95%
China			
Países OCDE			
Mundial			

P	Periodo de estimación	Variable a estimar
2	enero 2002 a diciembre 2008	Crecimiento promedio anual

El precio promedio mensual del barril de petróleo WTI de **enero de 2002 a diciembre de 2008** fue de **56.15 dólares por barril** a precios corrientes. Piense por favor en el mismo periodo y a partir de las cifras oficiales, como las publicadas por el Banco Mundial y la FRED. ¿Cuál fue la tasa promedio de crecimiento anual en cada una de las regiones enunciadas abajo? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

Tasa promedio de crecimiento anual del PIB

País	5%	50%	95%
Rusia			
Países OCDE			
Mundial			

P	Periodo de estimación	Variable a estimar
3	enero 2009 a diciembre 2012	Crecimiento promedio anual

El precio promedio mensual del barril de petróleo WTI de **enero de 2009 a diciembre de 2012** fue de **89.46 dólares por barril** a precios corrientes. Piense por favor en el mismo periodo y con base en las cifras oficiales, como las publicadas por el Banco Mundial y la FRED. ¿Cuál fue la tasa promedio de crecimiento anual en cada una de las regiones enunciadas abajo? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

Tasa promedio de crecimiento anual del PIB			
País	5%	50%	95%
India			
Países OCDE			
Mundial			

P	Periodo de estimación	Variable a estimar
4	varios	$\frac{\text{Oferta OPEP}}{\text{Demanda mundial}}$

De acuerdo a las cifras oficiales, del Banco Mundial y la FRED, para cada periodo enunciado abajo, ¿Cuál fue la participación promedio del petróleo producido por la OPEP, respecto del petróleo total consumido a nivel mundial? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

Periodo	5%	50%	95%
1991 - 1999			
2002 – 2008			
2009 – 2012			

P	Periodo de estimación	Variable a estimar
5	varios	$\frac{\text{Importación de OCDE}}{\text{Demanda OCDE}}$

De acuerdo a las cifras oficiales, del Banco Mundial y la FRED, para cada periodo enunciado abajo, ¿Cuál fue la participación promedio de petróleo importado por la OCDE, respecto del petróleo total consumido por este grupo de países? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

Periodo	5%	50%	95%
1991 - 1999			
2002 - 2008			
2009 - 2012			

P	Periodo de estimación	Variable a estimar

6	1 de enero de 2013	Reservas probadas de petróleo

Según datos oficiales, como los publicados por la *Central Intelligence Agency (CIA)* de Estados Unidos, diga al 1 de enero de 2013 ¿Cuál es el monto de reservas probadas en miles de millones de barriles de petróleo de los países enunciados abajo? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

Reservas probadas en barriles			
País	5%	50%	95%
Arabia Saudita			
Venezuela			
Irán			
Estados Unidos			
México			

P	Periodo de estimación	Variable a estimar
7	1 enero 2013	Reservas probadas de gas natural

Según datos oficiales, *Central Intelligence Agency (CIA)* de Estados Unidos, diga al 1 de enero de 2013 ¿Cuál es el monto de reservas probadas en billones[21] de metros cúbicos de gas natural de los países enunciados abajo? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

[21] Entiéndase como un billón 1,000 000 000 000 de metros cúbicos o barriles

Reservas probadas en metros cúbicos			
País	5%	50%	95%
Rusia			
Irán			
Qatar			
Turkmenistan			
Estados Unidos			

P	Periodo de estimación	Variable a estimar
8	enero 1994 a diciembre 1995	Desviación estándar del precio del barril de petróleo WTI

Dado que el precio promedio mensual del barril de petróleo WTI de enero de 1994 a diciembre de 1995 fue **17.82 dólares corrientes**. Piense por favor en el mismo periodo y diga ¿Cuál fue la desviación estándar de estos precios durante el mismo periodo? Por favor indique el percentil 5, 50 y 95 de su distribución de incertidumbre.

5%:_____ 50%:_____ 95%:_____

SECCION II

Precios del barril de petróleo West Texas Intermediate (WTI)

A continuación se le presentarán tres escenarios para el periodo 2014-2020 y otros tres para el periodo 2021-2030 en los cuadros 1 y 4, respectivamente. Se le pide que responda 2 preguntas en cada uno de los escenarios. Recuerde anotar sus estimaciones dando los percentiles 5, 50 y 95.

En todas las estimaciones suponga que el nivel de inflación de Estados Unidos se mantiene en promedio 1.5% anual durante todo el periodo de la estimación.[22]

III. Estimación de 2014-2020

Cuadro 1

ESCENARIOS						
	Tasa de crecimiento promedio de China 2014- 2020		Tasa de crecimiento de India 2014 - 2020		Proporción de petróleo importado por miembros de la OCDE 2014 – 2020	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
	7	8.5	6	9	0.50	0.60
	5	6.5	4	5.5	0.45	0.49
	3	4.5	2	3.5	0.40	0.44

a. ¿Cuál sería el precio promedio en dólares corrientes del barril de petróleo *West Texas Intermediate (WTI)* entre **2014 – 2020**?

Cuadro 2

Precio promedio por barril de petróleo *West Texas Intermediate* 2014 -2020			
ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
A			
B			
C			

[22] Ésta es la misma inflación anual reportada en Estados Unidos en 2013

b. ¿Cuál sería el precio en dólares corrientes del petróleo *West Texas Intermediate (WTI)* en **2020**?

Cuadro 3

Precio por barril del petróleo *West Texas Intermediate* 2020			
ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
A			
B			
C			

IV. Estimación de 2021-2030

Cuadro 4

ESCENARIO						
	Tasa de crecimiento promedio de China 2021- 2030		Tasa de crecimiento de India 2021 - 2030		Proporción de petróleo importado por miembros de la OCDE 2021 – 2030	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A	6.0	8.0	5.0	7.0	0.45	0.50
B	3.5	5.5	3.0	4.5	0.40	0.44
C	1.5	3.4	1.5	2.5	0.35	0.39

a. ¿Cuál sería el precio promedio en dólares corrientes del barril de petróleo *West Texas Intermediate (WTI)* entre **2021 – 2030**?

Cuadro 5

Precio promedio por barril de petróleo *West Texas Intermediate* 2021 -2030			
ESCENARIO	Valor mínimo	Mediana	Valor máximo

	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
A			
B			
C			

b. ¿Cuál sería el precio corriente del barril de petróleo *West Texas Intermediate (WTI)* en **2030**?

Cuadro 6

Precio por barril del petróleo *West Texas Intermediate* en 2030			
ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
A			
B			
C			

Precio del gas natural US Henry Hub por BTU,

En esta sección se le presentan los mismos escenarios para 2014-2020 y 2021-2030 que se trabajaron con los precios del petróleo, pero ahora se le solicita que estime el precio del gas natural *US Henry Hub* por millones de BTU. Por favor anote sus estimaciones dando los percentiles 5, 50 y 95.

En todas las estimaciones suponga que el nivel de inflación de Estados Unidos se mantiene en promedio 1.5% anual durante todo el periodo de la estimación.[23]

I. Estimación de 2014-2020

Cuadro 7

ESCENARIOS

[23] Ésta es la misma inflación anual reportada en Estados Unidos en 2013

	Tasa de crecimiento promedio de China 2014- 2020		Tasa de crecimiento de India 2014 - 2020		Proporción de petróleo importado por miembros de la OCDE 2014 – 2020	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
	7	8.5	6	9	0.50	0.60
	5	6.5	4	5.5	0.45	0.49
	3	4.5	2	3.5	0.40	0.44

a. ¿Cuál sería el precio promedio en dólares corrientes del gas natural *US Henry Hub* por millones de BTU[24] entre **2014 – 2020**?

Cuadro 8

Precio promedio del gas natural *US Henry Hub* por BTU 2014 -2020			
ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
A			
B			
C			

b. ¿Cuál sería el precio en dólares corrientes del gas natural *US Henry Hub* por millones de BTU en **2020?**

Cuadro 9

Precio del gas natural *US Henry Hub* por BTU 2020			
ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95
A			

[24] *British Thermical Unit (BTU),* unidades de energía

B			
C			

II. Estimación de 2021-2030

Cuadro 10

ESCENARIO						
	Tasa de crecimiento promedio de China 2021- 2030		Tasa de crecimiento de India 2021 - 2030		Proporción de petróleo importado por miembros de la OCDE 2021 – 2030	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
A	6.0	8.0	5.0	7.0	0.45	0.50
B	3.5	5.5	3.0	4.5	0.40	0.44
C	1.5	3.4	1.5	2.5	0.35	0.39

c. ¿Cuál sería el precio promedio en dólares corrientes del gas natural *US Henry Hub* por millones de BTU entre **2021– 2030**?

Cuadro 11

Precio promedio del gas natural *US Henry Hub* por BTU 2021 -2030				
ESCENARIO	Valor mínimo Percentil 5	Mediana Percentil 50	Valor máximo Percentil 95	
A				
B				
C				

d. ¿Cuál sería el precio en dólares corrientes del gas natural *US Henry Hub* por millones de BTU en **2030?**

Cuadro 12

Precio del gas natural US Henry Hub por BTU 2030			
ESC	Va	Med	Valor

ENARIO	lor mínimo Pe rcentil 5	iana Perc entil 50	máximo Percen til 95
A			
B			
C			

Elementos adicionales a considerar

2. En su opinión, ¿cuáles son las variables (incluidas o no en los escenarios) que consideró importantes al hacer su estimación de los precios del petróleo y gas?

Cuadro 13

Precio del petróleo WTI	Precio del gas natural US Henry Hub

Comentarios adicionales:

_____

_____

_____