

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES
DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

TRABAJO ESCRITO

para obtener el GRADO de

Maestría en Sustentabilidad

Presenta:

1942

Beatriz Cecilia Sanchez Leyva

Director de Tesis:

Dr. Luis E. Velázquez Contreras

HERMOSILLO, SONORA

Febrero, 2019

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

CARTA DE APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL JURADO



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

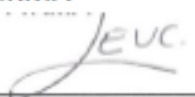
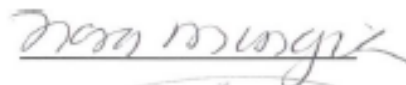

Universidad de Sonora
División de Ingeniería Departamento de
Ingeniería Industrial Posgrado en Sustentabilidad
Maestría en Sustentabilidad
Especialidad en Desarrollo Sustentable

Hermosillo, Sonora a 08 de febrero del 2019

Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras
Coordinador del Programa
Posgrado en Sustentabilidad
Presente. -

Por este conducto, hago de su conocimiento que estoy de acuerdo que se realice el examen de posgrado de la alumna Beatriz Cecilia Sanchez Leyva con Expediente 217130056, el cual será el día 08 de febrero del 2019 en el aula 102 Edificio 5R a las 17:00 horas.

Relación de Jurados:

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE:	Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras	 _____
SECRETARIO:	Dra. Nora Elba Munguía Vega	 _____
VOCAL:	M.S. David Slim Zepeda Quintana	 _____
SUPLENTE:	Dr. Biagio Fernando Giannetti	_____

RESUMEN

Un inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) antecede metodológicamente a un compromiso del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por siglas en inglés) para reportar las estimaciones de las emisiones antropogénicas. Con el uso de fuentes de información oficiales, el inventario tiene la responsabilidad de evaluar el impacto ambiental que deja un país. Sin embargo, los inventarios estatales en México carecen de funcionalidad debido a la falta de seguimiento y monitoreo por parte del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

En Sonora, la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES) colaboró con una Institución de Educación Superior (IES), como la Universidad de Sonora (UNISON) bajo la dirección del Posgrado en Sustentabilidad, para analizar los inventarios estatales de GEI respecto a las emisiones del sector industrial, utilizando información oficial por parte de las Cédulas de Operación Anual (COA). Aunado a esto, a través de la aplicación de un cuestionario electrónico se logró conocer las limitaciones que cada estado participante sostuvo, principalmente para la generación de un modelo que mejore la cuantificación de las emisiones acopladas al inventario estatal de GEI.

El objetivo de la presente investigación fue analizar la elaboración de los inventarios estatales de GEI en base a la cuantificación de las emisiones del sector industrial. Se tomaron en cuenta los años 2015, 2016 y 2017, así como los gases de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y dióxido de azufre (SO₂) totalizados en toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂ e). A través de un enfoque comparativo, se denotó que la colaboración de una IES para la elaboración de un inventario GEO brinda certeza y confiabilidad en la cuantificación de las emisiones.

Dentro de los resultados se observó que las inconsistencias o limitaciones encontradas por entidad estatal confirman la falta de compromiso por parte del gobierno y de la industria al momento de registrar las emisiones de GEI. Un reflejo de este análisis demuestra que las COA son el principal común denominador para reestablecerse a fin de que la cuantificación de las emisiones a nivel estatal se lleve a cabo con apego metodológicamente nacional.

ABSTRACT

An inventory of Greenhouse Gases (GHGs) methodologically heads a commitment by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) to report estimates of anthropogenic emissions. With the use of official information sources, an inventory has the responsibility of evaluating the environmental impact that a country leaf. However, the sub-national inventories still lack technical approval due to the shortage of monitoring by the National Institute of Ecology and Climate Change (INECC).

In Sonora, the Commission of Ecology and Sustainable Development of the State of Sonora (CEDES) sought to collaborate with a Higher Education Institution, such as the University of Sonora (UNISON) in order to quantify the emissions from the industrial sector using the Annual Operation Certificate (COA). Therefore, the analysis of the process making of the inventory required the application of an electronic questionnaire as an inquiry approach to perceiving the limitations that each participant state maintained. A model was proposed as a follow monitoring where these findings would reduce the gaps between the GHG quantification.

The intention of the project was to analyze the elaboration of state inventories of GHG according to the quantification of emissions from the industrial sector. The gases carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and sulfur dioxide (SO₂) were taken into account, as well as methodological characteristics to validate the experience of the participants during reporting the emissions. In addition, a comparative approach concludes the importance of the academic sector in the development of a GHG inventory.

The results showed that the inconsistencies or limitations found by each state participant confirmed the lack of commitment from the government and the industry at quantifying GHG emissions. As a discussed issue from the analysis was that the COAs are the main common denominator to be re-established in order to improve the quantification of emissions at state level through a carried out national methodology.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
ÍNDICE	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. OBJETIVO ESTRATÉGICO.....	13
III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
IV. ANÁLISIS LITERARIO	14
4.1. Cambio Climático y Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	14
4.2. Enfoque de mitigación de las emisiones GEI	16
4.3. Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	17
V. METODOLOGÍA	21
5.1. Tipo de estudio	21
5.2. Diseño metodológico	21
5.3. Alcance.....	22
5.4. Preguntas de investigación.....	22
5.5. Objeto de estudio	23
5.6. Selección del sitio del objeto de estudio	23
5.7. Instrumentos de recolección y manejo de datos	23
VI. RESULTADOS.....	25
6.1. Cuantificación de las emisiones de GEI del sector industrial	25
6.2. Comparativa en la elaboración del inventario de GEI respecto a otros estados. 26	
6.3. Respuesta de los participantes	27
VII. DISCUSIONES	34

7.1.	Cuantificación de emisiones	34
7.2.	Comparación entre los inventarios estatales.....	34
7.3.	Resultados del cuestionario.....	35
VIII.	CONCLUSIONES	37
IX.	RECOMENDACIONES	38
X.	REFERENCIAS.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proporción de artículos científicos que señalan a la actividad antropogénica como causante del cambio climático	16
Figura 2. Marco del PNUD para el desarrollo de escenarios climáticos	20
Figura 3. Proceso metodológico y/o a actividades	21
Figura 4. La elaboración de la metodología del inventario de GEI presentó dificultades ..	28
Figura 5. Las emisiones cuantificadas se reportan en t CO ₂ e	28
Figura 6. Metodología conocida por la industria.....	29
Figura 7. Implementación de un inventario estatal como plan de mitigación	29
Figura 8. La industria proporciona registros de emisiones para un inventario	30
Figura 9. La metodología requiere una adaptación por cada estado.....	30
Figura 10. Las emisiones reportadas son responsabilidad del sector industrial	31
Figura 11. El sector industrial está interesado en informar sus emisiones de GEI	31
Figura 12. Principales objetivos para mejorar la elaboración de un inventario GE	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades relacionadas a las emisiones GEI	14
Tabla 2. Planteamientos del cuestionario.....	24
Tabla 3. Inconsistencias encontradas durante la elaboración del inventario de GEI	25
Tabla 4. Cuantificación de las emisiones de GEI	26
Tabla 5. Comparación entre estados con aprobación del INECC	27
Tabla 6. Fortalecimiento de los reportes anuales.....	32
Tabla 7. Razones para capacitar al personal técnico.....	33

I. INTRODUCCIÓN

El incremento del capital humano en el desarrollo económico ha saturado a los ecosistemas debido a la acumulación de contaminantes que reflejan un colapso climático hacia el planeta (Leff, 2008). La sustentabilidad, como herramienta para la toma de decisiones, debe establecer indicadores locales que vinculen metodologías para la reducción de contaminantes dentro de los sectores productivos (Engler et al., 2013). Una vez teniéndose esta información, se podrá analizar y evaluar los cambios ecosistémicos a favor de un desarrollo integral en los sectores económicos (Gallopín, 1997).

La urgente necesidad de resolver el cambio climático ha traído consigo acuerdos internacionales que buscan reducir los Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Diamantoudi y Sartzetakis, 2006). Una de las principales alianzas han sido la Convención Marco de las Naciones Unidas y el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC), quienes sentaron las bases metodológicas para la cuantificación de GEI (Duarte, 2006). No obstante, durante el Acuerdo de París en 2015, los países con mayor poder adquisitivo se comprometieron a financiar la cuantificación de GEI en aquellos países en vías en desarrollo con la finalidad de reducir estos gases atmosféricos (Martínez, 2017).

Dado este compromiso internacional, los países subdesarrollados aún carecen de estrategias para cuantificar los GEI a nivel estatal debido a la falta de datos de actividad (Hoorweg et al., 2011; Lim et al., 1999). Sin embargo, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) utiliza una metodología homóloga al IPCC a fin de construir un inventario nacional de GEI donde estipula el uso de factores de emisión por tipo de contaminante (SEMARNAT, 2016). Este tipo de inconsistencia da pie a que la integración de un inventario estatal presente un nivel de incertidumbre alto debido a la falta de información que se registra de manera local (Kennedy et al., 2009; Kurokawa et al., 2013).

La cuantificación de un inventario nacional en México tiene la finalidad de contabilizar los GEI de las principales fuentes de emisión que el país genera (INECC, 2015). No obstante, los resultados de un inventario reflejan los daños medioambientales generados por el hombre en un transcurso del tiempo (Chen y Lin, 2008). A nivel subnacional, un inventario de GEI se mantiene rezagado debido a las limitaciones que se presentan en cuanto a la aplicación de leyes o normas, y de la falta de colaboración entre el gobierno y los sectores productivos (Cervantes et al., 2016; Sing et al., 2015).

El presente trabajo de investigación analiza el proceso de elaboración de un inventario estatal de GEI basándose en la metodología del INECC, y en un cuestionario electrónico aplicado a responsables de medio ambiente, cambio climático o sustentabilidad de otros estados de México. Ambos enfoques dan como resultado un modelo que mejore el registro de las emisiones atmosféricas de un sector productivo en específico: el industrial.

II. OBJETIVO ESTRATÉGICO

Analizar el proceso de elaboración de los inventarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis literario del estado del arte acerca de temas como cambio climático, emisiones de GEI, inventarios de emisiones, y tópicos relacionados.
- Determinar las emisiones de GEI del sector industrial del Estado de Sonora a partir de datos y fuentes oficiales.
- Comparar la problemática que existe en la realización de los inventarios y la estimación de las emisiones GEI con el del sector industrial de otros estados del país.
- Generar un modelo que mejore la realización de un inventario de GEI.

IV. ANÁLISIS LITERARIO

4.1. Cambio Climático y Gases de Efecto Invernadero (GEI)

El cambio climático es un fenómeno de tipo ambiental, atribuido principalmente a actividades antropogénicas de los diversos sectores como de transporte, industria, agricultura, energía, etc., que generan una serie de gases contaminantes atmosféricos dejando implicaciones catastróficas para la sociedad global (Olcina, 2009). Esta problemática exige ser enfrentada y reconocida como un conflicto internacional (Barton, 2009); para Lander (2013), el cambio climático y sus efectos, resulta ignorado por la mayoría de los seres humanos que cuentan con hábitos elevados de autoconsumo.

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) se manifiestan en alta concentración en la atmosfera, e impactan con un aumento de la temperatura de la superficie de la Tierra (Benavides y León, 2007); que de manera directa influyen en el aumento del nivel del mar y en el aumento de la precipitación anual, entre otras (IPCC, 2014). Dichas implicaciones resultan preocupantes, por lo que es necesario conocer cuál es el origen que provoca tal sobre acumulamiento de GEI en el sistema atmosférico (INE, 2016).

Los GEI son principalmente compuestos de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), entre otros compuestos químicos, que provienen de las emisiones resultantes generadas por el hombre, es decir, conocidas como actividades antropogénicas (Zilio, 2008). Navarro (2008), en la Tabla 1 relaciona actividades que son fuentes de emisiones GEI. No obstante, el sector energético y el industrial, a pesar de ser de carácter indispensable para la continuidad también afectan directamente al ambiente.

Tabla 1. Actividades relacionadas a las emisiones GEI

Gases de Efecto Invernadero (GEI):	Dióxido de carbono (CO_2)	Metano (CH_4)	Óxido nitroso (N_2O)
Actividades antropogénicas:	<ul style="list-style-type: none">- Quema combustible fósiles.- Incendios forestales- Procesos de combustión	<ul style="list-style-type: none">- Fermentación entérica- Rellenos sanitarios- Cultivo agrícola- Manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none">- Utilización de fertilizantes y otros compuestos químicos.

Fuente: Navarro, 2008

En las últimas décadas, como parte de la urgencia de solucionar problemas ambientales, se han generado diversos acuerdos en materia de reducción de GEI (Diamantoudi y Sartzetakis, 2006). La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) junto con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) buscan la estabilización de las emisiones GEI respecto a la era pre-industrial (Duarte, 2006). El Acuerdo de París en el 2015 estableció metas de reducción de GEI a los países desarrollados y, los comprometió a apoyar económicamente a los países en vías de desarrollo (Martínez, 2017). Sin embargo, los compromisos de las naciones involucradas en la toma de medidas estratégicas para erradicar GEI, aún resultan incompletas para minimizar el cambio climático (La Jornada, 2017).

Para que las medidas estratégicas de disminución de GEI sean llevadas a cabo, primero se necesita tomar la información proveniente de las emisiones de los diversos sectores de producción (Álvarez et al., 2010). De acuerdo a Ocman (2015) aún existe poco avance en la implementación de medidas ambientales debido a la falta de análisis e interpretación después de la toma de información. Con esto se entiende que hace falta de prácticas técnicas mejor estructuradas, o enseñadas, que apoye tanto a los sectores productivos como a los responsables de encaminar las medidas ambientales a un nivel de formulación estratégica (Girod y De Haan, 2009).

Además de la falta de tecnicismo por parte de la administración pública y privada, Yepes (2012) sugiere que los programas para resolver el cambio climático sean más puntuales; es decir, en vez de entender que pasa con los fenómenos climáticos actuales, los científicos deben proponer nuevos elementos que mejoren la calidad de vida de las personas ya que está comprobado por la comunidad académica que las actividades antropogénicas son la causa principal del cambio climático, como se observa en la Figura 1 (Cook et al., 2013). Con esto, se pretende lograr un ajuste entre el consumo excesivo de los recursos naturales con prácticas relacionadas al cuidado del medio ambiente; por lo que será necesario que pongan principalmente al sector industrial en perspectiva sobre la funcionalidad de las prácticas sustentables (Estessoro, 2010).

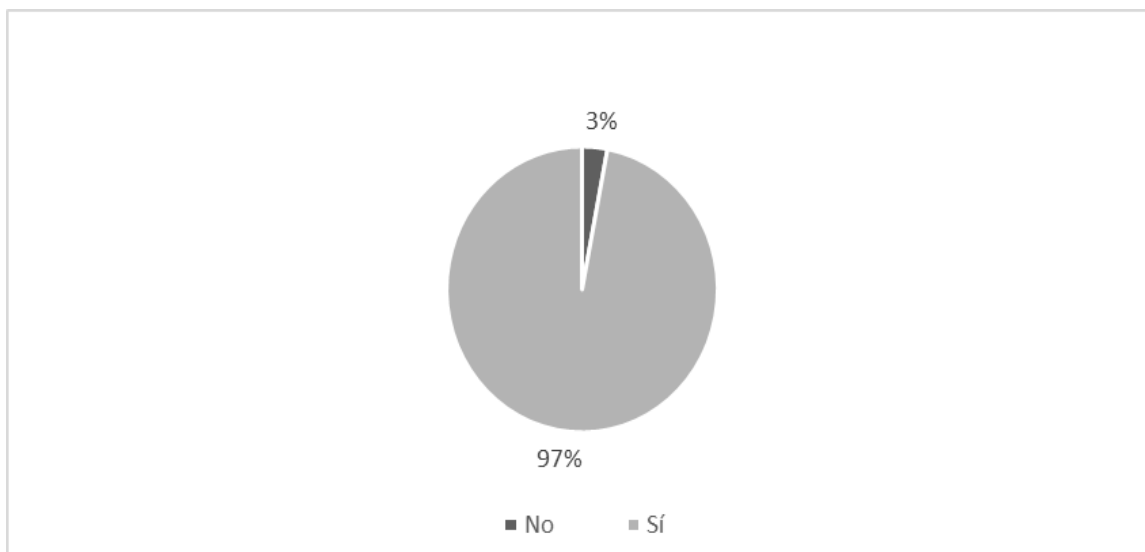


Figura 1. Proporción de artículos científicos que señalan a la actividad antropogénica como causante del cambio climático

Fuente: Cook *et al.*, 2013

4.2. Enfoque de mitigación de las emisiones GEI

El tema de mitigación, junto con el tema de adaptación, son realidades obligatorias que enfrentan las naciones para evaluar al cambio climático (Hamin y Gurrán, 2009). Sin embargo, la complementariedad que tienen ambos enfoques para contrarrestar el cambio climático también resulta peculiar tratarse de manera individual (IPCC, 2014); ya que el enfoque de mitigación toma en cuenta medidas que contribuyen a reducir la concentración de emisiones GEI, y entre ellas se pueden considerar la incorporación de energías renovables, la disminución de la deforestación, y la reducción de gases que tienen efecto local (Honty, 2007).

Con un enfoque de mitigación se puede llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos de reducción de GEI estipulados por la CMNUCC (Moss *et al.*, 2010). Además, este tipo de alcance impulsa al sector académico para involucrarse en el fortalecimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) promovidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) respecto a poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad e injusticia, y para hacer frente al cambio climático (UN, 2017). Por lo que ligar a la mitigación junto con otras organizaciones internacionales no gubernamentales tiene como resultado expandir conocimientos hacia nuevos estilos políticos y sociales (ONU, 2013).

Existen diferentes organizaciones no gubernamentales en el mundo que trabajan en alianza con el gobierno, como el Instituto de Recursos Mundial (WRI por sus siglas en inglés) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD por sus siglas en inglés) que han implementado un marco integral y estandarizado para medir y gestionar las emisiones tanto de sectores privados como públicos (WRI, 2017). Llevar a cabo la estandarización de este tipo de protocolos requiere de un proceso intrínsecamente político (Mattli y Büthe, 2005); teniendo como resultado la implementación de planes de mitigación no exclusivos solo del poder gubernamental, sino de asociaciones civiles que busquen apoyar a proyectos ambientales que tiendan al uso sustentable de los recursos naturales (Varela, 2017).

La mitigación, además de formar parte de las metas para reducir al cambio climático, también sirve como alternativa para fortalecer estrategias que busquen estar orientadas hacia el desarrollo sustentable; para así en conjunto tener la capacidad de reducir la concentración de GEI de la atmósfera (Honty, 2007). Aunado a esto, se requiere de un cambio de actitud que busque la aceleración en la reducción de emisiones (ONU, 2013); así como de cambios en las tecnologías actuales para llevar a cabo una diversificación más integral de mitigación (Barton, 2009).

Para que el enfoque de mitigación sea llevado a cabo se necesita la combinación entre el desarrollo científico y la instauración de tecnologías (Watson et al., 1996). Adicionalmente, se necesita de la cuantificación de emisiones GEI, la implementación de inventarios y de una lista de alternativas políticas que cumplan con compromisos de reducir GEI; por lo que dar pie a este tipo de enfoque tiene la capacidad de mejorar las prácticas ambientales en las empresas y organizaciones que busquen reducir sus emisiones de GEI en sus instalaciones (Lusey y Spering, 2008; SEMARNAT, 2010).

4.3. Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Con el fin de cuantificar y evaluar el nivel de contribución de los GEI, es necesario establecer un modelo de inventario que se ajuste a las normas aceptadas internacionalmente (Chen y Lin, 2008). De acuerdo a Fager y Davidson (2008) y Bastianoni et al. (2004) el objetivo y responsabilidad de crear un inventario GEI es el de reportar el impacto medioambiental que deja tanto un país como una actividad específica. De la misma manera, Valleró (2008) asegura que en un inventario es necesario enlistar la cantidad de

contaminantes provenientes de todas las fuentes de emisiones que ingresan al aire en un periodo determinado, sin la interferencia de normas ambientales. Por lo que funcionalmente un inventario de emisiones busca planear posibles políticas que ayuden a reducir las emisiones antropogénicas (Ministry of the Environment of Japan, 2007).

Países como México que buscan integrarse en la realización de aspectos de cuantificación de emisiones crearon el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI) a fin de recabar cada vez mejores estimaciones respecto a las fuentes de emisión (INECC, 2005). De esta manera, mediante la promulgación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en el 2012 se estableció una base técnica, legal y financiera para avanzar hacia una economía baja en emisiones de carbono (USAID, 2017). Sin embargo, diversos científicos mexicanos señalan que abordar el tema desde un punto de vista integral mejorará la falta de comprensión que hay entre la cuantificación y evaluación de las emisiones GEI y requerirá tratar este tipo de problemática ambiental con mayor base científica (Leal, 2006).

En el caso de los países desarrollados, estos cuentan con legislación ambiental diferente, no obstante, Estados Unidos no se encuentra dentro de protocolos internacionales ya que considera que sus pérdidas económicas productivas en el país serán de mayor trascendencia que las ambientales (Pérez, 2015). Esto conlleva a que la implementación de la política nacional sea cada vez más frecuente con acciones a escala ciudad (Ramawami, et al., 2008); dejando que las consideraciones estatales se realicen de acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) la cual desarrolla reportes de inventarios anuales, rastreando las emisiones totales y absorciones anuales de los diversos sectores económicos mediante la utilización de datos nacionales de energía, actividades agrícolas nacionales y otras estadísticas nacionales que proporcionen una contabilidad completa de los GEI (EPA, 2017).

No obstante, existen países en desarrollo como China que están dentro de acuerdos internacionales ambientales, y que a pesar de ser uno de los principales contribuidores de contaminantes GEI cuenta con el compromiso de notificar la implementación de inventarios respecto a sus emisiones atmosféricas nacional (Chaolin et al., 2014). El uso de inventarios en este país es calculado únicamente con la utilización de datos de energía generados por diversos sectores; por lo que la compilación de datos se vuelve no uniforme e inconsistente, aunado a que solo se llevan a cabo en metrópolis (Shan et al., 2016; Zhou et al., 2010). Por lo que resulta esencial que China se vuelva uno de los países con mayor responsabilidad

ambiental, ya que su participación dentro del impacto climático global es significativa (Peters et al., 2007).

Para llevar a cabo una metodología de inventario de emisiones es necesaria una recopilación detallada de los contaminantes atmosféricos de las diversas fuentes antropogénicas, es decir, transporte, industrias, agricultura, energía, etc., el cual permita identificar qué tipo de actividad es la que contribuye en mayor proporción (Romero, 2014). El IPCC ha establecido la metodología básica para elaborar este tipo de inventarios en donde se agrupan, con información nacional respecto a cada país, los datos del tipo de actividad, combustible y proceso productivo, respecto al uso de factores de emisión por contaminante (Fernández et al., 2010; SEMARNAT, 2016). Por consiguiente, cuentan con la ventaja de proporcionar información valiosa y de primera mano tanto para el gobierno como a empresas que tengan como finalidad evaluar la factibilidad de realizar un plan estratégico para reducir los GEI (EPA, 2005).

Realizar un inventario de emisiones es una tarea compleja que demanda la integración de la información entre industrias y autoridades reguladoras, por lo que cuentan con un grado de incertidumbre, que a su vez evidencian las fortalezas y debilidades de un inventario (Cremades y Rincón, 2011). El IPCC establece que es necesario estimar la incertidumbre de cualquier inventario para identificar la determinación de sectores que requieran de mayor observación, investigación y cuantificación de año con año (IPCC, 2006). Gracias a esta actualización, los inventarios han reducido el nivel de incertidumbre a través de buenas prácticas usando factores de emisión extraídos de referencias conocidas del IPCC (IPCC, 2007).

El uso de proyecciones o escenarios ha hecho que los informes de evaluación del IPCC rijan modelos que evalúen los futuros impactos climáticos (Conde-Álvarez y Saldaña-Zorrilla, 2007). Esto se realiza mediante una representación medible sobre un conjunto de variables, que pueden ser población mundial, actividad industrial, cambios de temperatura, etc., construidas sobre diferentes prospectos o fuentes históricas (Austria y Gómez, 2007). Gracias al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se ha establecido una guía que ayuda a coordinadores ambientales a identificar dichos escenarios climáticos desde un punto de vista también financiero, informático y científico, como se puede ver en la Figura 2; dando lugar a que exista una interrelación entre ellas para contar con una mejor visión sobre los escenarios climáticos (PNUD, 2011).

Para disminuir la proliferación de GEI y así detener el cambio climático, la comunidad científica tuvo que haber puesto más atención sobre un método de contabilidad equitativo donde se le asignara una responsabilidad a las emisiones (Bastianoni, 2004). Asimismo, la alianza de una sociedad económicamente racional y políticamente pragmática es necesaria de igual forma para ejecutar planes de reducción de GEI (Innerarity, 2012); y así por último englobar la búsqueda de alternativas para mitigar el cambio climático desde un punto de vista nacional con lineamientos autorizados, oportunos y relevantes (Fornaro et al., 2009).

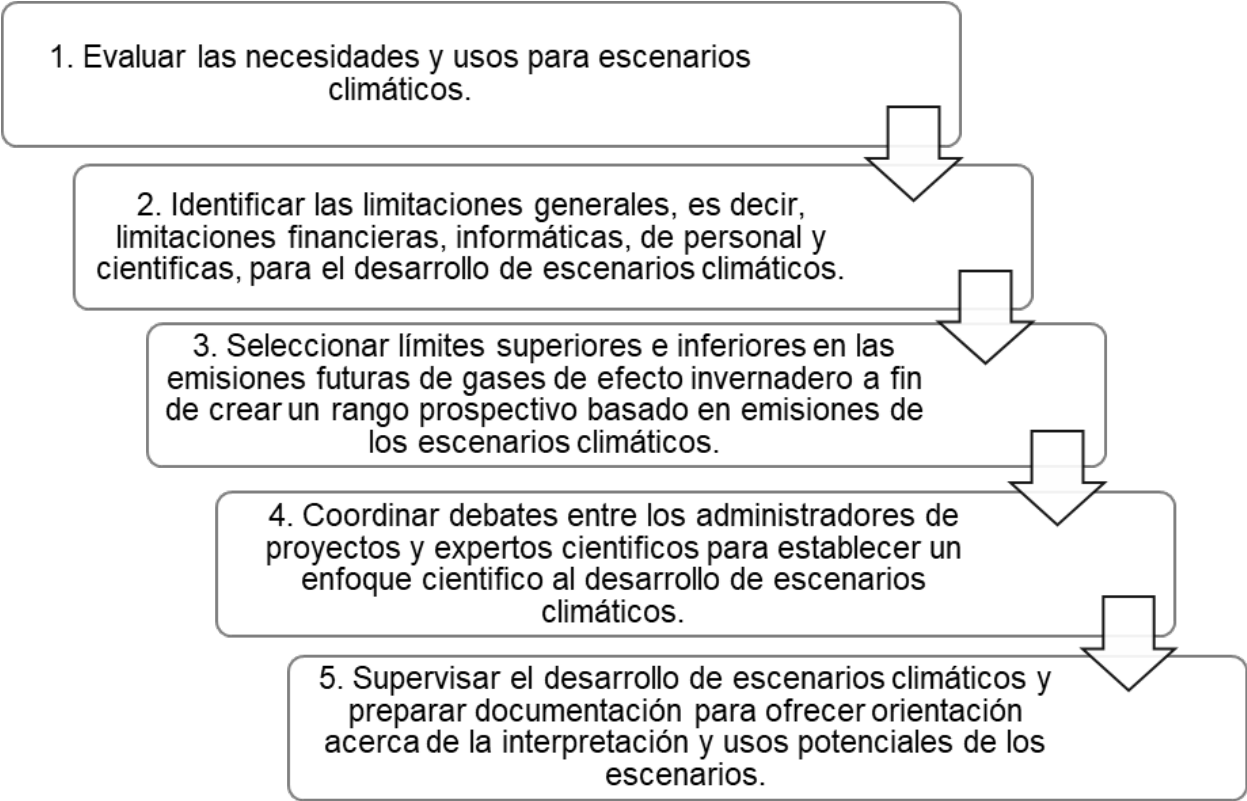


Figura 2. Marco del PNUD para el desarrollo de escenarios climáticos

Fuente: PNUD, 2011

V. METODOLOGÍA

5.1. Tipo de estudio

La investigación realizada es tipo exploratorio con enfoque mixto, a realizarse en dos fases: la primera orientada a la recolección de datos cuantitativos de las emisiones de GEI del sector industrial a través de las COA del Estado de Sonora; y en la segunda fase para la obtención de datos cualitativos del personal de las entidades gubernamentales de acción climática e instituciones académicas miembros en la elaboración de los diversos inventarios estatales de México, para tal fin se utilizó un cuestionario cerrado con respuestas de escala Likert.

5.2. Diseño metodológico

El diseño metodológico siguió una serie de actividades, como se muestra en la Figura 3, en donde conforme se iba terminando el paso número uno se planteaba la siguiente actividad debido al tipo de trabajo orientado no experimental y transversal.

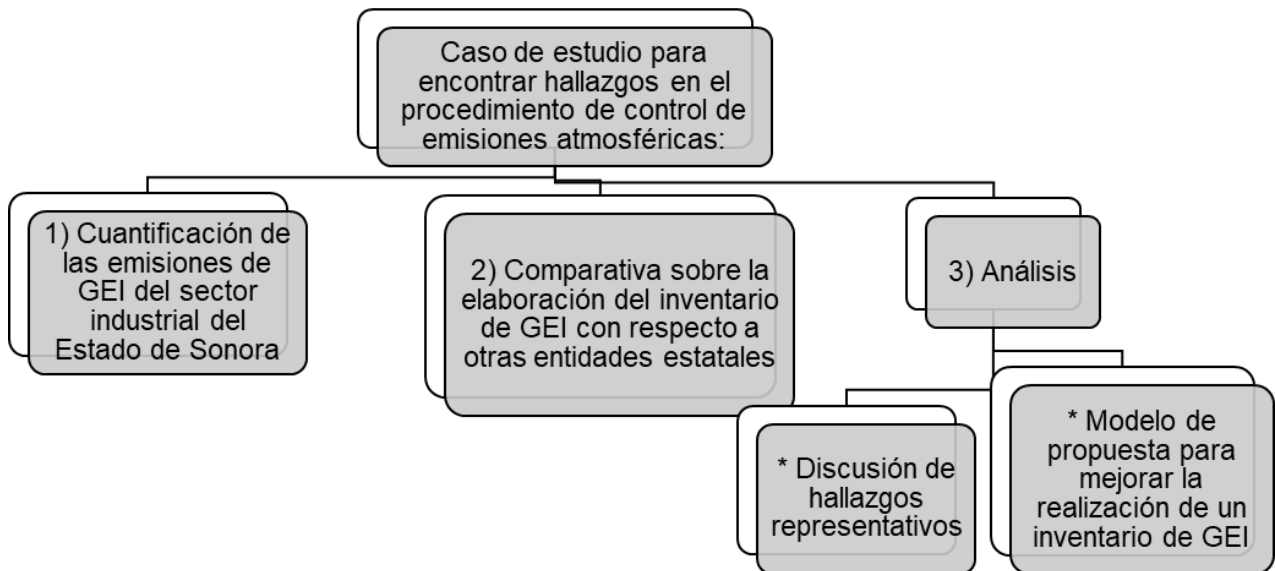


Figura 3. Proceso metodológico y/o a actividades

La primera actividad consistió en la cuantificación de las emisiones de GEI del sector industrial de Sonora a través del uso de las COA que el estado recopila anualmente al ser un documento oficial emanado por las industrias que generan contaminantes al estado. Para la siguiente actividad se realizó una comparación entre los inventarios disponibles del

país, caracterizando aquellos que entre sus características contaran con una aprobación técnica por parte del INECC. Asimismo, se llevó a cabo la aplicación de un cuestionario electrónico que constatará las experiencias, limitaciones y barreras encontradas en la elaboración de un inventario estatal específico del sector industrial. La tercera actividad consistió en analizar las respuestas de los encuestados en base a hallazgos significativos; y después de la discusión de los resultados se siguió a diseñar un modelo que mejore las prácticas para el registro y cuantificación de las emisiones del sector industrial.

5.3. Alcance

Iniciar con un inventario estatal de emisiones de GEI, particularmente del sector industrial, dirigido por primera vez por parte de una entidad gubernamental estatal como CEDES, requirió la participación de investigadores técnicos de la Universidad de Sonora (UNISON) del Posgrado de Sustentabilidad para utilizar la metodología que el IPCC propone internacionalmente, y que el INECC adapta para su uso en México. La estimación de las emisiones se totalizó en toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO₂ e) mediante el uso de las COA de los años 2015, 2016 y 2017. El contacto con los estados participantes brindó un acercamiento satisfactorio por parte de 19 entidades gubernamentales e IES para la discusión de resultados y diseño de modelo que reduzca las limitaciones presentadas al momento de cuantificar las emisiones de GEI del sector industrial.

La investigación se realizó del mes de septiembre del 2017 al mes de diciembre del 2018.

5.4. Preguntas de investigación

México, al ser un país que no se encuentra dentro del anexo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas contra el Cambio Climático (CMNUCC), es uno de los participantes en atender a la responsabilidad de notificar el registro de sus emisiones de GEI a través del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI) que el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) genera; sin embargo, los inventarios estatales de GEI no han sido vinculados metodológicamente como el de índole federal. De esta manera se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son las inconsistencias y limitaciones que se presentan en la realización de un inventario estatal de emisiones de GEI del sector industrial?

5.5. Objeto de estudio

El inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) estatal fue el objeto de estudio para el presente proyecto de investigación; principalmente por tener su base en la Ley General de Cambio Climático (LGCC, 2012), que establece su obligatoriedad a realizar un inventario de emisiones de GEI para la implementación de políticas públicas a través del Programa Estatal de Acción ante el cambio Climático (PEACC). Con el objeto de estudio se propondrán medidas de mitigación y adaptación climáticas en los sectores productivos donde reporten mayores cantidades de CO₂ emitidos a la atmósfera.

5.6. Selección del sitio del objeto de estudio

La selección del objeto de estudio ya mencionado fue por conveniencia, es decir, dado el apoyo solicitado al Posgrado en Sustentabilidad de la UNISON por parte de la CEDES, se realizó un trabajo técnico respecto a la cuantificación de emisiones de GEI del sector industrial de Sonora. Esto dio pauta para iniciar con el análisis de los inventarios estatales existentes en el país para identificar limitaciones en las experiencias en cuanto al modo de percibir las fuentes de información y el método de cuantificación de las emisiones.

5.7. Instrumentos de recolección y manejo de datos

Los instrumentos de recolección y manejo de datos que se utilizaron principalmente fueron las COA que el sector industrial emitieron al estado durante los años 2015, 2016 y 2017; y la recopilación de las emisiones anuales de cada COA se registró en una base de datos en Excel. Además, se utilizó un procesador de texto de Word para el envío del cuestionario electrónico, y posteriormente un sistema estadístico SPSS para procesar los resultados que cada participante emitió.

El cuestionario estuvo compuesto por dos secciones: 1) Conocimiento básico y operativo, y 2) Nivel de percepción; en donde cada participante tenía que especificar con números, del 1 al 5, el nivel de acuerdo o de desacuerdo, respectivamente. La Tabla 2 muestra los planteamientos desarrollados en el cuestionario.

Tabla 2. Planteamientos del cuestionario

Sección 1. Conocimiento básico y operativo	Sección 2. Nivel de percepción
A.1 La metodología utilizada para la realización del inventario de emisiones GEI presentó inconsistencias que dificultaron la contabilización de las emisiones.	A.2 Todas las empresas industriales del estado aportaron con los registros de sus emisiones para la creación del inventario.
B.1 La metodología específica del IPCC utilizada necesitó de alguna modificación para llevar a cabo la contabilización de las emisiones.	B.2 Se conocen los requisitos estatales que deben recabarse para que la industria emita una Cédula de Operación Anual (COA).
C.1 Las emisiones contabilizadas de las diferentes empresas se reportan de manera uniforme, es decir, utiliza la misma unidad: ton de CO ₂ e.	C.2 La metodología propuesta por el IPCC requiere de una adecuación de mejora de acuerdo a los diferentes estados de México.
D.1 El método por el cual las empresas contabilizan sus emisiones es ampliamente conocido.	D.2 La contabilización y registros de las emisiones atmosféricas son 100% responsabilidad de las industrias.
E.1 La metodología del IPCC establece las premisas para crear políticas para el control de emisiones a corto plazo.	E.2 Es importante contar con una metodología como la del IPCC para elaborar los inventarios de GEI.
F.1 La implementación de los inventarios estatales periódicos apoyaría a la mitigación potencial del efecto invernadero	F.2 Es factible medir las emisiones del sector industrial a través de la metodología propuesta por el IPCC.
	G.2 El sector industrial muestra interés en cuantificar sus emisiones de GEI.

Fuente: Elaboración propia

VI. RESULTADOS

En la siguiente sección se muestran los resultados. Cabe mencionar, que durante la realización del proyecto se encontraron ciertas limitaciones entre las cuales destacan la falta de vinculación entre el sector industrial y el gobierno, que a pesar de las obligaciones políticas que cuenta el estado de Sonora respecto a la reducción de GEI, aún existe poca o nula participación de las entidades de interés. Asimismo, las prácticas técnicas para emitir una COA fueron desconocidas debido a la ausencia por parte del sector industrial de informar la procedencia de sus datos. Sin embargo, la información obtenida a partir de las entidades participantes muestra resultados sustanciales dentro del marco metodológico y da cumplimiento a los objetivos del presente proyecto, específicamente al lograr un análisis profundo sobre la elaboración de un inventario de emisiones de GEI.

6.1. Cuantificación de las emisiones de GEI del sector industrial

La línea de base para desarrollar una cuantificación de las emisiones de GEI en un inventario consiste en la utilización de una metodología estandarizada propuesta por el IPCC. No obstante, en México, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) elaboró sus propias modificaciones nacionales. Para el Estado de Sonora, la cuantificación de los registros anuales de emisiones mostró inconsistencias entre los informes del sector industrial y la metodología estandarizada de INECC. Las inconsistencias se enumeran en la Tabla 3.

Tabla 3. Inconsistencias encontradas durante la elaboración del inventario de GEI

INECC	Inconsistencias presentadas en Sonora
<ul style="list-style-type: none">○ Sub sectores industriales reportados: combustibles fósiles, procedimientos químicos o físicos, minería e industrias de cemento, hierro y acero	<ul style="list-style-type: none">○ Clasificación sub industrial: alimentos y bebidas, plástico, electrónica, productos metálicos, sector automotriz, celulosa y papel, construcción, entre otros.
<ul style="list-style-type: none">○ Cuantificación de GEI: CO₂, CH₄, N₂O, HFC y SF₆.	<ul style="list-style-type: none">○ Cuantificación de GEI: CO₂, NO₂, SO₂.
<ul style="list-style-type: none">○ Factores de emisión comparables con la producción y consumo de combustibles fósiles.	<ul style="list-style-type: none">○ Factores de emisiones comparables con el Potencial de Calentamiento Global (PCG)

o La unidad de registros en toneladas	o Diferencias en unidades reportadas: toneladas (t), kilogramos (kg), litros (L), metros cúbicos (m ³), porcentaje (%).
---------------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

A pesar de estas inconsistencias, el Estado de Sonora generó una cuantificación final con los registros disponibles del sector industrial de los años de 2015, 2016 y 2017, como se muestra en la Tabla 4. Asimismo, se realizó una homologación a la unidad métrica correspondiente t de CO₂ e. Sin embargo, la totalización anual se refleja incompleta debido a la discontinuidad de los formatos COA por parte del sector industrial.

Tabla 4. Cuantificación de las emisiones de GEI

Años	t CO ₂ e
2015	350,045.29
2016	1,349,734.44
2017	2,014.06

Fuente: Elaboración propia

6.2. Comparativa en la elaboración del inventario de GEI respecto a otros estados

Llevar a cabo una cuantificación de las emisiones de GEI dio pie a que se hicieran esfuerzos académicos en términos de investigación climática. A raíz de esto, se generó una comparación respecto al nivel de cumplimiento que los inventarios estatales realizan acorde con la metodología INECC. La Tabla 5 resume los estados que contaron con una aprobación técnica por parte del instituto nacional. Las características principales a comparar fueron: secretarías estatales que trabajan el inventario, el último año de inventario encontrado, tipo de organismo en elaborar el inventario y el nombre de la metodología que cada estado siguió.

Tabla 5. Comparación entre estados con aprobación del INECC

Estado	Organismo	Ultimo año inventario	Elaborado por	Tipo de metodología
CDMX	SEDEMA	2014	CE	MPIEM/USEPA
Estado de México	IECC	2013	CE	IPCC 1996
Jalisco	SEMADET	2010	IES	IPCC 2006
Morelos	SDS	2013	IES	IPCC 1996
Nuevo León	SDS	2013	-	MPIEM/USEPA
Tabasco	SERNAPAM	2016	CE	-
Tlaxcala	CGE	2009	IES	IPCC 1996
Yucatán	SEDUMA	2005	CI	-
CE: Consultora Externa				
CI: Centro de Investigación				
IES: Instituto de Educación Superior				

Fuente: Elaboración propia

6.3. Respuesta de los participantes

Las respuestas que los participantes fue a través del cuestionario electrónico que se envió a 25 secretarías de estado de México, pero 16 estados respondieron a tiempo. Sin embargo, 3 instituciones académicas también participaron respondiendo el cuestionario al ser colaboradores de un inventario estatal. El cuestionario reveló información importante sobre que cada participante estatal experimentó durante la elaboración de un inventario estatal.

Como resultado de los cuestionarios, la mayoría de los participantes consideran que la metodología es fácil de usar, solo el 18% considera que la metodología es difícil de usar, como se muestra en la Figura 4.

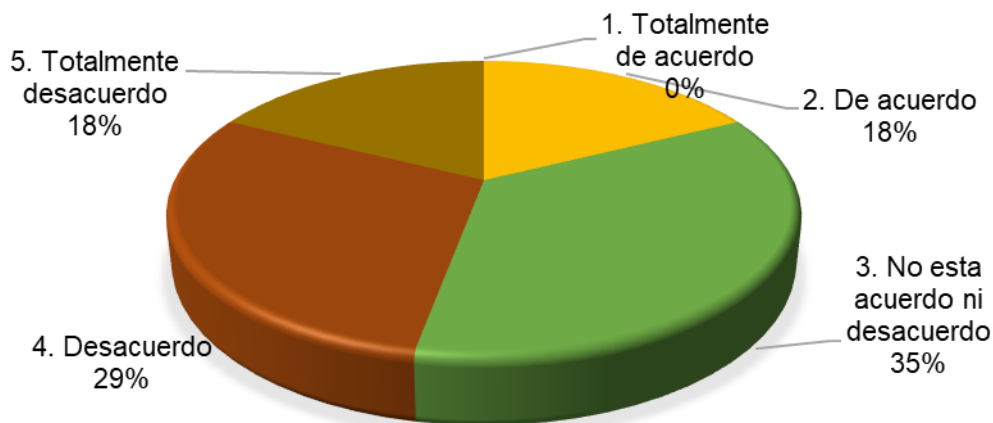


Figura 4. La elaboración de la metodología del inventario de GEI presentó dificultades

A pesar de que los participantes consideraron que la metodología era fácil de usar, se encontraron otras inconsistencias. De acuerdo con la estandarización de INECC, las emisiones deben ser reportadas en toneladas de CO₂ e. Como se muestra en la Figura 5, el 30% de los participantes no están de acuerdo con esto y reportaron sus emisiones en diferentes unidades. Por lo tanto, este hallazgo se considera como inconsistencia relevante.

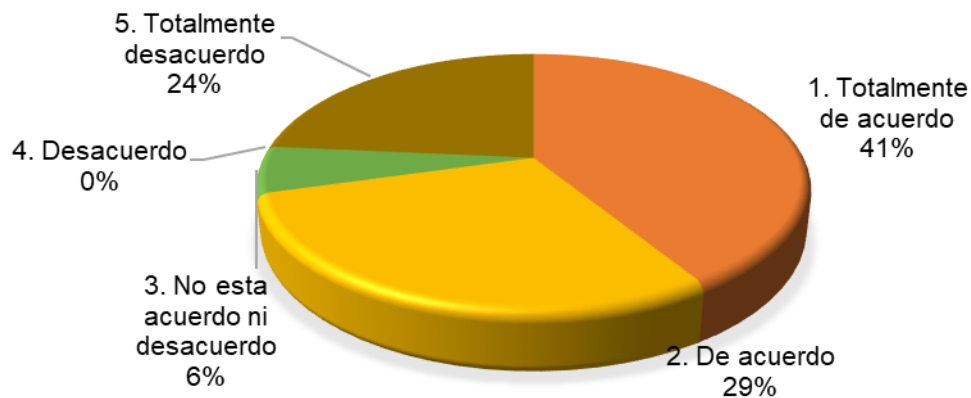


Figura 5. Las emisiones cuantificadas se reportan en t CO₂ e

Otro hallazgo interesante de los cuestionarios es que los participantes no saben si la metodología es bien conocida por la industria. Como se muestra en la Figura 6, casi el 60% de los participantes considera que la metodología no se conoce o no saben si la industria está consciente de la metodología.

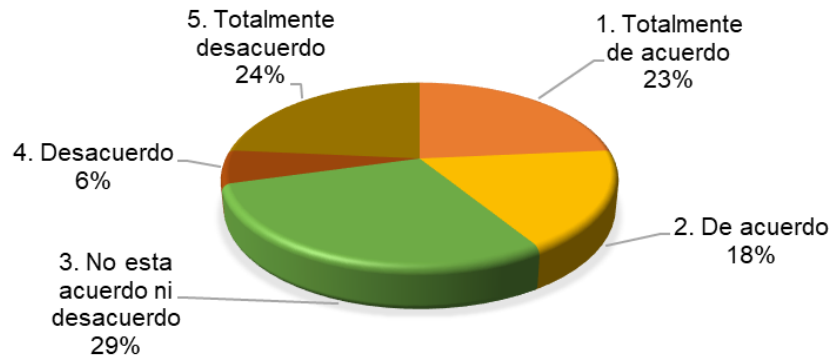


Figura 6. Metodología conocida por la industria

Según el 84% de los participantes reconoce tener un inventario estatal como un plan importante para la mitigación de las emisiones de GEI, como se muestra en la Figura 7.

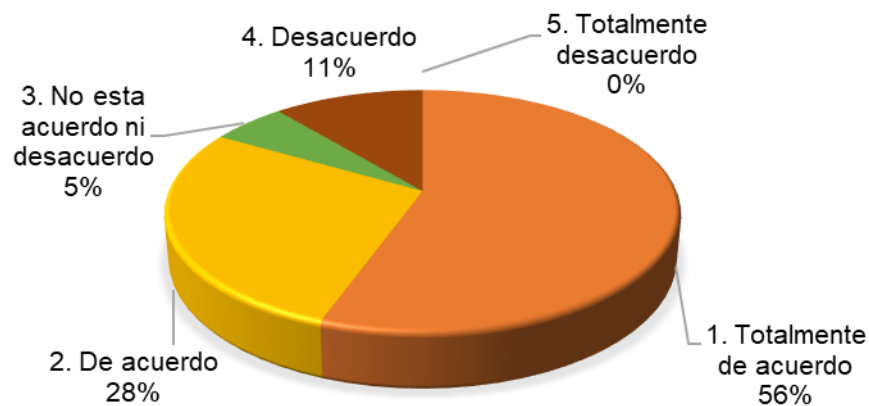


Figura 7. Implementación de un inventario estatal como plan de mitigación

Sin embargo, casi el 50% de los participantes desconoce si los registros de la industria forman parte de un inventario estatal, como se ve en la Figura 8.

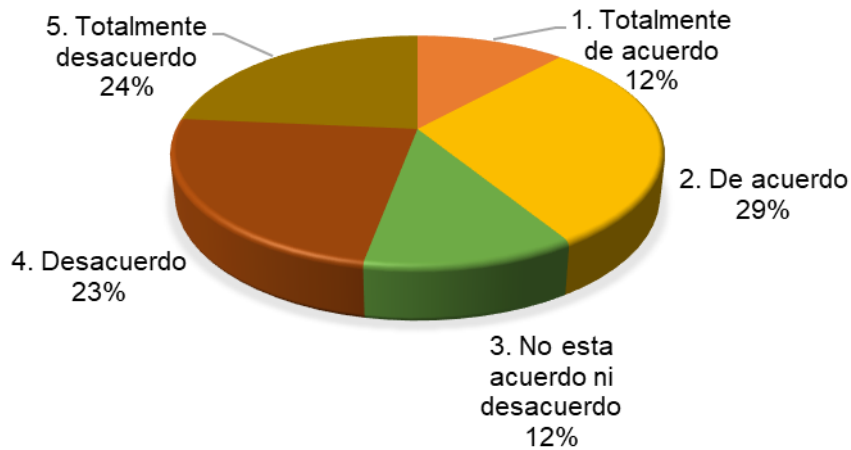


Figura 8. La industria proporciona registros de emisiones para un inventario

Otro hallazgo reveló que más del 60% de los participantes considera que la metodología requiere una nueva versión adaptada por cada estado, como se muestra en la Figura 9.



Figura 9. La metodología requiere una adaptación por cada estado

Según el 88% de los participantes, desconocen que las emisiones informadas son responsabilidad de las industrias o que las emisiones no se consideran responsabilidad del sector industrial, como se muestra en la Figura 10.

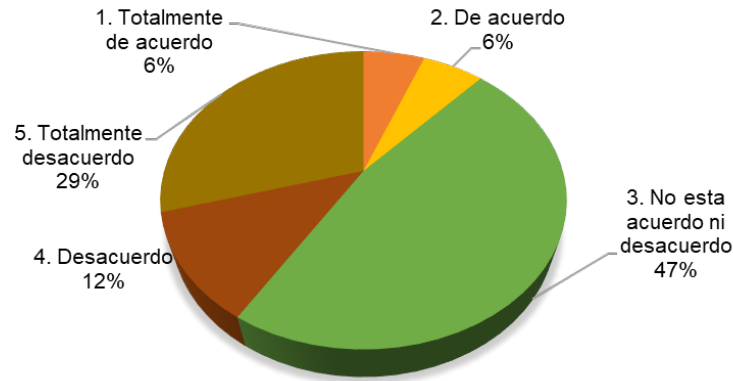


Figura 10. Las emisiones reportadas son responsabilidad del sector industrial

Por lo tanto, el 35% de los participantes no cree que la industria esté interesada en informar sobre las emisiones de GEI, como se muestra en la Figura 11.

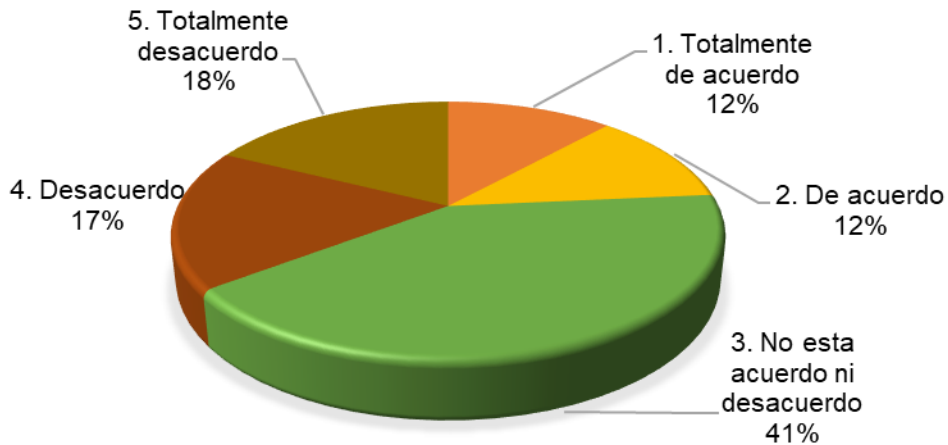


Figura 11. El sector industrial está interesado en informar sus emisiones de GEI

Asimismo, como parte de los resultados que se obtuvieron por parte de los estados se dio pie a el siguiente modelo propuesto para mejorar la elaboración de un inventario de GEI que cuantifique las emisiones del sector industrial. La Figura 12 muestra los objetivos generales para desarrollar un reglamento anual y capacitaciones obligatorias al personal industrial encargado de reportar las emisiones de GEI mediante la utilización de la metodología del adaptada nacionalmente por el INECC.

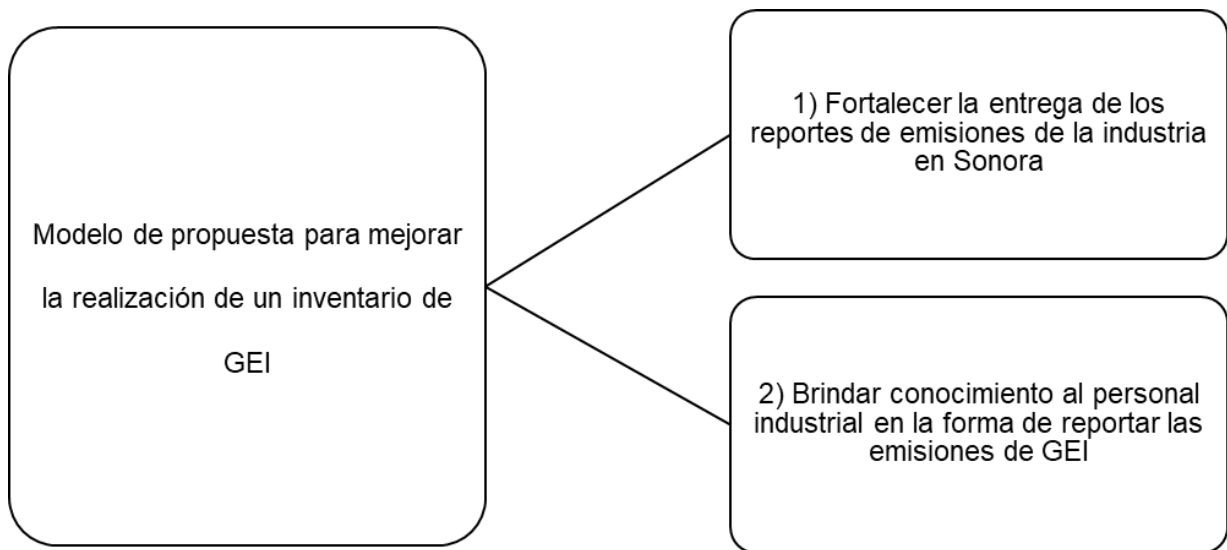


Figura 12. Principales objetivos para mejorar la elaboración de un inventario GEI

Para abordar el primero objetivo del modelo es importante señalar las razones y causas a considerarse para el fortalecimiento de los reportes de las emisiones a través de un Reglamento Anual obligatorio. La Tabla 6 recalca la importancia de estandarizar las unidades que se reportan en la COA a toneladas métricas teniendo en cuenta la posibilidad de facilitar a los técnicos el registro de las emisiones. De lo contrario, se tendrá en cuenta la necesidad de sancionar al sector industrial que no dé cumplimiento a este mandato.

Tabla 6. Fortalecimiento de los reportes anuales

Razón	Causa	Área de oportunidad
1. Dar seguimiento a la estandarización de las unidades métricas de las emisiones de GEI	➤ Falta de homogenización en las unidades métricas	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar las capacidades de ingeniería para reportar las emisiones de GEI en toneladas • Aumento en investigación local • Apoyo de consultoras ambientales externas

2. Sancionar a las entidades industriales que no cumplan con la regulación de COA	➤ Implementar el reglamento de forma oficial y obligatoria	<ul style="list-style-type: none"> • Foros de aprendizaje sobre el método de elaborar inventario, no obstante, dar consecuencias de sanciones • Cumplimiento en metas de reducción de GEI estatal
---	--	---

Fuente: Elaboración propia

El segundo objetivo de la propuesta busca beneficiar las capacidades técnicas de la industria brindando entrenamiento en la forma en cómo se entrega la información o los registros de emisiones al gobierno, es decir, la COA. La Tabla 7 considera las razones y causas para abordar al momento de brindar conocimiento más profundo al sector industrial, no obstante, es importante resaltar que la inclusión de una IES tiene la capacidad de identificar y atacar las inconsistencias que se presentan en un inventario de GEI.

Tabla 7. Razones para capacitar al personal técnico

Razón	Causa	Área de oportunidad
1. Vincular metodológicamente al sector industrial	➤ Desconocimiento teórico y práctico en la elaboración de un inventario de GEI	<ul style="list-style-type: none"> • Realzar capacitaciones locales, tanto de la industria como del gobierno • Generar grupos de asesores que apoyen a la industria con la práctica
2. Aumentar intelecto específicamente sobre la realización de un inventario de emisiones	➤ Fortalecer conocimientos de política climática y mitigación de GEI	<ul style="list-style-type: none"> • Puente intelectual entre academia, sector público y privado de la región

Fuente: Elaboración propia

VII. DISCUSIONES

7.1. Cuantificación de emisiones

El IPCC considera que la estimación de un inventario se establezca bajo una metodología que identifique que sectores productivos son los que requieren mejor cuantificación al año (IPCC, 2006). El inventario proporciona información valiosa tanto para el gobierno y a las industrias para desarrollar planes estratégicos que reduzcan las emisiones de GEI (EPA, 2005).

En base a la tabla 2, parte de los hallazgos demostraron discrepancias por parte del sector industrial referentes al correcto registro y método de cuantificación de las Cédulas de Operación Anual (COA), tanto por cómo se registran las emisiones de GEI y los espacios vacíos que generan que la estimación sea incompleta. La mayoría de los registros de las COA utilizan diferentes unidades métricas, es decir, toneladas, litros, kilogramos, porcentaje, partes por millón o metros cúbicos. Sin embargo, el gobierno, como una institución elemental en el control y registro de las COA, tiene sus propios errores.

Desde que la Ley General de Cambio Climático (LGCC) entró en vigor en el 2015, Sonora ha hecho esfuerzos para contar con un inventario estatal de emisiones, y por consiguiente desarrollar un Plan Estatal de Acción Climática (PECC). Sin embargo, como parte de la cuantificación de las emisiones, también es necesario que el sector industrial fortalezca sus capacidades técnicas para poder responder a una base de datos estatal, como lo es un inventario. Las industrias en Sonora necesitan generar las COA en donde se muestre el correcto registro de las emisiones atmosféricas; en caso de no ser así, la entidad estatal correspondiente deberá actuar en base al cumplimiento de la LGCC.

7.2. Comparación entre los inventarios estatales

Una comparación con las principales características de los inventarios estatales ayudó a visualizar si el tipo de metodología era similar al del Estado de Sonora. La metodología de un inventario sirve para reconocer que sector productivo es el que más contribuye con la generación de emisiones anuales (Romero, 2014). Como resultado, se presenta como una característica importante al momento de integrar un inventario con fuentes de información específicas (Cremades y Rincón, 2011).

Los estados que cuentan con aprobación del INECC no son más importantes que aquellos que no tienen. Es decir, es interesante mostrar a través de esta comparativa que mayormente los inventarios estatales cuentan con la participación de una Institución de Educación Superior (IES) para realizar la cuantificación de uno o varios sectores productivos propuestos por el IPCC. El inventario de Sonora requirió de una IES con el fin de poder utilizar una metodología apegada al estatus nacional en donde mostrada datos confiables y científicos.

El equipo técnico del INECC, por su parte, debería verse obligado a supervisar que dicha cuantificación sectorial sea a través de los 32 estados del país. De acuerdo al INEGyCEI del 2015, sus resultados contemplan una cuantificación general de las emisiones. No obstante, el INECC no demuestra si las entidades subnacionales contribuyeron con la información pertinente. Por lo que los datos arrojados por el INECC se ven cuestionados, y a la vez políticamente retrasan la contemplación de un PECC.

7.3. Resultados del cuestionario

Las emisiones de GEI por parte del sector productivo son aportadores importantes de problemas ambientales. Debido a esto, la aplicación del cuestionario, y las respuestas que brindaron los participantes demostraron las limitaciones que cada estado presentaron durante la cuantificación de las emisiones de GEI.

Las respuestas demostraron que tanto las secretarías estatales como el sector industrial no tienen una colaboración mutua en términos metodológicos respecto a las emisiones de GEI. Sin embargo, dichos participantes tienen conocimiento general en temas de unidades de registros y que la industria es la encargada de proveer los registros de emisiones.

No obstante, también se encontraron hallazgos importantes cuando los participantes demostraban inconsistencias en sus respuestas en si conocían la metodología para la cuantificación de las emisiones, o si aplicaban algún tipo de verificación para analizar la cuantificación. Igualmente, las respuestas demostraron que no existe un manual en el cual encamine a los trabajadores de las secretarías a conocer si se llevó un registro de GEI apropiadamente por parte de la industria. Contando con lo anterior se reducirían las inconsistencias entre la industria y el proceso de elaborar un inventario estatal.

Los participantes comentaron estar de acuerdo en que el inventario estatal es desarrollado bajo un plan de mitigación potencial gracias a las políticas climáticas nacionales que están acorde a los objetivos del desarrollo sustentable. Sin embargo, el sector industrial no cuenta con un compromiso al momento de trascender las políticas de cambio climático (Sigson et al., 2009). Por lo tanto, a través del cuestionario se comprobó que la industria efectivamente es quien no participa demostrando una adecuada contabilización de GEI.

El inventario será un instrumento visual que proporcione políticas subnacionales a los sectores productivos que requieren mayor planeación para reducir las emisiones de GEI; y a la vez logre un escenario tanto nacional como estatal que dé pie a cumplir con los planes de mitigación y adaptación al cambio climático. México, como país en vía de desarrollo e integrante del Acuerdo de Paris, tiene la obligación de recibir apoyo tecnológico y de capacidades para mejorar las prácticas ambientales como limitante de las emisiones de GEI (UNFCCC, 1992). Pero a pesar de esto, las transferencias económicas e intelectuales apoyan a la institución nacional en vez de a los gobiernos locales.

Un enfoque cuantitativo, como parte fundamental de un inventario, está sujeto a lo que demanda la normativa internacional (Chen y Lin, 2008). Sin embargo, algunos autores sugieren que la metodología propuesta por el IPCC sea modificada no por estado, como se les preguntó a los participantes, sino que sea por tipo de emisión, es decir, fijas y móviles (Tejeda-Martínez, 2008).

Parte de esta problemática también surge de los altos costos que deja elaborar un inventario estatal (Stern, 2007). A pesar de los altos costos, los políticos e investigadores deberían considerar analizar el orden de elaboración de un inventario a fin de desarrollar políticas climáticas que comprometan también al sector industrial (Papadopoulos y Warin, 2007). Con esto, los estados participantes, al igual que los demás podrían empezar a comprender la importancia que tiene un inventario para lograr un compromiso viable en la reducción de las emisiones de GEI (Anton et al., 2014).

VIII. CONCLUSIONES

Finalmente, el análisis que se sostuvo en este proyecto dio pie a las siguientes conclusiones:

- La realización del inventario de GEI varía de estado a estado por la diferencia en manejar fuentes de información más completas que otras. Sin embargo, los estados participantes tienen la misma base metodológica derivada del IPCC.
- La mayor parte de los inventarios subnacionales no están fortalecidos técnicamente por parte del INECC.
- El sector industrial en Sonora demostró una falta de capacitación al momento de registrar las emisiones de GEI, a lo cual estas inconsistencias se vieron reflejadas al momento de cuantificar y reportar los resultados al inventario de Sonora.
- Los registros de las COA necesitan de mayor monitoreo y vigilancia.
- El personal técnico del gobierno como de la industria no tiene objetivamente la reducción de GEI en el estado, por lo que es un déficit importante para las políticas climáticas que Sonora está impulsando en favor del desarrollo sustentable.

IX. RECOMENDACIONES

Gracias a los múltiples resultados analizados, se recomienda la importancia de incluir dentro de un proyecto de esta magnitud a las partes interesadas, es decir, la Dirección de Gestión Ambiental que trabaja bajo la CEDES y a la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) para revertir las limitaciones encontradas. Asimismo, es necesaria la participación de un personal técnico del INECC para darle aprobación a los resultados obtenidos durante la cuantificación de las emisiones de GEI del Estado de Sonora.

La metodología que el INECC proporciona para la estimación de las emisiones del sector industrial también resulta vinculante con la de los otros sectores productivos, es decir, utilizando información oficial respecto al tipo de sector: energía, residuos, uso y cambio de suelo, y agropecuario; dando pie a que este estudio se pueda en los sectores ya mencionados.

Finalmente, el cuestionario como herramienta para conocer experiencias a larga distancia sirvió parcialmente para entender este primer esfuerzo que la UNISON ejercía con el uso de una metodología estandarizada por el INECC. No obstante, se recomienda elaborar otro cuestionario con menor cantidad de variables y más específico respecto a lo que se desea encontrar.

X. REFERENCIAS

- Álvarez, V., Lara, J. y Moreno, A. H. 2010. Evaluación Y Seguimiento Del Programa Para Mejorar La Calidad Del Aire En La Zona Metropolitana Del Valle De México 2002-2010. *Descripción del PROAIRE*.
- Austria, P. F. M., y Gómez, C. P. 2007 *Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México*. IMTA. [PDF] Disponible en: https://imta.gob.mx/potamologia/images/docs/evento/PolioproMartinez_CarlosPatino.pdf [Consultado 15/11/18]
- Baldasano, J., Soriano, C y Boada, L. 1996 Emission inventory for greenhouse gases in the city of Barcelona, 1987–1996. *Atmos Environ* 1996, 33:3765-3775.
- Barton, J. 2009. Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades regiones. *Revista de Geografía Norte Grande*, (43), 5-30.
- Bastianoni, S., Pulselli, F. M., y Tiezzi, E. 2004. The problem of assigning responsibility for greenhouse gas emissions. *Ecological economics*, 49(3), 253-257.
- Benavides, H., y León, G. 2007. Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. *Instituto de Hidrología*.
- Bigio, A. 2003 Cities and climate change. In: KREIMER, A. et al. Building safer cities: the future of disaster risk. Washington D. C.: World Bank, p. 91-99.
- Blázquez, M. C. T. 2010. Cambio climático y salud. Informe SESPAS 2010. *Gaceta Sanitaria*, 24, 78-84.
- Boswell, M., Greve, A. y Seale, T. 2010. An Assessment of the Link between Greenhouse Gas emissions Inventories and Climate Action Plans. *Journal of the American Planning Association*, 76. 451-462. Disponible en: [10.1080/01944363.2010.503313](https://doi.org/10.1080/01944363.2010.503313)
- Burke, M., Hsiang, S. M., y Miguel, E. 2015. Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, 527(7577), 235-239.
- Cervantes, S., Bastián, B., López, L., Elizabeth C., y Deysi, J. 2016. Reporte Mexicano de Cambio Climático. GRUPO III Emisiones y Mitigación de Gases de Efecto Invernadero Resúmenes. México, D.F. Programa de Investigación en Cambio Climático.
- Chen, T. C., y Lin, C. F. 2008. Greenhouse gases emissions from waste management practices using Life Cycle Inventory model. *Journal of Hazardous Materials*, 155(1), 23-31.
- Chen, T. C., y Lin, C. F. 2008. Greenhouse gases emissions from waste management practices using Life Cycle Inventory model. *Journal of Hazardous Materials*, 155(1), 23-31.
- Clarke-Sather, A., Qu, Jiansheng and Wang, Q 2011. Carbon inequality at the sub-national scale: A case study of provincial-level inequality in CO2 emissions in China. *Energy Policy*, 39 (9): 5, 420-428
- Conde-Álvarez, C., y Saldaña-Zorrilla, S. 2007. Cambio climático en América Latina y el Caribe: impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Ambiente y desarrollo*, 23(2), 23-30.

- Cremades, L. V., y Rincón, G. 2011. Valoración cualitativa de la calidad de un inventario de emisiones industriales para el modelado de dispersión de contaminantes en la costa nororiental de Venezuela. *Interciencia*, 36(2).
- Cremades, L., y Rincón, G. 2011. Valoración cualitativa de la calidad de un inventario de emisiones industriales para el modelado de dispersión de contaminantes en la costa nororiental de Venezuela. *Interciencia*, 36(2).
- Diamantoudi, E. y Sartzetakis, E. 2006. Stable international environmental agreements: an analytical approach. *Journal of Public Economic Theory*, 8 (2), pp. 247–263.
- Diamantoudi, E. y Sartzetakis, E. 2006. Stable international environmental agreements: an analytical approach. *Journal of Public Economic Theory*, 8 (2), pp. 247–263.
- Duarte, C. 2006. Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Colección Divulgación [PDF] Disponible en <http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/Cambio_global.pdf> [Consultado 15/XI/17]
- Duarte, C. 2006. Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Colección Divulgación [PDF] Disponible en <http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/Cambio_global.pdf> [Consultado 15/XI/17]
- EPA, 2005. Estimating Greenhouse Gas Emissions; EIIP Documentation Series, Volume VIII. Disponible en <<http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume08/index>> [Consultado 14/XII/17]
- EPA, 2005. Estimating Greenhouse Gas Emissions; EIIP Documentation Series, Volume VIII. Available in: <<http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume08/index>> [Consultado 14/XII/17]
- EPA, 2017. U.S. Greenhouse gas inventory report: 1990-2014. Greenhouse gas emissions [sitio web] Disponible en <<https://www.epa.gov/ghgemissions/us-greenhouse-gas-inventory-report-1990-2014>> [Consultado 04/II/18]
- Estenssoro Saavedra, F. 2010. Crisis ambiental y cambio climático en la política global: un tema crecientemente complejo para América Latina. *Universum (Talca)*, 25(2), 57-77.
- Fager, C y Davidson, C. 2008. Greenhouse Gas Emissions Inventory 1990-2006. San Francisco State University Inventory [PDF] Disponible en <http://sustain.sfsu.edu/sites/default/files/assets/doc/SF_State_Greenhouse_Gas_Emissions_Inventory.pdf> [Consultado 09/II/18]
- Fager, C y Davidson, C. 2008. Greenhouse Gas Emissions Inventory 1990-2006. San Francisco State University Inventory [PDF] Disponible en: <http://sustain.sfsu.edu/sites/default/files/assets/doc/SF_State_Greenhouse_Gas_Emissions_Inventory.pdf> [Consultado 09/II/18]
- Fernández, J. Monroy, I. Hernández, K. Pardo, C. Viloría, S. Ordoñez Díaz, J. Morales, G. y Rodríguez, E. 2010. Guía de metodologías y medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático. [PDF] Disponible en <http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2010_guia_metodologias_peacc.pdf> [Consultado 06/II/18]
- Fornaro, M., Winkelman, k., Glodstein, D. 2009. "Accounting for Emissions". *Journal of Accountancy*. July 2009. Traducción para VERITAS del Colegio de Contadores Públicos de México por Jorge Abenamar Suárez Arana.

- Galindo, L. M., y Samaniego, J. 2010. La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: algunos hechos estilizados. *Revista Cepal*.
- Girod, B., y De Haan, P. 2009. GHG reduction potential of changes in consumption patterns and higher quality levels: Evidence from Swiss household consumption survey. *Energy Policy*, 37(12), 5650-5661.
- Gunawansa, A., y Kua, H. 2011. Some key barriers to technology transfer under the clean development mechanism. *Int. J. Technology Transfer and Commercialization*, Vol. 10. No. 1.
- Gutiérrez, T., y Medellín-Milán, Pedro, Aavlos Lozano, José Antonio & Ávila-Galarza, Alfredo. 2014. El enfoque bottom-up y el control de calidad: imprescindibles en el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del sector industrial en San Luis Potosí, México. *AMBIENTE Y DESARROLLO*. 18. 18-93. 10.11144/Javeriana.AYD18-34.ebcc
- Hamin, E. M. y Gurrán, N. 2009. Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the US and Australia. *Habitat international*, 33(3), 238-245.
- Honty, G. (2007). América Latina ante el cambio climático. *AMERICA LATINA*.
- Hoornweg, D., Sugar, L., y Trejos Gómez, C. L. 2011. Cities and greenhouse gas emissions: moving forward. *Environment and Urbanization*, 23(1), 207-227. <https://doi.org/10.1177/0956247810392270>
- INE, 2016. Encuesta del gasto de la industria en protección ambiental. Instituto Nacional de Estadística [PDF] Disponible en <http://www.ine.es/daco/daco42/ambiente/metoemin.pdf> [Consultado 07/XI/17]
- INECC, 2005. Aspectos metodológicos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero INEGI 2002. Dirección General de Investigación sobre la contaminación urbana, regional y global [Sitio web] Disponible en http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/descargas/aspectos_metod_inegi02.pdf [Consultado 15/II/18]
- INECC, 2005. Aspectos metodológicos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Dirección General de Investigación sobre la contaminación urbana, regional y global [Sitio web] Disponible en: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/descargas/aspectos_metod_inegi02.pdf [Consultado 15/II/18]
- Innerarity, D. 2012. Justicia climática. *Dilemata*, (9), 175-191.
- IPCC, 2006. Guidelines for GHG Inventories, Volume 5, Waste. Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> [Consultado 26/X/17]
- IPCC, 2006. Guidelines for GHG Inventories, Volume 5, Waste. Disponible en: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> [Consultado 26/X/17]
- IPCC, 2007. La cuantificación de las incertidumbres en la práctica. Capítulo 6. [PDF] Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/6_Uncertainty_ES.pdf [Consultado 13/II/18]
- IPCC, 2014. Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables políticos (p9).
- IPCC, 2014. Cambio Climático 2014: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Capítulo 20.

- ISTAS, 2018. Cambio climático y sus efectos. Efectos sobre los sectores productivos [Revista web] Disponible en: <http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=2189> < [Consultado 14/II/18]
- Kalmikova, S. 2014. Cambio climático causa daños a la economía mundial. La voz de Rusia [sitio web] Disponible en: https://mundo.sputniknews.com/spanish_ruvr_ru/2014_01_24/Cambio-climatico-causa-danos-a-la-economia-mundial-8987/.> [Consultado 21/XI/17]
- Kennedy, C., Steinberger, J., Gasson, B., Hansen, Y., Hillman, T., Havránek, M., Pataki, D., Phdungsilp, A., Ramaswami, A y Villalba, G. 2009. Methodology for inventorying Greenhouse Gas emissions from global cities. *Energy Policy* 38. 4828-4837.
- Kurokawa, J., Ohara, T., Morikawa, T., Hanayama, S., y Akimoto, H. 2013. Emissions of air pollutants and greenhouse gases over Asian regions during 2000-2008: Regional Emission Inventory in Asia (REAS) version 2. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13. 11019-11058.
- La Jornada, 2017. Instan científicos a cambiar políticas ante emergencia ambiental. Ciencias [revista web] Disponible en <<http://www.jornada.unam.mx/2017/11/14/ciencias/a02n1cie>> [Consultado 15/XI/17]
- Lastra, J., Carmona, M. y Mendoza, S. 2008. Tendencias del cambio climático global y los eventos extremos asociados. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(3), 625-634.
- Leal, J. 2006. Luisa T. Molina y Mario J. Molina (eds.). Air quality in the Mexico megacity. An integrated assessment. *EURE (Santiago)*, 32(96), 141-145.
- Leal, J. 2006. Luisa T. Molina y Mario J. Molina (eds.). Air quality in the Mexico megacity. An integrated assessment. *EURE (Santiago)*, 32(96), 141-145.
- LGCC, 2012. Ley General de Cambio Climático. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. Disponible en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/LGCC.pdf> [Consultado 07/XII/18]
- Lim, B., Boileau, P., Bonduki, Y., van Amstel, A.R., Jansenn, L., Olivier, J., y Koeze, C. 1999. Improving the quality of national greenhouse gas inventories. *Environmental Science & Policy*. 335-346.
- Martínez, M. 2017. Estrategias para mitigar los efectos del cambio climático [Website] Disponible en: <http://www3.inecol.edu.mx/maduver/index.php/cambio-climatico/6-estrategias.html>.>[Consultado 07/XI/17]
- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P., y Meehl, G. A. 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463(7282), 747.
- Navarro, J. 2008. De qué manera las actividades humanas producen gases de efecto invernadero. Cambio climático [Sitio web] Disponible en: <http://www.cambioclimatico.org/content/de-que-manera-las-actividades-humanas-producen-gases-de-invernadero>< [Consultado 16/II/18]
- Ocman, C. 2015. Los gobiernos locales y la cooperación transregional como alternativa a la política internacional de cambio climático. *Norteamérica*, 10 (1), 217-227
- Olcina Cantos, J. 2009. Cambio climático y riesgos climáticos en España.

- ONU, 2013. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Sistema de las Naciones Unidas [Sitio web] Disponible en: <http://onu.org.pe/ods-13/> [Consultado 16/II/18]
- Papadopoulos Y, Warin P, 2007. Are innovative, participatory and deliberative procedures in policy making democratic and effective? *Eur J Polit Re.* 46:445–72.
- Pereda, C. 2017. El País.
- Pérez, R. 2015. La Cumbre del Clima termina con un acuerdo global que “hará historia”. El confidencial [Revista web] Disponible en: <http://redambientalperuana.org.pe/wp-content/uploads/2015/12/2-Cambio-clim%C3%A1tico-La-Cumbre-del-Clima-termina-con-un-acuerdo-global-que-har%C3%A1-historia-12-12-15.pdf> > [Consultado 25/II/18]
- Peters, G. P., Weber, C. L., Guan, D. y Hubacek, K. 2007. China's growing CO2 emissions a race between increasing consumption and efficiency gains. *Environ. Sci. Technol.*, 2007, 41 (17), pp 5939–5944.
- PNUD, 2011. Formulando Escenarios de Cambio Climático para contribuir con estrategias de desarrollo adaptadas al clima. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PDF] Disponible en: http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/Spanish/Formulating-SPN-web-final_11Nov11.pdf [Consultado 14/II/18]
- Ramaswami, A., Hillman, T., Janson, B., Reiner, M., y Thomas, G. 2008. A demand-centered, hybrid life-cycle methodology for city-scale greenhouse gas inventories.
- Romero, A. 2014. Inventario de emisiones de contaminantes criterio para el estado de Jalisco año 2008. Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. [Sitio web] Disponible en: <https://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/calidad-del-aire/inventario-de-emisiones-de-contaminantes-criterio-para-el-estado-de> > [Consultado 14/II/18]
- Romero, A. 2014. Inventario de emisiones de contaminantes criterio para el estado de Jalisco año 2008. Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. [Sitio web] Disponible en: <https://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/calidad-del-aire/inventario-de-emisiones-de-contaminantes-criterio-para-el-estado-de> > [Consultado 14/II/18]
- Santiago-Lastra, José Antonio, López-Carmona, Miriam, López-Mendoza, Sergio, Tendencias del cambio climático global y los eventos extremos asociados. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46140307> > ISSN 1665-0441
- Selin, H., y VanDeveer, S.D., 2007. Political science and prediction: what's next for US climate change policy. *Review of Policy Research* 24 (1), 1–27.
- SEMARNAT, 2010. Programa GEI México [Sitio web] Disponible en: <http://www.geimexico.org/acerca.html> < [Consultado 22/II/18]
- SEMARNAT, 2016. Informe de la situación del medio ambiente [sitio web] Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/161446/Cap_CC_completo.pdf > [Consultado 14/XII/17]
- SEMARNAT, 2016. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. [PDF] Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/161446/Cap_CC_completo.pdf < [Consultado 14/II/18]

- Shan Y., Guan D., Liu J., Liu Z., Liu J., Schroeder H., Chen Y., Shao S., Mi S., y Zhang Q., 2016. Atmos. Chem. Phys. Discuss
- Singh, Neelam; Bacher, Kathryn; Song, Ranping; Sotos, Mary y Yin, Lei. 2015. Guide for Designing Mandatory Greenhouse Gas Reporting Programs. *Partnership for Market Readiness Technical Papers*. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/21981> License: CC BY 3.0 IGO.
- Stern N, 2007. The economics of climate change: the stern review. Cambridge, UK: Cambridge *University Press*.
- Stigson, P., Dotzauer, E., y Yan, J. 2009. Improving policy making through government-industry policy learning: the case of a novel Swedish policy framework. *Applied Energy* 86 (2009) 339-406
- UN, 2017. Cambio Climático. Naciones Unidas [sitio web] Disponible en < <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html> > [Consultado 15/XI/17]
- USAID, 2017. Greenhouse Gas emissions in Mexico. [PDF] Disponible en < https://www.climate-links.org/sites/default/files/asset/document/2017_USAID_GHG%20Emissions%20Factsheet_Mexico_0.pdf > [Consultado 15/I/18]
- USAID, 2017. Greenhouse Gas emissions in Mexico. [PDF] Disponible en: https://www.climate-links.org/sites/default/files/asset/document/2017_USAID_GHG%20Emissions%20Factsheet_Mexico_0.pdf > [Consultado 15/I/18]
- Vallero, D. 2008. Sources of air pollution. Fundamentals of Air Pollution (Fourth Edition) [sitio web] Disponible en < <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/emission-inventory> > [Consultado 15/I/18]
- Victor, D.G., House, J.C., y Joy, S., 2005. A Madisonian approach to climate policy. *Science* 309, 1820–1821.
- Watson, R. T., Zinyowera, M. C., y Moss, R. H. 1996. *Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático: Documento técnico I*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPC).
- Yepes-Mayorga, A. 2012. Cambio Climático: estrategias de gestión con el tiempo en contra.... *Orinoquía*, 16(1).
- Zhou, S., Chen, H., y Li, S., 2010. Resources use and greenhouse gas emissions in urban economy: 588 ecological input–output modeling for Beijing 2002, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 15, 3201-3231.
- Zilio, M. 2008. Emisiones de dióxido de carbono en América Latina. Un aporte al estudio del cambio climático. *Economía y Sociedad*, 14(22).