

Propuesta de una guía local para la mitigación ante el cambio climático: Inventario de GEI y acciones mínimas

Carlos Welsh, Tania García y Carolina Ochoa

En México, el tema del Cambio Climático es frecuentemente abordado, tanto en foros académicos como en la sociedad en general, debido a los impactos que ha generado. Sin embargo, generalmente no se explica o discute ampliamente en qué consiste el cambio en la composición química de la atmósfera, el cual se genera por el aumento constante en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Algunas de las inconsistencias en esta materia, se deben por un lado a la confusión de términos tales como *tiempo, clima y cambio climático*; por otro lado, también existe una falta de concreción en cuanto a si la responsabilidad de llevar a cabo las acciones necesarias es de carácter federal, estatal o local. Tomando lo anterior en consideración, el objetivo del presente artículo es proponer, en términos generales, ciertas directrices que permitan la elaboración de una guía para la mitigación de las emisiones de GEI en el ámbito local mexicano a través de un conjunto de acciones mínimas para su aplicación.

Ésta se encuentra dividida en tres etapas fundamentales: la primera, define las consideraciones operativas y la división de responsabilidades durante el proceso; la segunda, se refiere a la creación de un inventario de las emisiones de GEI a nivel local; por último, la tercera etapa hace referencia a algunas de las acciones necesarias para la reducción de emisiones de GEI.

In Mexico, the climate change is a frequently addressed topic both in general society and, in a more specific way, within academic forums. The approach is usually based on the observed impacts, but both the change on the chemical composition of the atmosphere, due to the increasing emissions of greenhouse gases, and what this involves are not usually discussed. Some inconsistencies on this matter are due the confused use of terms such as *weather, climate and climate change*.

On the other hand, there is a lack of concretion on whether the active responsibility for this subject should be tackled at local, regional or national scale. Taking this into account, the present paper aims to broadly propose a guide to mitigate greenhouse gases emissions at local level in Mexico through some minimum actions to be applied.

Descriptores / Key words

Mitigación, ámbito local, emisiones de GEI, guía./ Mitigation, local scope, Greenhouse Gases (GHG) emission, guide.

Propuesta de una guía local para la mitigación ante el cambio climático: Inventario de GEI y acciones mínimas

Carlos Welsh, Tania García y Carolina Ochoa
Universidad Veracruzana, MÉXICO.

Clima y cambio climático

En la actualidad, la intensidad que pueden llegar a tener los impactos del cambio climático es ampliamente discutida, tanto en México como a nivel internacional. Al debate se añade la estrecha relación del cambio climático y las ciudades, otorgando a éstas un alto grado de correlación con las causas de los fenómenos climatológicos relacionados, principalmente por la creciente población y sus patrones de consumo. Sin embargo en México, a escala municipal pocas acciones han sido emprendidas para hacer frente a este fenómeno global.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), ha articulado un discurso en torno al desarrollo sostenible como parte de la solución. Sin embargo, no se especifican la escala y la dimensión a la que se dirigen las acciones necesarias para la creación de las iniciativas de adaptación y mitigación. Por esta razón, desde la experiencia que se adquirió en México gracias a la redacción de la *Guía metodológica para la elaboración de planes de acción climática*, la elaboración del *Plan de de acción climática de Veracruz* y la participación en talleres de diversos estados de la república mexicana para la elaboración de sus planes de acción, se observa que aún hace falta incluir de manera clara la escala y la visión municipal, la cual puede ser un punto de interacción que coadyuve a la articulación regional de estrategias frente al cambio climático.

Como señala el Informe sobre Desarrollo Humano de 2011:

“En su gran mayoría, las actuales actividades de control del clima son discretas o consisten en proyectos incrementales de mitigación o adaptación. Pero también se requieren enfoques estratégicos más amplios. Las estrategias de desarrollo resistentes al clima y con bajas emisiones de carbono podrían convertirse en una innovación institucional crucial para introducir la equidad y el cambio climático en la planificación del desarrollo. Cuando involucran a

convertirse en una innovación institucional crucial para introducir la equidad y el cambio climático en la planificación del desarrollo. Cuando involucran a todos los actores, tales estrategias ayudan a manejar la incertidumbre al identificar trayectorias de desarrollo resistentes a una serie de resultados climáticos y pueden incorporar prioridades para dar lugar a iniciativas de mitigación y adaptación que beneficien a todos los involucrados” (Informe sobre Desarrollo Humano, (PNUD, 2011).

Además, el mismo informe señala expresamente la necesidad de involucrar a los municipios:

“Las estrategias deben involucrar a los municipios: puesto que las ciudades explican la mayor parte de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), las medidas que tomen los gobiernos subnacionales son clave para controlar el cambio en las temperaturas.

Esto requiere la planificación coordinada y una estrecha colaboración con una variedad de actores del desarrollo, tanto nuevos como tradicionales, como centros de expertos nacionales y regionales, el sector privado, comunidades y organizaciones de la sociedad civil” (PNUD, 2011).

Por otra parte, se ha subrayado la importancia de la aplicación del principio de subsidiariedad, el cual tiene por objeto garantizar que la toma de decisiones sea un proceso cercano al ciudadano. En materia ambiental, podemos decir que el principio de subsidiariedad es una expresión jurídica del aforismo “Pensar globalmente, actuar localmente”.

En materia de lucha contra el cambio climático, adquiere especial sentido puesto que la existencia de políticas globales es importante, mientras que también es necesario que las actuaciones se dirijan al nivel más próximo al ciudadano.

El principio de subsidiariedad se ha de conformar a la distribución de competencias en el país. En este caso se trata de un aspecto favorable, ya que la legislación mexicana, desde el año 2011, brinda las mismas competencias a los municipios, a los estados y a la federación para:

“La formulación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático” (LGEPEA).

Dado que la propuesta consiste en la implementación de acciones, es conveniente definir algunos conceptos que contribuyan al manejo homogéneo de la información. En primer lugar: ¿cómo definimos el clima?. Clima es el promedio de parámetros meteorológicos de un lugar, región o estado. Estos parámetros meteorológicos son: la temperatura, precipitación,

humedad, entre otros. Se trata de una descripción de las condiciones que se han presentado en un lugar o región por un espacio temporal de por lo menos de treinta años. Así, cuando coloquialmente se pregunta por el clima de una ciudad se espera como respuesta una representación instantánea de lo que en común se percibe en ese lugar. Por ejemplo, ante la pregunta ¿cuál es el clima de Madrid?, la respuesta sería que es mediterráneo continental.

Ahora, si la cuestión es saber cómo está el clima hoy, se hace referencia al *estado del tiempo* o al *tiempo meteorológico*, y queremos saber cuál es el estado de los parámetros mencionados para el día de hoy, así que la respuesta es diferente: caluroso, lluvioso, frío, nublado etc. La relevancia de conocer la diferencia entre los dos conceptos es un punto de partida para poder planificar un plan de acción municipal ante el cambio climático.

En síntesis, el *clima* responde a una escala temporal media mientras que el *tiempo meteorológico* a una inmediata. El clima responde a la pregunta: ¿cómo es?, mientras que el tiempo a: ¿cómo está? Lo sutil en el manejo de dichos conceptos origina una amplia discusión en países y lugares donde el idioma usa la palabra *clima* para referirse a ambas escalas temporales.

Si trasladamos ese concepto temporal y escalar al territorio, asociándolo a cuestiones de gobernanza en el ámbito público, podemos decir que para trabajar con las instituciones responsables de la protección civil se debe conocer el tiempo meteorológico, mientras que para la salud pública el clima. Es necesario conocer el pronóstico de lluvia o la entrada de un frente frío para estimar las acciones para la protección de las personas, del patrimonio y de los servicios públicos, mientras que en el segundo caso el tener en cuenta el inicio de la temporada de frío resulta útil para contar con los insumos necesarios para prevenir la presencia de algún brote epidemiológico como la influenza (o gripe) estacional.

El cambio climático tal y como lo define el IPCC es consecuencia del aumento de las emisiones de GEI a la atmósfera, como consecuencia de las actividades humanas, tales como: la generación de energía, el transporte, la actividad industrial y agrícola o la quema de residuos (IPCC, 2008).

Este aumento exponencial en las emisiones de GEI suele referirse a un contexto nacional y es abordado en diferentes conferencias internacionales de maneras diversas. En ocasiones, también es abordado a nivel regional, puesto que existen iniciativas que acceder a los mercados formales y no formales de bonos de carbono. A nivel sectorial se trata de acuerdos entre un conjunto de empresas como parte de su responsabilidad social y ambiental, y que como resultado se publica su inventario de emisiones. Ejemplo de ello en México, es el proyecto -GEI México-. Sin embargo, resulta menos común encontrar iniciativas en las que se hable de emisiones de GEI a nivel municipal.

El inventario de emisiones es sólo un instrumento de apoyo para la toma de decisiones. En ocasiones es utilizado como una base de datos para el establecimiento de políticas públicas, leyes, reglamentos, normas o inclusive como parte de un plan de desarrollo, como en el estado de Veracruz, México. Sin embargo, existen numerosas herramientas útiles para la adaptación y mitigación de los efectos negativos del cambio climático. Por ejemplo, la agencia espacial de los Estados Unidos de América realizó una composición de imágenes satelitales sobre la superficie de la tierra para mostrar en una sola imagen el consumo de energía eléctrica sobre el globo. Resulta muy interesante observar las diferencias latitudinales y continentales.

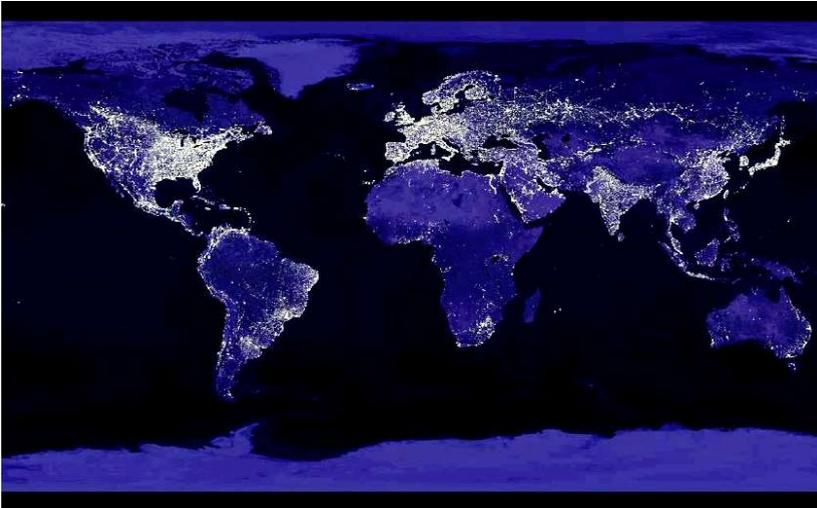


Figura 1. Composición de imágenes satelitales de la tierra en la noche.
(http://www.nasa.gov/topics/earth/earthday/gall_earth_night.html)

En la Figura 1, se pueden observar algunas premisas: en primer lugar, la población consume recursos y genera residuos desde las ciudades; en segundo lugar, en las grandes urbes ubicadas en zonas costeras o en los márgenes de ríos se incrementan exponencialmente los riesgos ante las consecuencias del cambio climático, como lo recoge el cuarto reporte de evaluación del IPCC.

La dimensión municipal de las políticas públicas ambientales ha ido ganando protagonismo durante los últimos años, lo cual se corresponde con hecho de que son los habitantes de cada municipio quienes mejor conocen los retos que enfrentan y las oportunidades con las que cuentan sus respectivas comunidades.

Algunos municipios en México ya han adoptado políticas públicas tendentes a fomentar el desarrollo sostenible, especialmente centradas en agua y saneamiento, mientras que otros se encuentran todavía en una etapa de análisis de las acciones que pueden tomar para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, en cuestiones relacionadas con el agua. Sin embargo, aún no se cuenta con un programa o plan a nivel nacional que permita guiar las acciones de los municipios en materia de lucha contra el cambio climático.

Propuesta de acción

La construcción de esta guía tiene como eje epistemológico el desarrollo sostenible. En este punto es necesario señalar que la visión del mismo ha de resultar de la convicción de los participantes en la construcción del plan, debe contener sus valores culturales, su patrimonio histórico, cultural y natural. De la misma forma, es necesario apropiarse del proceso para que no pierda su dinámica y sea un documento útil para la toma de decisiones.

Así mismo, deben considerarse algunos principios en torno al desarrollo sostenible que se consolidaron en 1992, dentro de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, los cuales deben ser los ejes en la construcción de la guía. El primero de ellos se refiere a la integración de la dimensión ambiental en las políticas sectoriales.

El principio número 4 de la declaración de Río enunciaba:

“A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada”.

Uno de los aspectos más complicados al plantear estrategias de desarrollo sostenible consiste precisamente, en que las cuestiones ambientales se encuentran inmersas en los sectores económico y político de un país. Por esta razón, si no se contempla su inclusión en las correspondientes políticas públicas sectoriales, se estará renunciando a emprender políticas públicas sostenibles.

El Plan Nacional de Desarrollo de México 2007-2012 recoge también este principio, en el objetivo número 7, dentro del eje relativo a la sustentabilidad ambiental:

“El Estado puede favorecer y estimular la transversalidad si diseña e implementa políticas y programas ambientales compartidos por las dependencias de la Administración Pública Federal, así como por los gobiernos estatales y municipales. En la búsqueda de la sustentabilidad es indispensable contar con estrategias que favorezcan la coordinación de acciones intra e intersectoriales, a nivel general y en espacios territoriales específicos, en condiciones y modalidades que aseguren que sus efectos sean complementarios y sinérgicos”.

Asimismo, el objetivo número 8 del mismo Plan insiste en la necesidad de:

“Lograr una estrecha coordinación e integración de esfuerzos entre las dependencias de la Administración Pública Federal, los tres órdenes de gobierno y los tres poderes de la Unión para el desarrollo e implantación de las políticas relacionadas con la sustentabilidad ambiental”.

Por su parte, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007- 2012 establece, dentro del apartado de “principales retos y problemas”:

“Principales retos y problemas

En esta intensificación de los esfuerzos públicos y sociales de protección y conservación de nuestro patrimonio, y de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, requerimos una estrategia más coordinada e integrada de las políticas sectoriales y de los distintos órdenes de gobierno. Una parte importante de las políticas públicas que influyen sobre la situación de los recursos naturales y de medio ambiente son diseñadas y operadas por otras dependencias de la Administración Pública Federal, por lo que es tarea indispensable asegurarse que estas incorporen el lente ambiental. La protección ambiental se articulará con las estrategias productivas de los agentes económicos críticos para la sustentabilidad del desarrollo. A esta visión transversal de la política ambiental se aúna la necesidad de articular mejor los esfuerzos de las organizaciones ciudadanas, los grupos civiles, las iniciativas empresariales, los proyectos académicos y científicos, y de la sociedad en general, con los de los poderes del Estado”.

Otro principio a tomar en cuenta es el de la participación de todos en materia ambiental, recogido en el principio número 10 de la Declaración de Río y que dispone:

“El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda.”

Etapa 1: Diseño conceptual

Esta etapa tiene como objeto decidir el mecanismo institucional a través del cual puede llevarse a cabo el proceso. Idealmente, el ayuntamiento de cada municipio debería ser el responsable de diseñar, elaborar y construir el plan de acción, pero no podemos obviar que gran parte de los ayuntamientos en México no cuentan con los recursos humanos, materiales y económicos necesarios para esta tarea. En virtud de lo anterior, es posible suponer que la tarea podría ser realizada por una empresa de gestión ambiental con experiencia en la mitigación de los impactos del cambio climático, aunque ésta no es la única solución. Por esta razón, se busca un modelo que optimice los recursos, siempre escasos, de este nivel de gobierno. Una buena opción es

que el sector académico pueda contribuir al desarrollo de este trabajo como parte de su impacto y vinculación social, por ejemplo a través de los trabajos de fin de carrera, de las prácticas profesionales o de actividades de responsabilidad social.

Etapa 2. Inventario de emisiones

El IPCC ha desarrollado al menos dos versiones metodológicas para la elaboración de inventarios de GEI, cuyas diferencias radican en los factores de emisión y el nivel de detalle de los procesos. Sin embargo, con el propósito de establecer un procedimiento sintético y de fácil implementación, se sugiere la versión revisada de 1996 de las directrices del IPCC para los inventarios de GEI. Además, es importante consultar los apartados de buenas prácticas y gestión de incertidumbre, así como el documento de Manejo del Proceso de Elaboración del Inventario Nacional de GEI, elaborado por la Unidad de apoyo a las comunicaciones nacionales del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (www.undp.org/cc/).

La elaboración de un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero a escala regional o local supone un esfuerzo extra en el manejo de información, la generación de capacidades locales y finalmente en el manejo adecuado de resultados. Presentaremos de manera sintética el procedimiento metodológico y un modelo de guía de trabajo para la elaboración del inventario.

Para el IPCC, por orden de importancia, los GEI son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). El aumento en la proporción de estos gases ha provocado una modificación en la composición de la atmósfera y dicho aumento es resultado principalmente de las actividades humanas. En el caso del CO₂, el incremento en las emisiones de este compuesto se debe a la combustión de combustibles fósiles que varía según la latitud, el cambio en el uso de suelo y la gestión silvícola. Es importante señalar que los GEI no corresponden a los contaminantes que son monitoreados en los sistemas de calidad del aire que existen en muchas ciudades, lo cual se discute más ampliamente en un párrafo posterior.

La actividad agropecuaria, principalmente la ganadería y el cultivo de arroz a grandes escalas, junto al procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón y gas natural son responsables del aumento en las emisiones de metano. El óxido nitroso está directamente relacionado al uso de fertilizantes, quema de biomasa y transporte terrestre.

Existen otros GEI a los que se les denomina indirectos por que contribuyen indirectamente al forzamiento radiativo debido a la química atmosférica. Estos son el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂) y compuestos volátiles distintos de metano (COVDM). El CO, NO_x y los COVDM son agentes que contribuyen a la formación de ozono en

la atmósfera baja, mientras que los SO₂ contribuyen a la formación de aerosoles, además son responsables de causar contaminación local, como lluvia ácida y smog.

El IPCC cuenta con un proceso de documentación y preparación de datos rígido y exhaustivo, que permite contar con un valor estándar por cada categoría que hace viable la comparación entre inventarios, ya sea por categoría o por sector, con una serie de tiempo anual; ésta es la razón por la cual los sistemas de calidad del aire y los datos que arrojan no son utilizados en la elaboración de inventarios. Es recomendable utilizar los valores por defecto en una primera etapa de prueba, siempre como resultado de los árboles de decisión establecidos en las directrices del IPCC versión 1996, lo cual arrojará una primera versión acorde con las buenas prácticas a desarrollar en el inventario del IPCC. Se espera que en los esfuerzos siguientes sea posible referirse a otro nivel de complejidad y de ser posible, contar con datos locales que ayuden a reducir la incertidumbre en las estimaciones.

De acuerdo con la metodología del IPCC versión 1996 para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero, éstas pueden clasificarse en tres niveles de acuerdo con la especificidad de los datos que se utilicen. El Nivel 1 se define como la metodología de los factores de emisión medios basados en la producción, (Tier 1). El Nivel 2 es el llamado método de balance de masas (Tier 2), se diferencia del Nivel 1 en que se desarrolla con mayor detalle el inventario de emisiones para los gases distintos del CO₂ pues se cuenta con información sobre el tipo de tecnología de combustión o se conocen los factores de emisión específicos del país. El Nivel 3 (Tier 3), es el método de evaluaciones rigurosas de fuentes específicas.

El procedimiento para contribuir a las buenas prácticas, denominado plan de calidad, se desarrolla cubriendo los siguientes puntos:

- Selección de fuentes de información
- Compilación de datos
- Recolección
- Captura
- Registro
- Homologación de datos a la metodología IPCC
- Aplicación de metodología
- Captura
- Estimaciones
- Presentación de resultados
- Citas y referencias
- Manejo de documentos maestros

El procedimiento metodológico sintético aplicado para la estimación y análisis con base en el comportamiento de los GEI por sector es el siguiente:

- Estimación de los GEI por sector.
- Determinación de las unidades de CO₂ equivalente para cada sector.
- Suma de los sectores de las unidades de CO₂ equivalente.

Es necesario comentar que se debe cumplir con un conjunto de elementos para elaborar un inventario. En primer lugar, es necesario establecer el año base, el cual servirá para comparar con años posteriores y para observar el comportamiento de las variables en un periodo de tiempo. Los demás elementos son relativos a la construcción de información:

- Hojas de cálculo, el espacio físico de estimación y cálculo de emisiones.
- Tablas de emisiones y absorciones anuales, con las unidades expresadas anualmente (masa/año).
- Contenido metodológico, descripción de los procesos metodológicos por cada fuente, fuentes de datos (datos de actividad, factores de emisión), y descripción de incertidumbre si es posible.

La metodología descrita en las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996 es de fácil manejo y aplicación. Así mismo, puede ser complementada con la Guía para Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbres en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Guía sobre Prácticas Óptimas para el uso de la tierra, Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura y el Programa de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del IPCC del 2003.

Las directrices del IPCC consisten en 3 volúmenes:

- Instrucciones para la presentación de informes del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (IPCC 1996).
- Libro de Trabajo del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 2 (IPCC 1996a).
- Manual de Referencia del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 3 (IPCC 1996b).

Estos volúmenes presentan las metodologías sugeridas para la estimación de los contaminantes atmosféricos como el dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano, halocarbonos, hexafluoruro de azufre y dióxido de azufre. Dichos contaminantes provienen de actividades tales como la producción de energía, procesos industriales, solventes y otros productos, agricultura, cambio en el uso de la tierra y silvicultura y manejo de desechos.

El modelo básico para estimar las emisiones atmosféricas se basa en la ecuación siguiente:

$$E = A * FE$$

Donde:

A = Cantidad de actividad de una fuente en cuestión

FE = Factor de emisión típico de dicha actividad (generalmente se expresan como peso del contaminante entre la unidad de peso, volumen, distancia o duración de la actividad asociada)

E = emisión atmosférica

Las directrices del IPCC ofrecen una metodología que incluye los factores de emisión por defecto y en algunos casos, datos de actividad es decir, información de las fuentes que dan lugar a los GEI.

Etapa 3. Acciones para la reducción de emisiones

Mitigación en el sector industrial local: Las medidas que se sugieren para el sector industrial en materia de reducción de las emisiones de GEI derivadas del consumo de combustibles fósiles incluyen: uso eficiente, la sustitución de combustibles, el incremento del uso de los materiales en la manufactura de los productos finales e intermedios para reducir el consumo energético y programas económicos como el establecimiento de metas voluntarias y comercio de emisiones.

Acciones mínimas de alto impacto:

- La producción y uso de equipos más eficientes, y
- La sustitución de combustibles.

Las cuales deben ir acompañadas por medidas de operación que en suma contribuyen a la mitigación, por ejemplo: Mantenimiento del equipo, Sistemas de manejo energético (auditorías energéticas), Incremento del aprovechamiento del vapor y otras corrientes térmicas para procesos y otros usos para su mayor aprovechamiento energético, en particular cogeneración industrial y recuperación de calor.

Las medidas en el sector residencial y comercial que pueden reducir emisiones GEI derivadas del uso de energía incluyen:

- Desarrollar códigos de edificación para la eficiencia energética
- Mejora de los diseños de viviendas y edificaciones que reduzcan el consumo de energía (Diseño bioclimático, nuevos materiales)
- Promoción, implementación y monitoreo del uso de equipos y electrodomésticos eficientes.



- Promoción del uso de ecotecnologías para la reducción de energía y otros recursos (Calentadores solares, paneles fotovoltaicos, etc.)
- Promoción e incentivos de “casa y edificaciones verdes” (nuevos materiales)
- Planificación de unidades habitacionales sustentables
- Programas educativos del uso eficiente de la energía y otros recursos en el sector para usuarios finales.
- Programa para eliminar consumos innecesarios de energía (por ejemplo consumos en Stand By)

El potencial de mitigación de emisiones de GEI en el sector forestal puede clasificarse en dos tipos básicos:

- El primero está relacionado con el incremento de la capacidad de captura de carbono en el suelo, vegetación y productos madereros, lo que puede llevarse a cabo en áreas de donación, parques y jardines que además tendrían el valor agregado de conservación de especies nativas.
- El segundo está relacionado con el mantenimiento de la capacidad existente a través de la reducción de la deforestación, protección forestal, una conversión más eficiente y un mejor uso de los productos forestales.

Las opciones de mantenimiento de la capacidad de almacenamiento (stock) de carbono se refiere a aquellas medidas que están dirigidas a la conservación de las áreas forestales.

- Protección y conservación forestal
- Incremento de la eficiencia en el manejo forestal, cosecha y utilización de productos

Las opciones de expansión de los sumideros de carbono deben identificarse en función del uso de la biomasa o del uso del suelo. Los usos incluyen los productos forestales como combustibles, madera de construcción, pulpa y papel, y servicios forestales como recreativos, protección del suelo y reducción de emisiones a través de sustitución de combustibles fósiles.

El uso final de la biomasa es determinante para cuantificar los flujos de carbono, los costos y sus beneficios, así como las posibilidades de implementación de las opciones específicas. Algunas de ellas son:

- Aforestación
- Reforestación
- Regeneración
- Opciones agroforestales

Una de las fuentes de metano es el ganado, el cual es producido por la fermentación entérica y a través de la fermentación anaeróbica del estiércol. Las emisiones de la fermentación entérica dependen de la edad del animal, peso, dieta, producción de leche, digestibilidad del alimento, ingesta energética, entre los más importantes. Las emisiones del estiércol dependen de la cantidad y contenido energético del alimento, de la humedad, temperatura y de los sistemas de manejo.

El área de forraje requerida por animal depende del tipo de suelo, el clima, la disponibilidad del agua y el manejo del alimento. Un factor que determina la producción de metano es la productividad del animal; las emisiones de metano se reducen con el incremento de la su productividad. Las opciones de mitigación se basan en:

- El mejoramiento de la alimentación del ganado
- La producción de leche
- La adición de agentes para evitar parásitos en el alimento
- La adición de complementos al alimento

Existen diversos métodos para aprovechar el biogás del estiércol para la producción de energía. La selección depende del clima, del manejo local y de los recursos de financiamiento disponibles.

Algunos de los beneficios relacionados con la recuperación del biogás son la reducción de los problemas ambientales y humanos asociados con el estiércol como los son los organismos patógenos, olores desagradables. Otro beneficio es la transformación del nitrógeno orgánico en nitrógeno inorgánico, proporcionando un fertilizante de alta calidad. Algunos de los métodos para la recuperación del biogás son las lagunas de recuperación y los digestores.

La demanda de transporte se incrementa con el crecimiento de la economía del país. Para la mayoría de los países en vías de desarrollo, el factor clave en el análisis de las alternativas de mitigación está basado en la reducción de las emisiones de niveles proyectados a futuro. El análisis de las alternativas de mitigación de GEI debe considerar las proyecciones a corto y largo plazo.

Conclusiones

Primera. Las ciudades tienen un peso específico alto en las causas que provocan el cambio climático, debido a la población y sus patrones de consumo. Sin embargo, a escala municipal pocas acciones han sido emprendidas en México frente a este fenómeno global, pudiendo afirmar que la inclusión de la visión municipal es una tarea aún pendiente, la cual puede ser un punto de

interacción que coadyuve a la articulación regional de estrategias frente al cambio climático.

Segunda: De acuerdo al principio de subsidiariedad, el cual tiene por objeto garantizar una toma de decisiones lo más cercana posible al ciudadano y, con el aforismo “Pensar global, actuar local” aplicado al ámbito ecológico, se justifica la propuesta de que las acciones ante el cambio climático sean implementadas a nivel municipal. Además, la distribución de competencias en México para la formulación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, desde el año 2011, brinda las mismas competencias a los municipios, a los estados y a la federación en este tema.

Tercera: Las ubicación de urbes en zonas costeras o en los márgenes de los ríos incrementa exponencialmente el riesgo ante los efectos del cambio climático. Algunos municipios en México ya han adoptado políticas públicas dirigidas al fomento del desarrollo sostenible, especialmente en materia de agua y saneamiento; sin embargo, no existen acciones específicas a este nivel para hacer frente al cambio climático.

Cuarta: Se propone como mecanismo institucional para llevar a cabo el proceso de toma de decisiones y diseño de acciones frente al cambio climático a nivel municipal, la intervención de las Universidades mexicanas. Se considera que este sector podría contribuir significativamente en el desarrollo del trabajo expuesto como parte de sus actividades de difusión y vinculación social.

Quinta: Con el propósito de poder establecer un procedimiento sintético y de fácil asimilación, se sugiere la utilización de la versión revisada de 1996 de las directrices del IPCC para los inventarios de GEI.

En cuanto a las propuestas de mitigación de emisiones, éstas deberán contemplar necesariamente al sector industrial, residencial y comercial que posean influencia en el ámbito local, (especialmente acciones para la reducción de emisiones de GEI derivadas del uso de energía), al sector transporte y al sector forestal (en especial en lo que se refiere a aumentar las opciones de expansión de los sumideros de carbono).

Finalmente, dar las gracias a los revisores por sus atinadas sugerencias y correcciones, que contribuyeron a mejorar el presente; así mismo mil gracias al apoyo técnico y lingüístico de Alejandra Calleros Islas para concluir el trabajo.

Referencias bibliográficas:

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001. Sistema de Cuentas Nacionales. Producto Interior Bruto por Entidad Federativa 1993-2000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.) 2002. Veracruz de Ignacio de la Llave. Condensado Estatal de Información Geográfica. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, consultado el 10 de octubre del 2002, <<http://www.inegi.gob.mx/geo/default.asp?c=124&e=30>>

INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2009. Veracruz de Ignacio de la Llave. Información nacional, por entidad federativa y municipios. Información económica agregada PIB nacional. Consultado el 5 de mayo de 2011 <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=30>>

IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change). 1996. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Workbook 2, 3, 5.

IPCC 1996. Directrices del *IPCC* para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada de 1996 Disponible en : <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>>.

IPCC 1996a. "Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"; Workbook (Volume 2). Disponible en : <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/spanish.htm>>

IPCC 1996b. "Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"; Reference Manual (Volume 3). Disponible en: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.htm>>

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, DOF de 28 de enero de 1988, artículos: 5, fracción XXI; 7, fracción XXI; 8, fracción XVI, fracciones adicionadas en 2011, DOF de 28 de enero de 2011

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2007-2012, Diario Oficial de la Federación de 31 de mayo de 2007.

PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, Diario Oficial de la Federación de 21 de enero de 2008

Páginas Web consultadas:

PNUD, Informe sobre Desarrollo Humano, 2011.
http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2011_ES_Chapter5.pdf
Fecha de consulta: 10 de enero de 2012