



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN URBANISMO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
DESARROLLO URBANO Y REGIONAL

ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN PROYECTOS DE TRANSPORTE PÚBLICO
ADSCRITOS AL PROGRAMA FEDERAL DE APOYO AL TRANSPORTE MASIVO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN URBANISMO

PRESENTA:
ALFREDO IVÁN OROZCO VEGA

TUTOR PRINCIPAL
Mtro. Pablo Benlliure Bilbao
Facultad de Arquitectura

SINODALES PROPIETARIOS
Mtro. Enrique Soto Alva
Facultad de Arquitectura
Mtra. Guadalupe Centeno Durán
Facultad de Arquitectura

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., NOVIEMBRE 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción	1
Descripción de la actividad profesional	3
Antecedentes	3
Contexto.....	4
Institucional.....	4
Político.....	5
Normativo	6
Social.....	9
Financiamiento	9
Equipo de trabajo	14
Metodología.....	15
Descripción de la metodología	16
Descripción de parámetros de medición	20
Número de unidades por cada categoría de la flota	20
Factor de crecimiento de la flota.....	20
Recorrido promedio anual por unidad según la categoría del vehículo.	21
Eficiencia promedio	22
Fuente de energía total consumida	22
Factor de emisión	23
Emisiones Totales	24
Emisiones evitadas del transporte individual	24
Emisiones del escenario de implementación	25
Cálculo de Reducción de Emisiones	26
Síntesis del producto de la actividad profesional.....	26
a) Asesoría Especializada. Revisión de las estimaciones de GEI en 4 proyectos PROTRAM realizada por SEMARNAT, en el marco de los compromisos del PECC	27
Introducción	27
Antecedentes.....	28
Objetivos de la revisión.....	34
Identificación del proceso que siguió SEMARNAT para la estimación de las emisiones de GEI	35

Revisión de los datos para la estimación de las emisiones dentro de las hojas de cálculo	40
Sobre los resultados obtenidos.....	42
b) Asesoría Especializada. Estimación preliminar de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en 4 proyectos de transporte público adscritos al PROTRAM	45
Introducción	45
Objetivos.....	46
Metodología	46
Sobre los resultados obtenidos.....	48
Conclusiones	54
Resultados de los estudios	54
a) Asesoría Especializada. Revisión de las estimaciones de GEI en 4 proyectos PROTRAM realizada por SEMARNAT, en el marco de los compromisos del PECC.....	54
b) Asesoría Especializada. Estimación preliminar de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en 4 proyectos de transporte público adscritos al PROTRAM	56
Condiciones de operación de los proyectos (en caso de que se hayan realizado)	57
Aportaciones teóricas y/o prácticas a la disciplina del urbanismo	61
Crítica o autocrítica de la actividad realizada	62
Recomendaciones generales para el desempeño profesional y específicas, relativas a la formación de urbanistas en maestría	63
Bibliografía	67

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 - DIAGRAMA DE RELACIONES DE CONTEXTOS Y AGENTES INVOLUCRADOS. ELAB. PROPIA, 2017	4
ILUSTRACIÓN 2 - DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA ASIF, CTS EMBARQ MÉXICO, 2014.....	17
ILUSTRACIÓN 3 - DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE, CTS EMBARQ MÉXICO, 2014	20
ILUSTRACIÓN 4 - DIAGRAMA DE RELACIONES, CONCEPCIÓN DEL PECC 2014-2018. ELAB. PROPIA 2017	29
ILUSTRACIÓN 5 - ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PRESENTE PROYECTO CON EL PECC 2014-2018. ELAB PROPIA 2017, CON INFORMACIÓN DEL PECC 2014-2018.....	30
ILUSTRACIÓN 6 - - IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA LÓGICA DEL MÉTODO EMPLEADO POR SEMARNAT PARA LA ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN PROYECTOS DE TRANSPORTE MASIVO. ELAB PROPIA, 2017	35

Índice de gráficas

GRÁFICA 1 - EVALUACIÓN PROYECTO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE MÉRIDA. SEMARNAT, 2016.....	43
GRÁFICA 2 - EVALUACIÓN PROYECTO SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE DE TIJUANA. SEMARNAT, 2016.....	43
GRÁFICA 3 - EVALUACIÓN PROYECTO TREN INTERURBANO DE PASAJEROS TOLUCA-VALLE DE MÉXICO. SEMARNAT, 2016.....	44
GRÁFICA 4 - EVALUACIÓN PROYECTO LÍNEA 3 DEL TREN LIGERO DE GUADALAJARA. SEMARNAT, 2016.....	45
GRÁFICA 5 - EVALUACIÓN PROYECTO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE MÉRIDA. WRI-MÉXICO, 2017	50
GRÁFICA 6 - EVALUACIÓN PROYECTO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE TIJUANA. WRI-MÉXICO, 2017	51
GRÁFICA 7 - EVALUACIÓN PROYECTO TREN INTERURBANO DE PASAJEROS TOLUCA-ZMVM. WRI-MÉXICO, 2017	52
GRÁFICA 8 - EVALUACIÓN PROYECTO LÍNEA 3 SISTEMA TREN LIGERO DE GUADALAJARA. WRI-MÉXICO, 2017	54

Índice de tablas

TABLA 1 - DEFINICIÓN DE LOS INSUMOS Y VARIABLES DE CÁLCULO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI PARA SISTEMAS DE TRANSPORTE. CTS EMBARQ MÉXICO, 2014.....	17
TABLA 2 - INSUMOS NECESARIOS PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES GEI ESCENARIO EXANTE EN PROYECTOS DE TRANSPORTE. ELAB PROPIA, 2017	47
TABLA 3 - INSUMOS NECESARIOS PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES GEI ESCENARIO EXPOST EN PROYECTOS DE TRANSPORTE QUE NO USEN ELECTRICIDAD COMO COMBUSTIBLE. ELAB PROPIA, 2017	47
TABLA 4 - INSUMOS NECESARIOS PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES GEI ESCENARIO EXPOST EN PROYECTOS DE TRANSPORTE QUE USEN ELECTRICIDAD COMO COMBUSTIBLE. ELAB PROPIA, 2017	48
TABLA 5 - EVALUACIÓN PROYECTO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE MÉRIDA. WRI-MÉXICO, 2017	49
TABLA 6 - EVALUACIÓN PROYECTO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE TIJUANA. WRI-MÉXICO, 2017	50
TABLA 7 - EVALUACIÓN PROYECTO TREN INTERURBANO DE PASAJEROS TOLUCA-ZMVM. WRI-MÉXICO, 2017	52
TABLA 8 - EVALUACIÓN PROYECTO LÍNEA 3 SISTEMA TREN LIGERO DE GUADALAJARA. WRI-MÉXICO, 2017	53

Introducción

El presente documento se desarrolla con el objetivo de obtener el grado de maestro en urbanismo por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la opción de titulación por informe de actividad profesional o docente, en el marco del “seminario de graduación 2017”

La estructura que se seguirá, está conformada por las siguientes partes:

- I. Descripción de la actividad profesional
- II. Síntesis del producto de la actividad profesional, y
- III. Conclusiones

El proyecto que se desarrollará como parte de este documento, forma parte de la actividad profesional que he desarrollado al interior de la asociación civil CTS EMBARQ > WRI-México y consta de dos productos:

- a. El primero se titula Asesoría Especializada. Revisión de las estimaciones de gases de efecto invernadero en 4 proyectos PROTRAM (Programa Federal de Apoyo al Transporte Masivo) realizada por SEMARNAT, en el marco de los compromisos del PECC.

Esta accesoria se genera, a solicitud de BANOBRAS, dentro de un contrato de prestación de servicios que existe entre este último y WRI-México, para que expertos en materia ambiental y de transporte de WRI-México, participaran como acompañamiento al consultor contratado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el proceso de la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero de 4 proyectos de transporte público adscritos al PROTRAM, dentro del marco de los compromisos definidos en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2014-2018.

De manera breve, el PECC es un compromiso de este sexenio para llevar a cabo acciones y medidas con el objetivo de reducir la emisión de gases de efecto invernadero, ante los cambios atípicos en el clima y los fenómenos naturales y la relación de estos últimos con la vulnerabilidad y el riesgo social; teniendo en

cuenta que las mayores emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero provienen del sector transporte.

En este contexto, una estrategia del PECC es desarrollar esquemas de transporte y movilidad sustentable, siendo el PROTRAM un programa de FONADIN-BANOBRAS (Fondo Nacional de Infraestructura), que coadyuva a cumplir los objetivos del Programa Especial de Cambio Climático, a través del apoyo en la implementación de sistemas de transporte masivo en toda la república mexicana y del cual WRI-México es asesor.

La labor entonces, consistía específicamente en que la SEMARNAT a través de un consultor, estimaría las emisiones de 4 proyectos adscritos al PROTRAM, comparando dos escenarios, el primero “la situación actual sin proyecto”, es decir, si se trataba de la implementación de un sistema BRT (Bus Rapid Transit), estimar las emisiones tomando en cuenta principalmente la zona directa del proyecto: las unidades de transporte público que circulan sobre el trazo del futuro corredor, los kilómetros que recorren, el número de la flota, la antigüedad de la misma, entre otros insumos; las cuales a partir de la operación del nuevo sistema dejarían de operar.

El segundo escenario consistió en estimar la “situación con proyecto”, es decir las emisiones producidas por la implementación del nuevo proyecto, tomando en cuenta los mismos insumos usados para la estimación en la situación actual sin proyecto. Una vez que se tienen los resultados cuantitativos para los dos escenarios, se hace un balance entre estos, a fin de comprobar si existe o no una reducción de las emisiones tras la implementación del proyecto; evidentemente se espera que exista una reducción por la optimización y reestructuración de los servicios de transporte ofrecidos, así como por la renovación de la flota vehicular. Una vez que el consultor de SEMARNAT finalizó los trabajos, WRI-México revisó el método y los resultados, emitiendo la Asesoría Especializada en cuestión.

- b. Tras lo manifestado en dicha Asesoría, BANOBRAS solicitó a WRI, realizar la misma estimación a partir del método usado al interior de la organización, generando el segundo producto: Accesoría Especializada. Estimación preliminar

de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en 4 proyectos de transporte público adscritos al PROTRAM.

Se espera que BANOBRAS y SEMARNAT, determinen en base a las estimaciones realizadas tanto por WRI-México como por el consultor, los valores que usarán, en relación a la meta cuantitativa que se planteó en el Programa Especial de Cambio Climático.

Descripción de la actividad profesional

Antecedentes

Desde septiembre de 2015 me desempeño como analista al interior de lo que hasta hace un año era el CTS EMBARQ México (Centro de Transporte Sustentable) hoy WRI-México (World Resources Institute), dentro de la Gerencia de Políticas Públicas del Transporte adscrita al programa de Ciudades.

El Centro de Transporte Sustentable nació hace 14 años en México, como el primer Centro de Transporte Sustentable de la red EMBARQ del World Resources Institute. En la primera década del milenio la red abrió los centros Andino, Brasil, Turquía e India; dichos centros se establecieron con el objetivo de mejorar las condiciones del transporte en las ciudades y a su vez la calidad de vida de las personas.

Las líneas de trabajo en las que se centraba el Centro de Transporte Sustentable iban desde los sistemas integrados de transporte, seguridad vial, gestión de la demanda, innovación, planeación y políticas de desarrollo urbano, desarrollo orientado al transporte, espacio público, calidad del aire, cambio climático, eficiencia energética, gobernanza urbana y movilidad no motorizada. Hoy con la transformación del CTS EMBARQ México a WRI-México, se siguen desarrollando dichas líneas bajo cuatro de los seis programas del World Resources Institute: Ciudades, Bosques, Clima y Energía, quedando inactivos por el momento los programas de Alimentos y Agua.

Contexto

Una de las labores principales de WRI-México, es fungir como asesor técnico de la Unidad de Proyectos de FONADIN-BANOBRAS (Fondo Nacional de Infraestructura – Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.) responsable de la coordinación del Programa Federal de Apoyo al Transporte Masivo (PROTRAM), en el marco de un contrato de asesoría y prestación de servicios al FONADIN por WRI-México, como soporte técnico para apoyar al Fondo en la evaluación y seguimiento de los proyectos de inversión del PROTRAM, firmado el 26 de abril de 2016. A continuación se presenta un diagrama general sobre la relación que guardan los agentes involucrados dentro de esta relación contractual, siendo necesario también, explicar y dejar en claro el papel de estos según el contexto en el que están insertos.

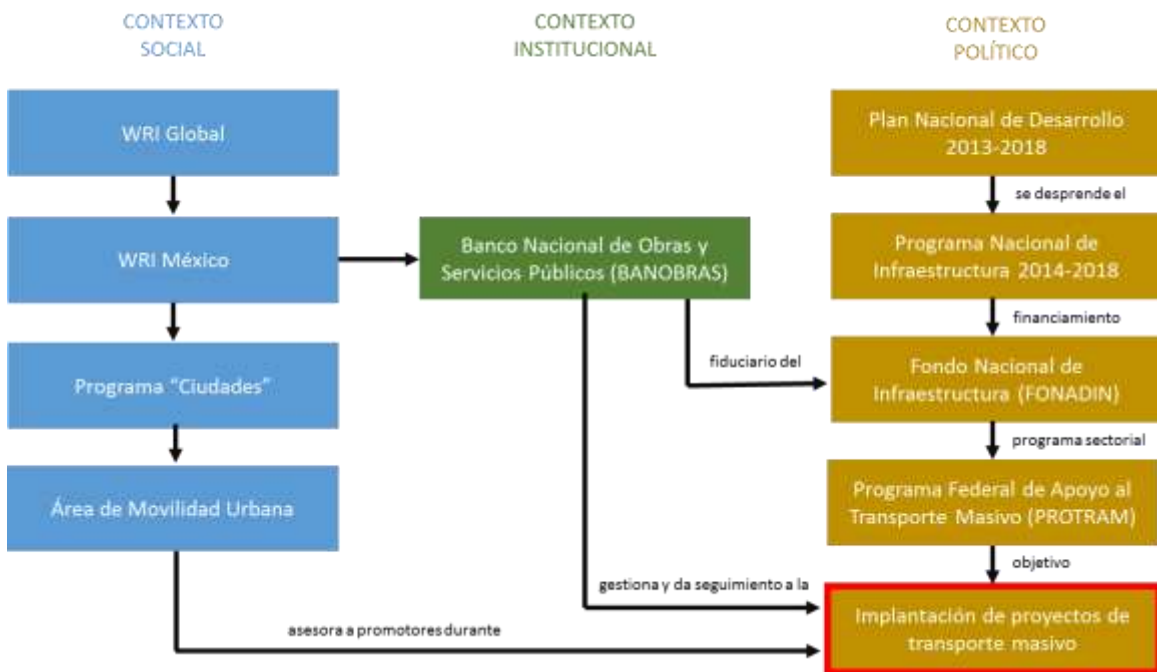


Ilustración 1 - Diagrama de relaciones de contextos y agentes involucrados. Elab. propia, 2017

Institucional

- El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANBORAS) es la institución líder de la banca de desarrollo en México, haciendo posible la creación de infraestructura con alta rentabilidad social, impulsada por el

Gobierno Federal a través de esquemas de financiamiento, con una visión de largo plazo y propiciando la participación del sector privado (Gobierno de la República, 2017), en ese sentido una de las acciones de BANBORAS es ser fiduciario del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN).

Político

- El FONADIN es un fideicomiso instituido en BANOBRAS, es decir, una bolsa de dinero administrada por BANOBRAS, destinado a apoyar el cumplimiento de las metas previstas en el Programa Nacional de Infraestructura, considerando inversión en los sectores de: carreteras, puertos, aeropuertos, ferrocarriles, turismo, agua, ahorro de energía, energía renovable, transporte urbano, residuos sólidos urbanos, equipamiento urbano y programas de vivienda sustentable a través de 4 programas sectoriales:
 - Fondos de Capital de Riesgo
 - PROMAGUA
 - PRORESOL
 - PROTRAM
- El Programa Federal de Apoyo al Transporte Masivo (PROTRAM), apoya el financiamiento de proyectos de inversión en Transporte Urbano Masivo, buscando fortalecer la planeación, regulación y administración de los sistemas de transporte público urbano al impulsar la competitividad de las ciudades mediante la movilidad urbana, promoviendo la planeación del desarrollo urbano y metropolitano atendiendo a políticas y proyectos de vialidad y transporte urbano sustentable (Gobierno de la República, 2017).

El PROTRAM se crea en el año 2008 por el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en colaboración con el Banco Mundial y la participación activa del CTS EMBARQ México, con el fin de responder a los problemas en materia urbana y de transporte público que se reproducían y aún se reproducen en todo el país; como la urbanización acelerada, el crecimiento en el uso del automóvil particular y sus implicaciones como el congestionamiento y la alta contaminación ante sistemas de

transporte público deficientes, inseguros y que en general no cubren las necesidades de la población.

Dado lo anterior y aunado el éxito y beneficios observados por la implementación, gracias al esfuerzo aislado e inversión local, de sistemas BRT (Bus Rapid Transit) en distintas ciudades, como el Sistema Integrado de Transporte Optibús en la ciudad de León, Sistema Macrobús de Guadalajara o el Sistema Metrobús en la ciudad de México; el PROTRAM iniciaría a ofrecer aportaciones recuperables y no recuperables a gobiernos locales y estatales para la elaboración de estudios, como Planes de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) o proyectos ejecutivos, así como para inversión en infraestructura necesaria para la operación de sistemas como trenes, metros, tranvías y BRT's.

- Para el proyecto específico que se desarrollará en este documento, también está involucrada la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), explicando su papel en el apartado relacionado a la síntesis del producto de la actividad profesional, ya que su participación no es constante en las actividades que se desarrollan como parte de la relación contractual entre BANOBRAS y WRI-México.

Normativo

El PROTRAM cuenta con una serie de reglas de operación y un proceso para que los promotores y autoridades de los estados y municipios puedan acceder a los apoyos que ofrece.

El Programa está dirigido a aquellas ciudades o zonas metropolitanas con más de 500 mil habitantes; algunos de sus lineamientos y reglas de operación más relevantes son que el proyecto a implementar, se encuentre dentro de un Plan o Programa de Desarrollo Urbano o un Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable o su similar, desarrollar un estudio de factibilidad de acuerdo a lo estipulado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el propio PROTRAM que como mínimo incluya: 1.- Estudio de factibilidad técnica (demanda y diseño), 2.- Salvaguarda ambiental y social, 3.- Análisis - Costo Beneficio y 4.- Evaluación

financiera. También es necesario que exista una participación del sector privado por un mínimo del 34% del monto total de la inversión.

Por lo general esta participación la conforman aquellos transportistas que tienen influencia directa sobre el proyecto, los cuales deben dejar el esquema de hombre-camión, es decir, dejar de trabajar bajo una concesión, para agruparse en conjunto y constituir una sola empresa de transporte mediante una sociedad mercantil; por ejemplo, antes de la implementación de la línea 1 de Metrobús, la organización "Ruta 2" por más de 40 años prestó el servicio de transporte público sobre la Av. Insurgentes, como parte del proceso para la puesta en marcha del Sistema, los concesionarios debieron constituir la empresa Corredor Insurgentes S.A. de C.V. (CISA).

El esquema de organización y proceso que se sigue para acceder a los recursos que ofrece el PROTRAM está definido de la siguiente manera:

1. El promotor del proyecto, conformado principalmente por autoridades locales, municipales o estatales lleva a cabo la solicitud de apoyo al Programa
2. Un Grupo de Trabajo Consultivo conformado por autoridades de diferentes instituciones públicas, así como actores de la sociedad civil en donde está incluido WRI-México, lleva a cabo la evaluación de las solicitudes y la supervisión de la ejecución de los proyectos
3. La Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) valida la factibilidad técnica de los proyectos
4. Después, la Unidad de Inversiones de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público hace la revisión del Análisis - Costo Beneficio
5. La Unidad de Crédito Público de la SHCP y la Unidad de Inversiones del FONADIN, generan la estructuración financiera de los recursos que darán al promotor
6. El Subcomité de Evaluación y Financiamiento del FONADIN, hace la recomendación al Comité Técnico para la aprobación de los proyectos
7. Finalmente el Comité Técnico del FONADIN es el encargado de autorizar los apoyos

De manera paralela a la solicitud de los recursos existe un ciclo que siguen los proyectos adscritos al PROTRAM

- Fase 1 – Identificación: esta fase incluye la presentación del diseño conceptual por parte del Promotor, la elegibilidad del proyecto por parte del Grupo de Trabajo Consultivo, el convenio de adhesión al PROTRAM, así como la solicitud y firma de convenios para elaboración de estudios
- Fase 2 – Preparación para evaluación: en esta fase el promotor genera el Plan de Movilidad, el estudio de factibilidad, la estructura de las asociaciones público-privadas necesarias y lleva a cabo la solicitud de apoyo para inversión del proyecto
- Fase 3 – Evaluación y Autorización: en esta etapa intervienen la SCT, para validar técnicamente el proyecto y la SHCP que registra el ACB en su Unidad de Inversiones
- Fase 4 – Implementación: esta fase incluye la formalización del Convenio de Apoyo Financiero (CAF), así como de los Fideicomisos para la construcción de la infraestructura y la operación del Sistema de Transporte
- Fase 5 – Seguimiento y Monitoreo: Finalmente, una vez que el Promotor cuenta con los recursos necesarios, se lleva a cabo la construcción de toda la obra de infraestructura, que incluye carriles, estaciones y terminales, implementación de sistemas de recaudo, control y tecnología en general, la conformación de la empresa operadora de transporte, adquisición de vehículos y todo lo necesario para que se inicie con la prestación del servicio de transporte público

Hoy el PROTRAM cuenta con una cartera de más de 30 proyectos que se encuentran distribuidos en las 5 anteriores fases y a lo largo de todo el territorio nacional, de esos proyectos ya se encuentran operando las líneas 1 y 2 del sistema BRT RUTA en la ciudad de Puebla, línea 1 del sistema BRT Vivebús en la ciudad de Chihuahua, línea 1 del sistema BRT Tuzobús en la ciudad de Pachuca, el sistema BRT Acabús en la ciudad de Acapulco, el sistema Mexicable,

primer sistema teleférico de transporte público de pasajeros en México, entre otros más.

Social

Como organización civil no gubernamental y sin fines de lucro, WRI-México busca trabajar con líderes y tomadores de decisiones, tanto del sector público como privado, para fortalecer y desarrollar sus capacidades y poder detonar acciones, políticas y proyectos con incidencia eminentemente pública en favor del bienestar humano y la conservación del medio ambiente

En este contexto, desde la concepción del PROTRAM en 2008, WRI-México ha sido el principal asesor técnico de este Programa, a nivel operacional, financiero e institucional, revisando la mayoría de los proyectos adscritos y aconsejando a funcionarios, autoridades y promotores durante todo el proceso para lograr la implementación y puesta en operación de los proyectos.

Financiamiento

Gran parte de la operación y el desarrollo de las diferentes actividades que WRI-México lleva a cabo, incluida por supuesto la elaboración del proyecto y productos que se desarrollarán como parte de este documento, están financiados a través de los pagos que BANOBRAS hace a WRI, dado el contrato de asesoría y prestación de servicios que existe entre ambos.

Este último contrato, está conformado por 18 entregas administrativas, en relación a los 18 meses de vigencia del mismo, contados a partir de mayo de 2016; cada entrega administrativa está conformada por 10 carpetas, cada carpeta es un tipo de producto, cuya cantidad y especificaciones fueron acordados entre WRI y BANOBRAS; de manera general cada carpeta contiene:

1. Checklist: en este tipo de producto se lleva a cabo una revisión de los documentos que el promotor presenta a BANOBRAS como el Análisis - Costo Beneficio, con el objetivo de comprobar la suficiencia de la información, en relación a los lineamientos y reglas de operación del PROTRAM para acceder a los recursos; también se revisa si la información es suficiente para que WRI-

México, emita opiniones técnicas como la verificación del rango de demanda, la validación física-operacional del proyecto y asesorías especializadas como la auditoría de seguridad vial.

2. Fichas técnicas: las fichas técnicas son un recurso que rescatan en un par de fichas, los datos más relevantes e importantes del proyecto, como información referente a la movilidad en la ciudad o zona metropolitana, datos operativos del transporte público en la situación sin proyecto, así como toda la descripción del proyecto de transporte, si fue necesaria la reestructuración de rutas, el esquema operativo, la red de corredores de transporte, las obras complementarias, los montos de inversión del proyecto, entre otros.
3. Opiniones técnicas: las opiniones técnicas incluyen
 - La revisión de Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) o sus similares, en relación a la suficiencia solicitada por el PROTRAM en los lineamientos para su elaboración
 - Verificaciones del rango de demanda de los proyectos, esta verificación es de los productos más importantes que se entregan a BANOBRAS, ya que se analizan los datos en gabinete de la demanda presentada por el promotor en su Estudio de Factibilidad, en relación al escenario actual sin proyecto y el escenario con el proyecto propuesto, en este contexto WRI-México también lleva un análisis de campo, generando los propios levantamientos de información, que incluyen aforos en la calle y a bordo de las unidades, frecuencias de ocupación visual, entre otros; a fin de descartar riesgos para el proyecto, ya que la demanda es lo que determina la factibilidad financiera del proyecto
 - Validaciones físico operacionales, la validación física se basa en revisar los detalles referentes a la infraestructura (carriles, estaciones, terminales) y la tecnología (tipo de vehículos) considerada para el proyecto. De igual manera se revisa el diseño operacional del sistema propuesto por el consultor, el cual se compone de los cálculos de flota, km recorridos, frecuencias, intervalos, etc.

- Revisión a términos de referencia elaborados por promotores de los proyectos o autoridades locales y estatales para la contratación de consultores o empresas para que realicen PIMUS o Estudios de Factibilidad
 - Revisión de estudios de factibilidad, específicamente Análisis - Costo Beneficio
4. Visitas de campo: en este producto se lleva a cabo el registro a modo de minuta, de aquellas actividades que se realizaron fuera de las oficinas de WRI-México, como lo son los levantamientos de información en campo, visitas de inspección a los proyectos, así como reuniones y talleres impartidos en otros estados y ciudades
5. Talleres
- Taller “Enmarcando la oportunidad”: es un taller creado por WRI-México que consiste en una visita a la ciudad en donde se está desarrollando un proyecto de transporte público, a fin de llevar a cabo una sesión con tomadores de decisión y actores clave del proyecto, con el propósito de hacer una revisión del mismo en cualquiera de sus etapas y crear valor en la toma de decisiones a través de la generación de una ruta crítica que guía la implementación del proyecto hasta su entrada en operación.
 - Talleres de medios para la socialización de un proyecto a su entrada en operación
 - Capacitaciones a autoridades locales, estatales y municipales durante las diferentes fases de un proyecto de transporte público
 - Organización y participación de foros y congresos relacionados a temas de movilidad y transporte
6. Asesorías especializadas, las asesorías incluyen
- Participación en cuestiones legales como reformas y creación de leyes de movilidad y reglamentos de los estados y municipios relacionados a la operación del transporte público y en general a la movilidad motorizada y no motorizada, títulos de concesión, bases de licitación para contratación de sistemas de recaudo, etc.

- Revisión a los modelos de negocios de los proyectos, teniendo en cuenta que uno de los requerimientos para acceder a recursos del PROTRAM, es que el servicio de transporte que se va ofrecer con la implementación de un proyecto, por ningún motivo tenga que ser subsidiado
 - Realización de auditorías de seguridad vial; la auditoría de seguridad vial permite en la etapa de planeación de un nuevo sistema de transporte, generar un diagnóstico para identificar elementos dentro de la infraestructura y operación propuesta en el proyecto, que puedan generar riesgos potenciales de hechos de tránsito y proponer soluciones
 - Participación en la elaboración de análisis ExPost de los proyectos en operación; este último análisis se presenta como un requisito de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público una vez que los proyectos se encuentran en operación, a fin de comprobar que los beneficios económicos y sociales que el promotor manifestó en el estudio de factibilidad, si se están cumpliendo
 - Participación en el proyecto de conectividad de la Zona Metropolitana del Valle de México con el Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de México
 - Evaluación del servicio que prestan los sistemas de transporte en operación a través de encuestas de calidad aplicadas a los pasajeros
7. Guías metodológicas: un gran logro que está apunto de consumarse en la Gerencia y en WRI-México es la publicación de una serie de guías, ante la necesidad de apoyar la capacidad de gestión y operación de las autoridades locales de planeación y regulación, y de los concesionarios de transporte público en el contexto de la implementación de nuevos sistemas de transporte masivo apoyados con recursos del PROTRAM
- Guía para la estructuración de modelos financieros
 - Guía para el fortalecimiento institucional: desde la perspectiva privada, gobierno corporativo
 - Guía para el fortalecimiento institucional: desde la perspectiva pública, marco normativo

- Guía para la selección e implementación de sistemas de recaudo electrónico
 - Guía para la selección e implementación de sistemas de gestión y control de flota
8. Bases de datos: como parte de los acuerdos contenidos en el contrato celebrado entre WRI y BANOBRAS, se estipuló el desarrollo de un Observatorio Mexicano de Transporte Público. Aún en fase de diseño funcional, el OMTP pretende convertirse en una herramienta tecnológica de gestión de la información que sea coadyuvante en la evaluación y análisis de los problemas y soluciones del territorio, que permita la recolección de información y datos los cuales tengan como finalidad que las autoridades locales y consultores responsables del desarrollo de proyectos de transporte público cuenten con información oficial de referencia, lo cual servirá para la planeación de los mismos.

Para mí este proyecto representa la labor más importante que tengo al interior de la Gerencia, ya que el desarrollo del mismo se ha convertido en una responsabilidad personal; la complejidad del Observatorio ha implicado un proceso de más de 2 años y la participación de muchos actores.

9. Informes administrativos: en estos informes se recaba y registra la información de cada entrega administrativa: productos, personas involucradas en la elaboración de los mismos, documentos de soporte, seguimiento de los proyectos según la fase en la que se encuentra, etc.

Los dos productos que se desarrollarán como parte del proyecto, se catalogaron como “Asesorías Especializadas”, ubicándose dentro dicha carpeta.

- a. El primero, La revisión de la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero de 4 proyectos de transporte adscritos al PROTRAM realizada por SEMARNAT, forma parte de la entrega administrativa número 5, referente al mes de septiembre de 2016, y
- b. El segundo, La estimación preliminar de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en 4 proyectos de transporte público adscritos al PROTRAM

realizada al por WRI-México, forma parte de la entrega administrativa número 10 del mes de febrero de 2017.

Equipo de trabajo

La red mundial del World Resources Institute (WRI), cuenta con 6 programas o áreas de acción:

- Ciudades
- Clima
- Energía
- Bosques
- Alimentos
- Agua

Hoy en WRI-México solo se trabaja con las 4 primeras áreas, cada una de estas tiene una estructura orgánica, la cual parte de una Dirección, pasando después a Gerencias y Coordinaciones. Mi trabajo lo he desempeñado dentro de la Gerencia de políticas públicas del transporte, que forma parte del área de Movilidad Urbana que a su vez está adscrita al área de Ciudades. En ese sentido, la Gerencia en la cual me he desempeñado, es el contacto directo de WRI-México para con BANOBRAS, nuestra labor principal es coordinar y darle seguimiento a las actividades y solicitudes emitidas por este último.

El trabajo que implica realizar los productos contenidos dentro de las carpetas mencionadas líneas arriba para cada entrega administrativa, como parte de la relación contractual BANOBRAS – WRI-México, en su mayoría está a cargo de tres de las gerencias que componen el área de Movilidad Urbana:

- Gerencia de políticas públicas del transporte
- Gerencia de planeación y operación del transporte
- Gerencia de seguridad vial

La labor no es exclusiva para estos grupos, llegando a participar en ocasiones las demás gerencias, coordinaciones, áreas y programas de WRI-México, otras

oficinas de WRI en el mundo, así como también consultores y empresas externas a la organización.

Específicamente, el equipo de la Gerencia de políticas públicas del transporte, está conformado por:

- Octavio Higuera, Gerente de políticas públicas del transporte
- Ana Alcántara, Coordinadora de Políticas Públicas del Transporte
- Iván Orozco, Analista de transporte

En el proyecto que se desarrollará a continuación participaron además del equipo de la Gerencia de políticas públicas del transporte:

- Juan Carlos Hernández, Analista de transporte de la “Gerencia de planeación y operación del transporte” del programa de ciudades, y
- Leticia Ramos, ex Coordinadora de medio ambiente y cambio climático del programa de Clima

Metodología

Al ser el Clima uno de los programas principales de CTS EMBARQ – WRI-México, la organización siempre ha estado pendiente de la agenda de cambio climático, tanto a nivel nacional como internacional; en ese sentido una de las líneas de acción principales, es reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, específicamente aquellas que provienen de los transportes.

Dentro de los esfuerzos realizados para mejorar el transporte, se han implementado proyectos con un enfoque ASI (Avoid, Shift, Improve = Evitar, Cambiar, Mejorar) (CTS EMBARQ México, 2014), destacando la implementación de sistemas de transporte masivo, los cuales han generado beneficios como la reducción de tiempos de traslado, mayor calidad en el servicio, menores costos de operación vehicular y sobre todo, la reducción de emisiones tanto de GEI como de contaminantes locales

Para saber si algo ha mejorado es necesario medirlo, para el caso de la estimación de emisiones de GEI existen metodologías que permiten llevar a cabo la labor, ya

sea en escenario ExAnte (antes de la implementación del proyecto de transporte) como en escenario ExPost (después de la implementación).

En este contexto, en el año 2014 CTS EMBARQ México diseñó una metodología de rigurosidad media (sujeta a datos disponibles) denominada “Metodología de Línea Base de emisiones GEI y escenarios de reducción para proyectos de transporte público, con el objetivo de que los gobiernos de las ciudades puedan estimar el potencial de mitigación y reducción de GEI por la implementación de proyectos de transporte público, sin la necesidad de hacer uso de muchos recursos humanos y económicos.

Dentro del proceso para estimar las emisiones producidas por el transporte, es necesario distinguir dos escenarios

1. La línea base o escenario ExAnte, es el escenario actual en donde todavía no se ha implementado ningún proyecto de transporte u optimizado la operación del mismo, por lo tanto, las cosas seguirían según las tendencias históricas. En este contexto, si las cosas siguieran como están en el presente, la situación futura generaría más emisiones de GEI que el segundo escenario, denominado alternativo
2. Escenario alternativo o ExPost, es el escenario en el que el proyecto de transporte se encuentra implementado; este análisis permite comparar el potencial de mitigación de emisiones de GEI entre dos o más escenarios alternativos si es que aún no se encuentran implementados en la realidad, a fin abonar ventajas durante el proceso de selección de la alternativa o comprobar en el caso que el proyecto se encuentre operando, que si existe una reducción de las emisiones

Descripción de la metodología

Esta metodología es del tipo “bottom up” (de abajo hacia arriba), ya que está basada en la actividad de los vehículos del escenario del proyecto. De igual forma su estructura sigue un enfoque ASIF (Activity, Structure, Intensity, Fuel) que se basa en la actividad total del transporte, en este caso de los kilómetros recorridos

por la flota. Así mismo, las emisiones se calculan mediante el factor de emisión de GEI según el tipo de combustible.



Ilustración 2 - Descripción de la estructura ASIF, CTS EMBARQ México, 2014

En esta metodología, las variables que más se modifican son aquellas relacionadas a la flota vehicular, ya que para el escenario de implementación del proyecto se busca reducir los kilómetros recorridos por la operación de los vehículos, así como sustituir unidades por otras de mayores capacidades y que energéticamente sean más eficientes.

De manera general, los insumos requeridos tanto para la línea base como para el escenario de implementación son los siguientes:

- Características de la flota (número de unidades, tipo de unidades por su tamaño y combustible, eficiencia energética)
- Datos de actividad u operación (kilómetros recorridos, combustible consumido).
- Factores de emisión de la fuente de energía consumida

En la siguiente tabla, se muestra la descripción de cada uno de estos parámetros, así como las fuentes de información de donde se obtiene

Tabla 1 - Definición de los insumos y variables de cálculo para la estimación de la reducción de emisiones de GEI para sistemas de transporte. CTS EMBARQ México, 2014

No.	Insumo	Descripción	Fuente de donde se obtiene	Comentarios adicionales

1	Número de unidades en circulación por cada categoría de la flota.	Esta variable indica cuántas unidades existen/existirán dentro de la línea base y el escenario de implementación. Está relacionada con los kilómetros totales recorridos en el escenario del proyecto.	Datos estadísticos de la ciudad/proyecto.	Las unidades contabilizadas serán aquellas que pueden ser afectadas por la implementación del proyecto de transporte tanto antes como después de la implementación.
2	Tipo de fuente de energía consumida por cada categoría de la flota.	Este insumo permite obtener el factor de emisión de GEI según la energía consumida.	Datos estadísticos de la ciudad/proyecto.	Generalmente existen dos fuentes de energía, la energía eléctrica y la de combustibles fósiles que incluyen diésel, gasolina, gas LP y gas natural.
3	Recorrido anual promedio por unidad según la categoría de la flota (km/año).	Junto con la cantidad de unidades, este insumo permitirá calcular los kilómetros totales recorridos por la flota.	Datos estadísticos de la ciudad/proyecto.	Para esta variable, se utiliza el recorrido promedio por año de cada una de las unidades según su categoría, tanto para la línea base como para el escenario del proyecto.
4	Eficiencia promedio por tipo de categoría de la flota (km/L), (km/m ³), (km/kWh).	Esta eficiencia debe considerar la edad promedio de la flota afectada según su categoría.	Datos reportados según estudios realizados por la ciudad o en caso de no existir, puede utilizarse los datos por default del Instituto	La eficiencia promedio de la unidad debe considerar las unidades nuevas introducidas por la implementación, por lo que se debe hacer un promedio ponderado de eficiencias según las unidades introducidas,

			Mexicano del Petróleo.	de acuerdo a su categoría.
5	Crecimiento de la flota.	Se refiere al porcentaje promedio de crecimiento anual de la flota en circulación a través de los años en ambos escenarios para poder proyectar las emisiones.	Datos estadísticos del proyecto/ciudad.	Este porcentaje se obtiene ya sea de tendencias históricas o de los estudios de demanda del proyecto. ¹
6	Factor de emisión ² por energía consumida o por combustible consumido (kgCO ₂ /L combustible), kgCO ₂ eq/m ³ de combustible), (kgCO ₂ eq/kWh).	Este factor permite calcular a través de la energía consumida, la cantidad total de emisiones.	IPCC	El factor generalmente se toma por default de los reportados por el IPCC. Estos factores, se reportan en kgCO ₂ eq/MJ y mediante el poder calorífico y la densidad del combustible, se transforma a kgCO ₂ eq/L o la unidad necesaria.

En la siguiente figura se presenta el diagrama de proceso que sigue esta metodología, así como la relación de los parámetros listados en la tabla anterior y posteriormente, se realiza una descripción detallada de cada uno de estos parámetros.

¹ Si en vez del crecimiento, se tiene la flota calculada por año, se puede sustituir directamente en el modelo para ambos escenarios

² En algunos casos, se puede utilizar el factor de emisión por kilómetro recorrido, si es que se tuviera la información por lo que no sería necesario calcular la eficiencia energética por litro de combustible consumido.

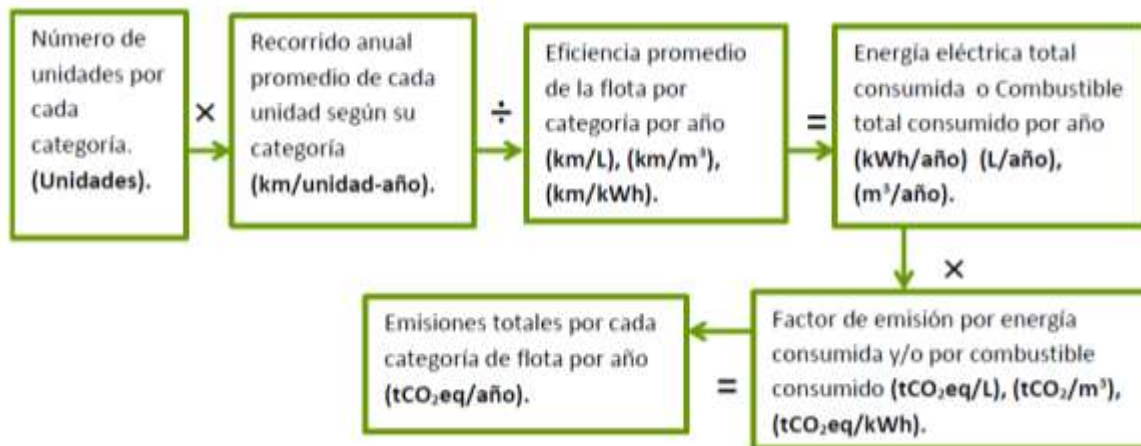


Ilustración 3 - Diagrama de la Metodología utilizada para la elaboración de la Línea Base, CTS EMBARQ México, 2014

Descripción de parámetros de medición

Número de unidades por cada categoría de la flota

El número de unidades por categoría de flota, contempla aquella que se prevé que exista tanto antes como después de la implementación del proyecto durante el año base y los años de proyección; algunas de las categorías de unidades que se consideran son:

- Vehículo compacto (privado, taxi)
- Combi, Van o Furgoneta
- Microbús, Midibús
- Autobuses
- Articulados, Biarticulados
- Trolebús
- Motocicleta
- Tren ligero, metro, tranvía

Factor de crecimiento de la flota

La proyección de la flota vehicular se realiza por medio de una tasa de crecimiento promedio que dependerá de las tendencias históricas o de la estimación de la demanda del proyecto.

En algunos proyectos, se proporciona la información referente a la flota proyectada para cada año, en estos casos no es necesario el uso de las tasas de crecimiento promedio de la flota

Recorrido promedio anual por unidad según la categoría del vehículo.

Esta variable indica cuál es la distancia promedio recorrida anualmente (normalmente expresada en kilómetros) según categoría del vehículo y se obtendrá de la información contenida en el proyecto.

En general, se considera que el recorrido promedio anual por unidad de vehículo es constante a lo largo del tiempo ya que normalmente lo que se incrementa es la flota. Sin embargo, también es posible cambiar esta variable en periodo de evaluación y todo dependerá de la información que exista en el análisis del proyecto.

Es importante mencionar que particularmente para el tren ligero, metro o tranvía, se capturará el recorrido anual por categoría (intensidad anual) directamente, es decir, los kilómetros totales recorridos por todo el sistema.

En algunas ocasiones el proyecto solo contempla información referente a la distancia diaria recorrida por vehículo; en estos casos es necesario contar con los días hábiles de operación al año de los vehículos, que varían según el proyecto y el contexto donde está inserto a fin de calcular los kilómetros recorridos al año.

La distancia recorrida por cada categoría de vehículo se calcula de la siguiente forma:

$$I_{n,i} = F_{n,i} * Id_{n,i}$$

Donde,

- $I_{n,i}$ = Intensidad anual de las unidades de la categoría “n” durante el año “i” (km/año).
- $F_{n,i}$ = Número de unidades de la categoría “n” en el año “i” (unidades).
- $Id_{n,i}$ = Recorrido promedio anual por unidad de la categoría “n” en el año “i” (km/año).

Eficiencia promedio

La eficiencia promedio de un vehículo se mide con base en la cantidad de kilómetros recorridos por litro de combustible consumido o energía eléctrica consumida según sea el caso. A lo largo del tiempo la eficiencia promedio de los vehículos va cambiando debido a dos factores importantes: la edad de la flota y la introducción de nuevas unidades a esta última.

La edad de la flota existente se va incrementando durante los años de proyección, lo que disminuye de cierta manera la eficiencia energética, mientras que la introducción de nuevas unidades en el mismo periodo, incrementa la eficiencia promedio de la flota debido a que se considera que las unidades nuevas tienen una eficiencia mayor.

Generalmente este insumo se obtiene a partir de las fichas técnicas de los vehículos, otra opción es considerar los datos establecidos por el Instituto Mexicano del Petróleo; conforme se vuelve antigua la flota es necesario modificar la eficiencia mediante un factor de antigüedad.

Finalmente hay que tener en cuenta que las unidades de eficiencia de los trolebuses o aquellos vehículos cuyo combustible sea la electricidad deben estar en km/kWh, mientras que las de los vehículos impulsados por combustibles fósiles en km/L o km/m³ si es a gas natural.

Fuente de energía total consumida

La fuente de energía consumida se divide en dos tipos: La primera es derivada de la energía eléctrica de la red que se ocupa para los trolebuses, metro o trenes ligeros y la segunda es la que producen los combustibles fósiles para el caso de los vehículos a diésel, gasolina, gas LP y gas natural. Para calcular el consumo de energía eléctrica (kWh) o de combustibles fósiles (Litros) en el año “i”, se divide la intensidad anual (kilómetros recorridos) entre la eficiencia promedio de cada categoría de vehículo, tal como se expresa en las siguientes formulas.

Para vehículos con consumo a partir de combustibles fósiles: $C_{n,i} = I_{n,i} / E_{n,i}$

Para vehículos con consumo a partir de energía eléctrica: $E_{cn,i} = I_{n,i} / E_{n,i}$

Donde,

- $C_{n,i}$ = Consumo de combustible total por las unidades de la categoría “n” en el año “i” (L/año), (m^3 /año).
- $E_{cn,i}$ = Energía consumida por las unidades de la categoría “n” en el año “i” (kWh/año).
- $I_{n,i}$ = Intensidad anual de las unidades de la categoría “n” durante el año “i” (km/año).
- $E_{n,i}$ = Eficiencia promedio de las unidades de la categoría “n” en el año “i” (km/L), (km/ m^3), (km/kWh)

Factor de emisión

Los factores de emisión son los gramos o kilogramos de contaminante (CO₂, SO₂, NO_x, partículas) emitidos a la atmosfera por litro o kilogramo de combustible consumido, así como por kWh eléctrico consumido; estos se calculan experimentalmente y son valores estándar para los combustibles habituales (gasolina, diésel, gas LP, gas natural, electricidad) según la fuente de información. Tanto los valores caloríficos como el factor de emisión más usados son los reportados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

Los factores de emisión se multiplican por la densidad del combustible para obtener las emisiones por volumen de combustible. Para el caso de la gasolina, diésel y Gas LP, las unidades son kgCO₂eq por litro y para gas natural es kgCO₂eq por m^3 . Para los trolebuses, trenes ligeros, metros y tranvías se tiene un factor de emisión (kgCO₂eq/kWh) reportado por el IPCC para la energía eléctrica que se multiplica directamente por la energía consumida para obtener el total de emisiones. Este factor es igual a 0.4 kgCO₂eq/kWh

$$FE = Fe * Vc * \delta$$

Donde,

- FE = Factor de emisión por volumen (kgCO₂/L), (kgCO₂/ m^3).
- Fe = Factor de emisión por energía (kgCO₂/kWh) (datos del IPCC).

- V_c = Valor calorífico neto del combustible (MJ/kg de combustible consumido) (datos del IPCC).
- δ = Densidad del combustible consumido (kg/L), (kg/m³) (datos de PEMEX).

Emisiones Totales

Las emisiones totales de CO₂ equivalente se calculan multiplicando la cantidad de combustible consumido o la energía consumida por el factor de emisión correspondiente a cada combustible como se presenta a continuación.

$$E_{n,i} = FE * C_{n,i}$$

Donde,

- $E_{n,i}$ = Emisiones totales GEI de las unidades de los vehículos “n” en el año “i” (TonCO₂e/año)
- FE = Factor de emisión por volumen (kgCO₂/L), (kgCO₂/m³).
- $C_{n,i}$ = Consumo de combustible total por las unidades de la categoría “n” en el año “i”, (L/año), (m³/año)

Al finalizar la estimación, se realiza una sumatoria de las emisiones de todos los años para conocer el total en el periodo establecido.

Emisiones evitadas del transporte individual

En esta metodología, también es posible contabilizar las emisiones que se han dejado de emitir al utilizar el transporte público propuesto por el proyecto en lugar del coche o motocicleta. En este caso, el cálculo requiere cuatro parámetros principales:

- Encuesta de cambio modal
- Número de viajes realizados
- Porcentaje de crecimiento de los viajes realizados anualmente
- Distancia promedio de viaje

La encuesta de cambio modal es aquella que indica cuantos usuarios han cambiado de modo de transporte (en este caso, de auto o motocicleta) debido a la implementación del proyecto. Esta encuesta se puede realizar ExAnte, con usuarios potenciales del proyecto o ExPost en un cierto periodo después de la

implementación y generalmente responde a la pregunta: ¿Si este sistema de transporte no existiera, de qué otra forma hubiera realizado este trayecto?

Con las respuestas, se obtiene un porcentaje que indique cuantas personas hubieran utilizado el coche particular, motocicleta u otro modo de transporte para trasladarse.

El número de viajes realizados se obtendrá del estudio de demanda del proyecto, así como el porcentaje de crecimiento anual promedio de los mismos y la distancia promedio de viaje.

La ecuación para calcular las emisiones evitadas es la siguiente:

$$E_{n,i} = (FE / E_{n,i}) * M_{n,i} * D_p * V_i$$

Donde

- $E_{n,i}$ = Emisiones evitadas de la categoría “n” en el año “i” (kgCO₂eq). En este caso, representa al auto particular o motocicleta según sea el caso.
- FE = Factor de emisión por volumen (kgCO₂/L), (kgCO₂/m³).
- $E_{n,i}$ = Eficiencia promedio de las unidades de la categoría “n” en el año “i” (km/L). Debido a que únicamente se consideran autos particulares y motocicletas, se tomó la eficiencia promedio de los vehículos a gasolina por ser el combustible más representativo.
- $M_{n,i}$ = Porcentaje de cambio modal de los usuarios por el sistema de transporte implementado en el año “i”. Aquí “n” representa al auto particular o motocicleta.
- D_p = Distancia promedio de viaje (km)
- V_i = Número de viajes en el año “i”. Los viajes a partir del año 2 se calculan multiplicando el factor de proyección de viajes por el número de viajes del año anterior.

Emisiones del escenario de implementación

En caso de que se hayan calculado las emisiones evitadas de los transportes individuales, el valor de estas últimas debe ser restado al valor de las emisiones totales

$$E_{n,iE} = E_{n,i} - E_{n,i}$$

Donde,

- $E_{n,iE}$ = Emisiones totales GEI de las unidades de los vehículos “n” en el año “i” (TonCO₂eq/año). correspondientes al escenario del proyecto o implementación.
- $E_{n,i}$ = Emisiones totales GEI de las unidades de los vehículos “n” en el año “i” (TonCO₂eq/año). En este caso sólo se refiere al transporte público.
- $E_{n,i}$ = Emisiones evitadas de la categoría “n” en el año “i” (KgCO₂eq). Esto se refiere a las emisiones evitadas del auto particular o motocicleta según sea el caso.

Cálculo de Reducción de Emisiones

Una vez que se tienen las emisiones totales de la línea base y del escenario de implementación, lo que se hace es calcular la diferencia para cada año con o sin proyecto y con ello se obtiene una reducción de emisiones por cada año durante el periodo de estudio. La ecuación correspondiente a este cálculo, es la siguiente:

$$R_i = E_{n,iLB} - E_{n,iE}$$

Donde,

- R_i = Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el año “i” (TonCO₂eq/año).
- $E_{n,iLB}$ = Emisiones totales GEI de las unidades de los vehículos “n” en el año “i” (TonCO₂eq/año) correspondientes a la Línea Base.
- $E_{n,iE}$ = Emisiones totales de GEI de las unidades de los vehículos “n” en el año “i” (TonCO₂eq/año) correspondientes al escenario del proyecto.

Síntesis del producto de la actividad profesional

Casi toda la labor que se genera al interior de WRI-México es realizada a través de equipos de trabajo, los dos productos que se describen a continuación fueron elaborados por el equipo mencionado en el segundo capítulo; el proceso implica

principalmente reuniones de trabajo para la discusión y el análisis de los temas, así como para la definición de la estructura y contenido de los productos.

En este contexto, una sola persona del equipo es la encargada de materializar el producto a partir de lo que se define en las reuniones; para el caso de ambos yo me encargue de recoger los acuerdos y llevar a cabo toda la redacción de los documentos.

El primer producto solamente se centra en emitir una opinión sobre la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en 4 proyectos de transporte público adscritos al PROTRAM que hace la SEMARNAT a través de un consultor, es decir revisar el proceso que se siguió y manifestar que está bien y que está mal; todo el equipo revisó dicho proceso y en base a las observaciones de cada uno se elaboró el producto.

El segundo consistió en que el equipo llevara a cabo la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en 4 proyectos de transporte público adscritos al PROTRAM a partir del método desarrollado por CTS EMBARQ México – WRI-México descrito en el capítulo anterior; específicamente para este producto mi labor aparte de la redacción consistió en recoger los insumos necesarios que requiere la metodología para llevar a cabo la estimación (actividad total, estructura modal, intensidad energética y combustible), a partir de lo contenido en los Análisis - Costo Beneficio de los proyectos, así como asistir la labor que requiere poner en practica la metodología de estimación.

A continuación se desarrollan los dos productos por separado, siguiendo su estructura y contenido original:

a) Asesoría Especializada. Revisión de las estimaciones de GEI en 4 proyectos PROTRAM realizada por SEMARNAT, en el marco de los compromisos del PECC

Introducción

WRI-México es una organización no gubernamental sin fines de lucro, profesional, independiente y guiada por un Consejo Ejecutivo estratégico. En el marco del

Programa Federal de Apoyo al Transporte Masivo (PROTRAM) WRI-México funge como Asesor Técnico de la Unidad de Proyectos de FONADIN-BANOBRAS responsable de la coordinación del programa. Esto implica mantener una continua intervención especializada en las principales ciudades del país durante la identificación, preparación, evaluación, implementación y seguimiento de los proyectos elegibles al apoyo del programa.

En ese sentido y por petición del Lic. Carlos Valdés, se solicitó a WRI-México el acompañamiento por expertos en materia ambiental y de transporte al consultor contratado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para la revisión del método de estimación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de 4 proyectos de transporte público adscritos al PROTRAM en el marco de los compromisos definidos dentro el Programa Especial de Cambio Climático (PECC).

A continuación, se presenta una introducción al PECC, así como las fases preliminares que antecedieron y definieron el inicio de la asesoría proporcionada.

Antecedentes

México se ubicó en 2010, entre los primeros 15 países que más contaminantes emiten, con el 1.4 de las emisiones globales; específicamente en materia de transporte, se estima que en un escenario al 2020, este sector, por su alto consumo energético será el mayor emisor de GEI y el tercero en emisiones de Carbono Negro (CN); del total de estas emisiones el 94% provienen del autotransporte, 3.3% del transporte aéreo, 1.4% del marítimo y 1% del ferroviario (Gobierno de la República, 2014).

En este contexto, el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2014-2018, se plantea como un instrumento de planeación alineado con el Plan Nacional de Desarrollo, con la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y con los Programas Sectoriales de las 14 Secretarías que conforman la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.

Dentro del PECC están contenidas líneas de acción encaminadas a reducir GEI en los siguientes sectores emisores: transporte, petróleo y gas, industria, agropecuario, residuos, generación eléctrica, forestal y residencial; así como líneas de acción que buscan reducir las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta (CCVC)

A continuación, se presenta un diagrama sobre la forma en cómo se concibe el PECC 2014-2018, de acuerdo a lo establecido en los diferentes marcos legales e institucionales que inciden para su elaboración:



Ilustración 4 - Diagrama de relaciones, concepción del PECC 2014-2018. Elab. propia 2017

“De esta forma, el Gobierno Federal cumple con el compromiso de articular acciones concretas para reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, con el objetivo de incrementar la capacidad de enfrentar los efectos de este problema ambiental, económico y social” (Gobierno de la República, 2014).

“El Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2014-2018) es resultado de un trabajo de colaboración interinstitucional de las Secretarías que conforman la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático y fue enriquecido con las aportaciones de la sociedad y del Consejo de Cambio Climático. Contiene cinco objetivos, 26 estrategias, 199 líneas de acción y un anexo de actividades complementarias” (Gobierno de la República, 2014).

En materia de transporte de pasajeros, la meta cuantitativa al año 2018 es mitigar 0.37 MtonCO₂e por año, utilizando el Potencial de Calentamiento Global tanto a 100 como 20 años, el logro de esta se encuentra vinculada al siguiente objetivo, estrategias y líneas de acción:



Ilustración 5 - Alineación estratégica del presente proyecto con el PECC 2014-2018. Elab propia 2017, con información del PECC 2014-2018

Desagregando la meta cuantitativa antes mencionada según las líneas de acción aquí incluidas, el PECC 2014-2018 plantea lo siguiente:

- Línea de acción 3.5.6.: mitigar 0.22 MtonCO₂e por año (220,000 tonCO₂e)
- Línea de acción 3.5.7.: mitigar 0.15 MtonCO₂e por año (150,000 tonCO₂e)

El cumplimiento de ambas líneas de acción está a cargo tanto de BANOBRAS como de la SCT, según lo estipulado en el PECC; la línea de acción 3.5.1 no presenta meta cuantitativa, aunque implícitamente está siendo cumplida a través del Programa de Apoyo Federal al transporte masivo (PROTRAM), enfocado a financiar la implementación de proyectos de transporte masivo en toda la república.

De manera específica estos órganos, instituciones y dependencias de nivel federal y en el ámbito de sus competencias están materializando de la siguiente forma las líneas de acción a través de los siguientes programas y proyectos específicos:

- La Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) se encuentra liderando el desarrollo de trenes suburbanos o de cercanías, como una solución de movilidad al fenómeno de la metropolización entre las ciudades de nuestro

país en aras de impulsar la conectividad regional. Actualmente el esfuerzo de la Secretaría se centra en la construcción del tren interurbano de pasajeros Toluca-Valle de México, único proyecto activo dentro de la cartera de proyectos de este tipo.

- El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), a partir del fideicomiso Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), apoya el cumplimiento de las metas previstas en el Programa Nacional de Infraestructura, alineado también al Plan Nacional de Desarrollo, a través de instrumentos como el PROTRAM que está orientado específicamente a proyectos de inversión en transporte urbano masivo.
- Los apoyos que otorga el FONADIN para el desarrollo de estos proyectos van orientados a la elaboración de estudios, así como para la construcción y el equipamiento de los mismos, entre las reglas de operación más importantes para acceder a estos se encuentra que las ciudades donde se implementen los proyectos deben tener más de 500 mil habitantes.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) está desarrollando un método para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero en proyectos de transporte masivo, especialmente en aquellos que actualmente se encuentran en ejecución, con el objetivo de verificar la efectividad de las líneas de acción antes mencionadas y como parte de sus responsabilidades para con la protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales del país y la conformación de la política ambiental nacional para el desarrollo sustentable.

La SEMARNAT optó por considerar inicialmente los siguientes conceptos para la estimación de las emisiones de GEI:

1. La etapa de construcción del proyecto de transporte masivo.
2. La operación del transporte en dos diferentes escenarios: “situación actual sin proyecto” y “situación con proyecto”.
3. El cambio modal por la implementación del nuevo proyecto de transporte u optimización de la situación actual.

En apoyo a esta iniciativa la SEMARNAT lideró una serie de reuniones de presentación de avances y retroalimentación de resultados con la SCT y FONADIN/BANOBRAS, contando con la asistencia técnica de WRI-México. Entre los principales acuerdos y compromisos destacan:

Acuerdos y Compromisos

- WRI-México envió los instrumentos para referencia de SEMARNAT en el desarrollo de su método de estimación de emisiones.
- El método resultante será probado con información de los siguientes proyectos. (minuta de reunión, 21 de junio de 2016):
 - Tren interurbano de pasajeros Toluca-Valle de México (Proyecto SCT)
 - Línea 3 del tren ligero de Guadalajara (Proyecto SCT y PROTRAM)
 - Sistema Integrado de Transporte de Mérida (Proyecto PROTRAM)
 - Sistema Integral de Transporte de Tijuana (Proyecto PROTRAM)
- “El Método fue presentado y revisado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). De esta revisión se identificó que del apartado sobre la etapa de construcción del proyecto no se podrán contabilizar las emisiones de GEI, por la dificultad que implica obtener la información necesaria para cuantificarlas, por lo que solo constará de dos componentes: emisiones por su operación y emisiones por el cambio modal.” (minuta de reunión, 12 de agosto de 2016)
- El método deberá enfocarse en el análisis de las emisiones previas a la operación (ExAnte), de modo que se pueda estimar la mitigación una vez que el proyecto se encuentre operando (ExPost). (minuta de reunión, 12 de agosto de 2016)
- SEMARNAT propuso incluir como parte del método, usar los factores de emisión de autobuses a través del MOVES³ y los bin⁴ de velocidad. (minuta de reunión, 21 de junio de 2016)

³ El MOVES (Motor Vehicle Emission Simulator), es un modelo de emisiones vehiculares que utiliza patrones de conducción para la estimación de emisiones (bins de velocidad) o de los factores de emisión. (INECC, 2014).

⁴ Un “bin de velocidad” es un intervalo que describe la velocidad media de conducción en una vialidad o enlace (INECC, 2014).

- Para FONADIN/BANOBRAS, SCT es la ventanilla técnica para la evaluación de proyectos, por lo que ellos deberán estar de acuerdo con el método y aportar la información técnica necesaria. (minuta de reunión, 21 de junio de 2016)
- Se identifican los Análisis - Costo Beneficio (ACB) como la principal fuente de información, por su alto contenido técnico base. (minuta de reunión, 21 de junio de 2016)
- FONADIN/BANOBRAS por conducto de Carlos Valdés, instruyó a WRI-México, en su calidad de brazo técnico de PROTRAM, para que proporcionara copia electrónica de los ACB de los proyectos acordados para la estimación de las emisiones, así como información relacionada a la optimización de los sistemas de transporte. (minuta de reunión, 21 de junio de 2016)
- SEMARNAT se comprometió a elaborar un anexo técnico que explique con mayor detalle, las variables utilizadas en la propuesta metodológica. (minuta de reunión, 12 de agosto de 2016)
- El método debe considerar, hasta donde sea posible el enfoque de Sistemas Integrados de Movilidad, SIT. (minuta de reunión, 12 de agosto de 2016)
- SEMARNAT resaltó la importancia de la variable de tasas de ocupación, por lo que se determinó realizar una revisión más a fondo de los valores a tomar para su aplicación. (minuta de reunión, 12 de agosto de 2016)
- BANOBRAS sugirió tomar en cuenta la normatividad internacional en cuanto a la velocidad de los sistemas férreos, además de agregar las motocicletas en la estimación. (minuta de reunión, 12 de agosto de 2016)
- Se acordó la necesidad de contar con una proyección de los autos que van a circular después de la implementación del tren. Se sugiere obtener esta información de SENERMEX. (minuta de reunión, 12 de agosto de 2016)
- Se resaltó la importancia de incluir el tema de “rutas alimentadoras” dentro del método, para lo cual se determinó que se agregará un módulo adicional. (minuta de reunión, 12 de agosto de 2016)
- SEMARNAT proporcionó a WRI-México cuatro libros de Excel (uno para cada proyecto de transporte) con los resultados obtenidos a partir de la aplicación

de su método para estimar las emisiones y que específicamente contienen la siguiente información:

- Una hoja de datos e insumos para la estimación de las emisiones, tanto para el escenario “situación actual sin proyecto” como para el de “situación con proyecto”, destacando información referente a la flota.
- Una hoja para el cálculo y resultados de las emisiones para el escenario “situación actual sin proyecto”, en un horizonte de evaluación entre 2018 y 2030 para los proyectos de trenes y entre 2016 y 2030 para los proyectos de Sistemas Integrados de Transporte.
- Una hoja para el cálculo y resultados de las emisiones para el escenario “situación con proyecto”, en un horizonte de evaluación entre 2018 y 2030 para los proyectos de trenes y entre 2016 y 2030 para los proyectos de Sistemas integrados de Transporte.
- Una hoja con la evaluación completa que contiene los resultados de las emisiones por operación (energía fósil) (ton CO₂) de los dos escenarios a lo largo del horizonte de evaluación, así como el balance que se genera entre la diferencia de los resultados entre el escenario “situación actual sin proyecto” y el de “situación con proyecto”.
- No proporcionó una explicación del método empleado.

Objetivos de la revisión

Objetivo General

Emitir una opinión técnica sobre los resultados referentes a la reducción de emisiones de GEI en 4 proyectos de transporte masivo estimadas por la SEMARNAT con base en su método propio.

Objetivos específicos

- Identificar la estructura lógica empleada para la estimación de las emisiones, a falta de un método explícito.
- Constatar el empleo de información adecuada de los proyectos de transporte que sirve de base para la cuantificación de las emisiones.

- Brindar conclusiones y recomendaciones, que sirvan para retroalimentación del trabajo presentado por la SEMARNAT.

Identificación del proceso que siguió SEMARNAT para la estimación de las emisiones de GEI

A falta de un método explícito, WRI-México identificó el proceso y la estructura lógica implícita en las hojas de cálculo donde se estimaron las emisiones de GEI en 4 proyectos de transporte adscritos al PROTRAM.



Ilustración 6 - - Identificación de la estructura lógica del método empleado por SEMARNAT para la estimación de la reducción de emisiones en proyectos de transporte masivo. Elab propia, 2017

1. Se recabó información sobre los siguientes aspectos en relación con los dos escenarios presentados, “situación actual sin proyecto” y “situación con proyecto”:
 - Tipos de vehículos
 - Flota operacional (unidades/vehículos) por tipo de vehículo
 - Distancia recorrida (se intuye que está referida a la unidad de medida “km/día” y que representa la suma de los kilómetros recorridos al día por la flota operacional de un solo tipo de vehículo)
 - Tiempo de viaje.

- El horizonte de crecimiento de la flota a partir del 2014 y hasta el año 2030 para generar la “Tasa de crecimiento medio anual de la flota” (TCMA) en ese lapso de tiempo.
2. Para cada escenario por separado (sin proyecto y con proyecto) se realizaron las estimaciones de las emisiones a partir del siguiente procedimiento identificado:
 - 2.1. Se presenta el rendimiento de combustible por tipo de vehículo en unidad de medida “km/L” y el factor de emisión promedio por litro de combustible consumido por tipo de vehículo en “gCO₂ /L”. Estos dos últimos valores (rendimiento de combustible y factor de emisión por litro de combustible según tipo de vehículo) se multiplican entre sí y posteriormente el resultado se convierte a kilogramos multiplicándolo por “1000” para tener las emisiones en kilogramos de CO₂ por tipo de vehículo en un kilómetro recorrido por el mismo (kgCO₂ /km).
 - 2.2. Los factores de emisión promedio por kilómetro recorrido según tipo de vehículo estimados en kilogramos de CO₂ se presentan en un horizonte de evaluación entre 2016 o 2018 (según el proyecto) y hasta el año 2030.
 - 2.3. Se calculan los kilómetros que recorrerá diariamente cada tipo de vehículo en el horizonte de evaluación, tomando como base “los kilómetros recorridos” del primer año del horizonte, y a partir de los cuales se aplica la “tasa de crecimiento medio anual de la flota” (TCMA), para el cálculo de los kilómetros recorridos en los años posteriores intuyendo que ambos (flota y kilómetros recorridos) crecen proporcionalmente.
 - 2.4. Se estiman las emisiones al día por tipo de vehículo (en kilogramos de CO₂) a partir de la multiplicación de los kilómetros recorridos al día por tipo de vehículo según el año de evaluación por los factores de emisión promedio de ese mismo tipo de vehículo y año de evaluación.
 - 2.5. Se suman las emisiones al día (en kilogramos de CO₂) de cada tipo de vehículo según el año de evaluación para obtener el “total por uso de energía fósil” al día

- 2.6. El total por uso de energía fósil al día (en kilogramos de CO₂) se multiplica por 305 o 365 días para obtener las emisiones por operación (energía fósil) en un año del horizonte de evaluación y se divide el dato entre 1,000,000 para obtener como unidad de medida tonCO₂.
3. Finalmente se genera el balance de las emisiones por operación anual entre los dos escenarios (situación actual sin proyecto y situación con proyecto)
- 3.1. Se presentan las emisiones por año de evaluación generadas por operación en tonCO₂ del escenario situación actual sin proyecto
- 3.2. Se presentan las emisiones por año de evaluación generadas por operación en tonCO₂ de los escenarios situación con proyecto
- 3.3. Por último, se genera el balance entre las emisiones de los dos escenarios, es decir cuántas emisiones se van a mitigar por año, calculadas a partir de la resta de los valores de las emisiones generadas por la situación con proyecto el proyecto implementado a las que se tienen si no se implementara el proyecto (situación actual sin proyecto).

Observaciones (O) / Recomendaciones (R)

- O: Para la estimación de las emisiones, los factores de emisión (km/L, km/m³, km/kWh) usados en algunos proyectos corresponden a los planteados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (USEPA por sus siglas en inglés) a través del modelo MOVES⁵ y en otros los propuestos por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), esta mezcla de factores se da incluso dentro de un mismo proyecto.
R: No utilizar dos fuentes distintas de factores de emisión, ya que dificulta la obtención de resultados estandarizados y comparables.
- O: Para los resultados de la aplicación del método, tanto para el escenario situación actual sin proyecto como situación con proyecto, las “emisiones por

⁵ “Si se utiliza un modelo como MOVES o MOBILE de USEPA, el modelo COPERT de la AEMA (EPA 2005a, EPA 2005b, EEA 2005, respectivamente), debe llevarse un registro completo de todos los datos de entrada. Asimismo, deben documentarse todas las hipótesis específicas y las modificaciones del modelo.” IPCC, V2-C3 pp 3.32.

operación” se presentan con la unidad de medida “ton CO2” (toneladas de dióxido de carbono).

R: La unidad de medida no está relacionada con una temporalidad, es recomendable vincular los volúmenes de emisiones a un cierto periodo de tiempo, se propone el uso de “ton CO2/año”, como se maneja en el “IPCC” entre otros órganos o instancias especializadas en cambio climático.

- O: La aplicación del proceso de estimación de emisiones se lleva a un horizonte de evaluación hasta el año 2030.

R: Centrar la evaluación dentro de la vigencia del PECC, que es entre 2014 y 2018. El resultado a 2030 resulta interesante analizarlo para el compromiso NDC (Nationally Determined Contributions).

- O: En una nota sobre la hoja de cálculo se explica que se tomaron en cuenta 305 días hábiles de operación al año en unos proyectos y en otros 365 días. Los dos casos plantean escenarios muy extremos, en el primero se le están quitando 60 días (2 meses) a la operación anual y en el segundo simplemente se está tomando todo el año completo.

R: Se propone el uso de 321.5 días hábiles de operación promedio al año, cuyo dato resulta de múltiples análisis de casos realizados por WRI-México. Aun así debe tenerse en cuenta que cada proyecto puede tener una condición específica según su ubicación geográfica a partir de la cual existirán condiciones particulares, variando el número de días de operación anual en relación a tradiciones, costumbres, dinámicas de vida de la población e incluso a condiciones climáticas del lugar.

- O: Se presenta una mezcla de datos de CO2 con CO2 equivalente (CO2e)⁶.

R: Generar estimaciones sólo para CO2e, ya que dentro de los objetivos del PECC se estableció estimar en base a esta unidad de medida (CO2e), además de que se unifica la información, volviéndola comparable.

- O: Para la estimación de las emisiones por litro de combustible, SEMARNAT empleó un factor de emisión tomado de la “Calculadora GEI WRI”. Sin

⁶ El CO₂e incluye otros gases de efecto invernadero tales como el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O).

embargo en la hoja de cálculo no se emplean adecuadamente las unidades de medida. Declaró gramos en vez de kilogramos, ya que empleó los factores de 2.76 g CO₂/L para diésel y 2.10 g CO₂/L para gasolina.

R: Debe usar el dato de 2.8024 kg CO₂e/L para diésel y 2.1529 kg CO₂e/L para gasolina, a fin de tener CO₂e (equivalente) y no solamente CO₂.

- O: En la primera reunión se hizo el compromiso de estimar emisiones de carbono negro, no obstante dentro de las hojas de cálculo no se identificó la inclusión de las mismas.

R: Se reconoce que el carbono negro no forma parte de los compromisos del PECC. Sin embargo, es conveniente valorar la incorporación de este tipo de emisiones dentro del método, por las repercusiones de las mismas en materia de cambio climático y salud.

- O: Para el transporte eléctrico se toma un solo factor de emisión de red durante todo el horizonte de evaluación (2018-2030).

R: Si bien no es posible determinar este dato a futuro ya que cada año se produce energía más limpia a partir del avance progresivo en la tecnología, que proporcionalmente y de manera indirecta hace que el factor de red cambie, sería importante aclarar el supuesto sobre el que se trabaja.

- O: Dentro de los resultados obtenidos se reportan emisiones negativas, esto resulta poco lógico porque pareciera que se están secuestrando emisiones de CO₂.

R: Revisar el método de estimación de emisiones de GEI, así como los datos, ya que las emisiones negativas solamente se dan en las absorciones de carbono; en proyectos de transporte no es posible que este efecto llegue a suceder.

- O: Se detecta que no se consideraron las emisiones provenientes de las motocicletas dentro del método.

R: La aportación de las emisiones referente a las motocicletas adquiere relevancia en el total de emisiones por los diferentes tipos de vehículos utilizados hoy en día, por el incremento en el número de las mismas en un

periodo de tiempo corto a la fecha, además de que se había contemplado como un compromiso.

- O: Para la estimación en los proyectos de trenes, no se consideró la proyección de los vehículos que circularán después de la implementación del proyecto.

R: Es necesario considerar el número de vehículos que circularán después de la implementación del proyecto, ya que puede presentarse tanto un escenario en donde disminuya considerablemente el uso de medios de transporte privado como el automóvil, como otro en donde no exista un cambio significativo.

- O: Existe mucha información en las hojas de cálculo que no se usa en la estimación de las emisiones.

R: Omitirla o separarla a fin de no confundir a terceras personas y usuarios potenciales del método.

Revisión de los datos para la estimación de las emisiones dentro de las hojas de cálculo

La revisión de los datos se centró en las siguientes actividades: corroborar el inventario de insumos y datos necesarios que se usaron para la aplicación del método, la suficiencia de los mismos, así como la confiabilidad de las fuentes de información al respecto de las siguientes variables: demanda del sistema, kilómetros recorridos, flota operacional, ocupación y tasas de viaje, principalmente.

Observaciones (O) / Recomendaciones (R)

- O: Se detectó que la incorporación del dato de la “ocupación”, referido al porcentaje de personas respecto a la capacidad del vehículo, no es un insumo o dato necesario para comparar las estimaciones de emisiones de GEI de un nuevo proyecto contra la situación del transporte que le antecede al mismo porque los factores de emisiones están dados para aplicarse a la intensidad de operación de la flota (vehículos), sin importar si estos van llenos o vacíos.

R: Limitarse al uso de los datos referentes a los “kilómetros recorridos” o “kilómetros de operación” de los vehículos de transporte público.

- O: Dentro del proceso de estimación de emisiones, se emplearon variables de “ocupación mínima y máxima”, presentadas como “cálculos del consultor”, sin explicar el procedimiento seguido para su obtención.

R: Las ocupaciones se presentan por periodos, es decir, existe una variación de las mismas, entre horas valle y horas pico; normalmente en los proyectos de transporte este tipo de dato es registrando en los Análisis - Costo Beneficio como “ocupación promedio”, que es la suma de las ocupaciones según los diferentes intervalos horarios durante el día (hora) entre el número total de esos intervalos, sería conveniente usar este dato en lugar de los mínimos y máximos que se manejan.

- O: Se detectó que los “kilómetros recorridos” están mal calculados, ya que están relacionados con la distancia promedio de viaje de los usuarios y no al recorrido de los autobuses.

R: Considerar que los kilómetros recorridos sirven para estimar el consumo de combustible y deben calcularse como la “suma de los kilómetros recorridos por toda la flota de vehículos durante todo el día.

- O: Se detectó que los datos principales para la estimación, referentes a las variables “distancia recorrida” y “tiempo de viaje”, tanto para el escenario situación sin proyecto (situación actual) como situación con proyecto, no tienen especificadas sus respectivas unidades de medida, es decir no se aclara si son “km/día” o “km/año” para la distancia recorrida y “horas” o “minutos” para el tiempo de viaje.

R: Incluir unidades de medida a todos los datos, aunque puedan intuirse o resultar obvias, esto a fin de guiar al usuario potencial del método, bajo criterios que le permitan obtener la información de manera más eficiente, es importante manifestar como fuente primaria de datos y variables a los Análisis - Costo Beneficio de los proyectos o incluir la manera de calcular aquellos que no estén disponibles de forma directa.

Las anteriores observaciones son aplicables para los 4 proyectos. Adicionalmente y de manera particular para cada uno de los proyectos se tiene una revisión específica a través de comentarios en cada uno de los archivos de Excel proporcionados por SEMARNAT, que incluye observaciones a fórmulas, estimaciones y cálculos, datos y unidades de medida de manera muy puntual.

Sobre los resultados obtenidos

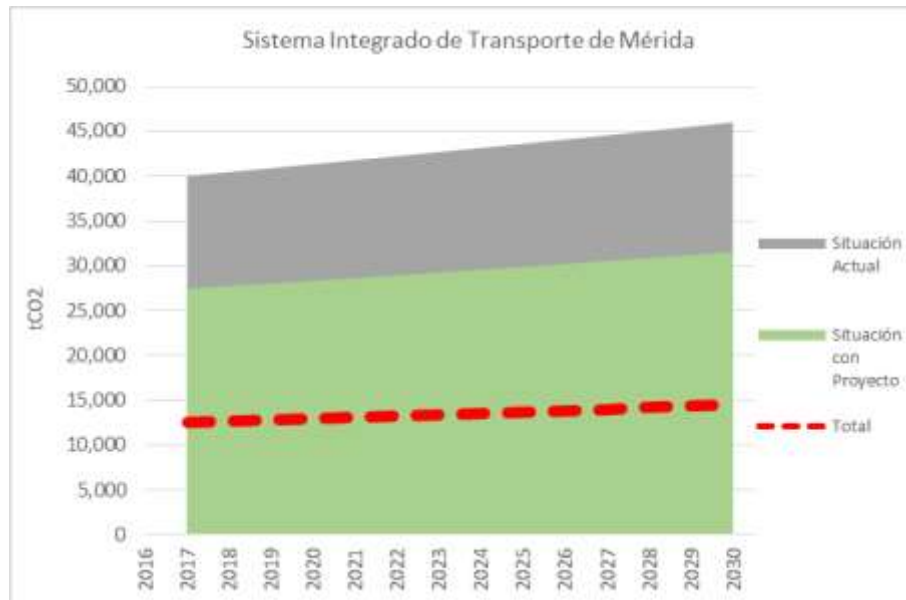
En materia de proyectos de transporte masivo la estimación de emisiones de SEMARNAT incluye dos proyectos de sistemas integrados de transportes y dos sistemas de trenes.

Con excepción del proyecto SIT Mérida, en general se obtuvieron resultados muy optimistas o sobreestimados:

- Si tomamos en cuenta que los compromisos del PECC en trenes interurbanos es de 0.22 MtonCO₂e al 2018 y de acuerdo a los resultados presentados, el tren de Toluca sólo en su primer año cumpliría cinco veces lo comprometido, toda vez que según los cálculos presentados, se tendría una reducción de alrededor de 1 MtonCO₂e en el año uno.
- Tres de los cuatro proyectos presentaron balances de emisiones negativos, es decir, no sólo se dejaría de emitir sino que además se capturaría un volumen significativo de carbono. Esto no es posible dado que este es un comportamiento típico de proyectos de secuestro de carbono y no de transporte público.

En las gráficas siguientes, para cada proyecto se presenta el resumen de las emisiones estimadas por la SEMARNAT por operación del transporte en el horizonte de evaluación de 15 años en promedio. Incluye estimaciones en situación sin proyecto, con proyecto y el balance entre ambas situaciones (diferencia entre emisiones por operación sin proyecto y emisiones con proyecto).

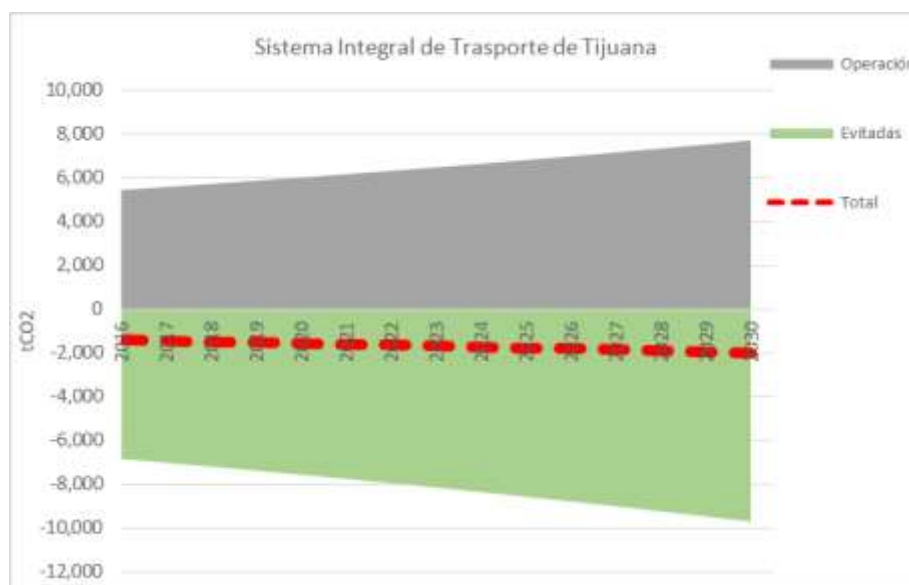
Sistema Integrado de Transporte de Mérida



Gráfica 1 - Evaluación proyecto Sistema Integrado de Transporte de Mérida. SEMARNAT, 2016

Es el único caso en que SEMARNAT reporta un balance de emisiones positivo de 13,000 tonCO₂ para el año 2018. Lo cual es más lógico que los otros casos en los se muestra un balance negativo, como si se estuviera secuestrando carbono.

Sistema Integral de Transporte de Tijuana

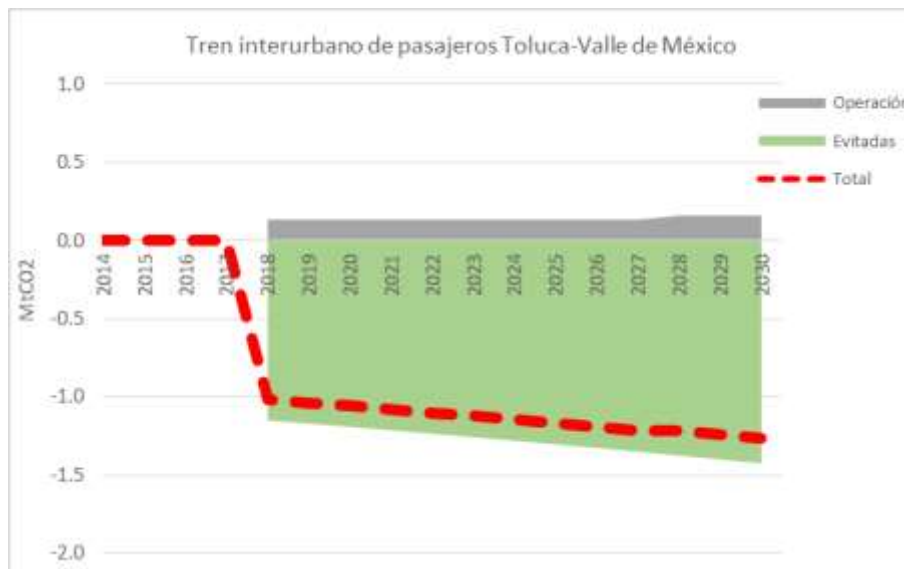


Gráfica 2 - Evaluación proyecto Sistema Integral de Transporte de Tijuana. SEMARNAT, 2016

Para el SIT Tijuana reportan emisiones negativas de casi 2,000 tonCO₂ (tomando el resultado como positivo) para el año 2018.

En conjunto tanto este proyecto como el del Sistema Integrado de Mérida suman alrededor de 15,000 tonCO₂ mitigadas en el año 2018 y la meta es del PECC a ese mismo año es de 150,000 tonCO₂e (0.15 MtonCO₂e), es decir esos dos proyectos cumplen con aproximadamente el 10% de la meta.

Tren interurbano de pasajeros Toluca-Valle de México



Gráfica 3 - Evaluación proyecto Tren interurbano de pasajeros Toluca-Valle de México. SEMARNAT, 2016

Adquiere relevancia que el proyecto del Tren Interurbano Toluca-Valle de México logre mitigar en el año 2018 1.0 MtonCO₂ (estando referido a MtonCO₂ y no MtonCO₂e) es decir cumple por si solo en más de 4 veces y en emisiones negativas la meta planteada (0.22 MtonCO₂e) de la línea de acción 3.5.6 referente a la implementación de este tipo de proyectos

Línea 3 del tren ligero de Guadalajara



Gráfica 4 - Evaluación proyecto Línea 3 del tren ligero de Guadalajara. SEMARNAT, 2016

Es relevante que también para el proyecto de la línea 3 del tren ligero de Guadalajara se reportan emisiones negativas.

En conjunto los proyectos de trenes suman alrededor de 1,010,000 tonCO₂ mitigadas en el año 2018 y la meta es del PECC a ese mismo año es de 220,000 tonCO₂e (0.22 MtonCO₂e).

En todos los casos es necesario aclarar que la unidad presentada para las emisiones es tonCO₂ y no tonCO₂e tal como están planteadas las metas del PECC.

b) Asesoría Especializada. Estimación preliminar de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en 4 proyectos de transporte público adscritos al PROTRAM

Introducción

Después del acompañamiento, revisión y emisión de la anterior “Asesoría Especializada” por parte de WRI-México, en base al método usado por el consultor contratado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para la estimación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de 4 proyecto de Transporte Público adscritos al PROTRAM; se solicitó a

WRI vía telefónica, por conducto de Francisco Quiñones y Carlos Valdés, hacer el ejercicio de la estimación preliminar de emisiones de GEI en proyectos a implementarse o ya implementados a partir del método usado al interior de WRI-México, como parte de las actividades de soporte técnico contratadas.

Es importante reiterar el carácter preliminar del ejercicio y aclarar que este no interfiere ni sustituye la labor que al respecto está llevando a cabo la SEMARNAT.

Objetivos

Estimar las emisiones de gases de efecto invernadero de los siguientes sistemas de transporte, a fin de determinar si existe una reducción de emisiones dado un escenario ExAnte y un escenario ExPost por la implementación de estos mismos:

- Sistema Integrado de Transporte de Mérida (Proyecto PROTRAM)
- Sistema Integral de Transporte de Tijuana (Proyecto PROTRAM)
- Tren interurbano de pasajeros Toluca-Valle de México (Proyecto SCT)
- Línea 3 del tren ligero de Guadalajara (Proyecto SCT y PROTRAM)

La vigencia del Plan Especial de Cambio Climático es entre el 2014 y el 2018, en este contexto se realizará la estimación de emisiones hasta el año 2018; ya que no es recomendable extenderla más allá de este periodo, debido a que se estaría aumentando la incertidumbre, principalmente en emisiones que implican consumo de energía eléctrica, la cual al paso del tiempo y con el avance tecnológico es producida en diferentes formas.

Metodología

La metodología usada para la estimación de las emisiones es la descrita en el capítulo homónimo anterior.

En este contexto y con la intención de generar valor agregado al trabajo de la estimación, se pretende realizar una metodología donde se determinen factores de emisión regionalizados, es decir con datos nacionales de contenido de carbono, densidad y poder calorífico de los principales gases efecto invernadero

(dióxido de carbono -CO₂-, metano -CH₄- y óxido nitroso N₂O), para determinar las emisiones en dióxido de carbono equivalente (CO₂e).

La información se obtendrá de los Análisis - Costo Beneficio (ACB) de los proyectos antes mencionados, aunque también será necesario recurrir a otro tipo de estudios que fundamenten la información que no sea contenido en estos.

Se estimarán las emisiones antes del proyecto (ex ante) y después de este (ex post), a fin de obtener la diferencia de emisiones entre los dos escenarios y determinar si existe reducción en toneladas de CO₂e.

A continuación, se muestra los datos mínimos requeridos para realizar la estimación.

Datos antes del proyecto / línea base de emisiones (ExAnte)

Tabla 2 - Insumos necesarios para la estimación de emisiones GEI escenario ExAnte en proyectos de transporte. Elab propia, 2017

Tipo de flota [Estructura Modal]	Factor de emisión por tipo de combustible [Combustible]	Eficiencia energética (km/L) [Intensidad Energética]	Distancia Recorrida (km/veh/día) [Actividad Total]
Van			
Minibús			
Autobús			

Datos después de implementar el proyecto (ExPost)

Tabla 3 - Insumos necesarios para la estimación de emisiones GEI escenario ExPost en proyectos de transporte que no usen electricidad como combustible. Elab propia, 2017

Tipo de flota [Estructura Modal]	Factor de emisión por tipo de combustible [Combustible]	Eficiencia energética (km/L) [Intensidad Energética]	Distancia Recorrida (km/veh/día) [Actividad Total]
Van			

Minibús			
Autobús			
Bus articulado			
Bus biarticulado			

Tabla 4 - Insumos necesarios para la estimación de emisiones GEI escenario ExPost en proyectos de transporte que usen electricidad como combustible. Elab propia, 2017

Tipo de flota [Estructura modal]	Velocidad (km/h) [Actividad total]	Potencia (kW) [Intensidad energética]	Horas de operación al día (hrs) [Actividad total]	Distancia recorrida (km/veh/día) [Actividad total]	Consumo energético (kWh/año) [Intensidad energética]
Tren					
Trolebús					
Tranvía					
Teleférico					

Sobre los resultados obtenidos

Los insumos necesarios para la estimación de las emisiones fueron recopilados de los Análisis - Costo Beneficio de los proyectos, se detectaron omisiones y diferentes niveles de detalle de información, por lo que en algunos fue necesario hacer interpolaciones, extrapolaciones o bien, algunos supuestos, los cuales se especifican en este informe.

Los resultados de las estimaciones están condicionados a la calidad de los datos debido a que no es posible contar con información de campo que compruebe la situación de los proyectos en operación.

Sistema Integrado de Transporte de Mérida (Proyecto PROTRAM)

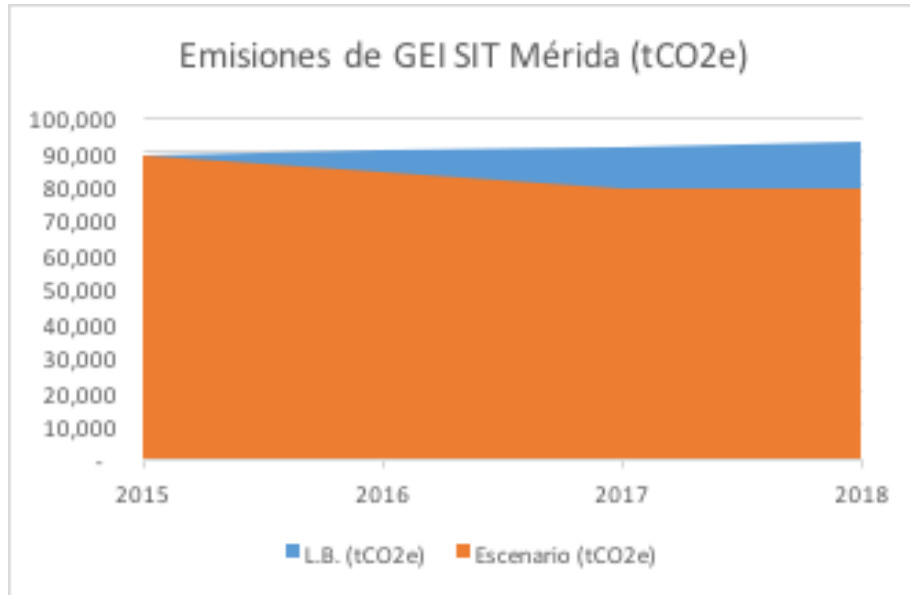
El proyecto consiste en implementar un sistema integrado de transporte para la Zona Metropolitana de Mérida, tanto en términos operativos, de infraestructura y tarifarios; este se encuentra estructurado en cuatro etapas, de las cuales solo las tres primeras impactan directamente en la reducción de emisiones de GEI:

- Etapa 1. Implementación de 7 Circuitos
- Etapa 2. Implementación de 6 Corredores
- Etapa 3: Implementación de 8 Corredores

En ese sentido, con ésta información y con la detallada para cada ruta estudiada en la ciudad se obtuvieron los datos descritos en la siguiente tabla y gráfica.

Tabla 5 - Evaluación proyecto Sistema Integrado de Transporte de Mérida. WRI-México, 2017

Año	L.B. (tCO2e)	Escenario (tCO2e)	Reducción (tCO2e)
2015	89,158	89,158	-
2016	90,282	84,376	5,906
2017	91,419	79,466	11,954
2018	92,571	79,251	13,320
		Total	31,180



Gráfica 5 - Evaluación proyecto Sistema Integrado de Transporte de Mérida. WRI-México, 2017

Sistema Integral de Transporte de Tijuana (Proyecto PROTRAM)

Según la información contenida en el Análisis - Costo Beneficio, la implementación del proyecto permitirá reducir de 1,114 unidades (251 mil kilómetros al día recorridos por esta flota) registradas en Situación sin Proyecto a solo 561 unidades (148 mil kilómetros al día recorridos por esta flota).

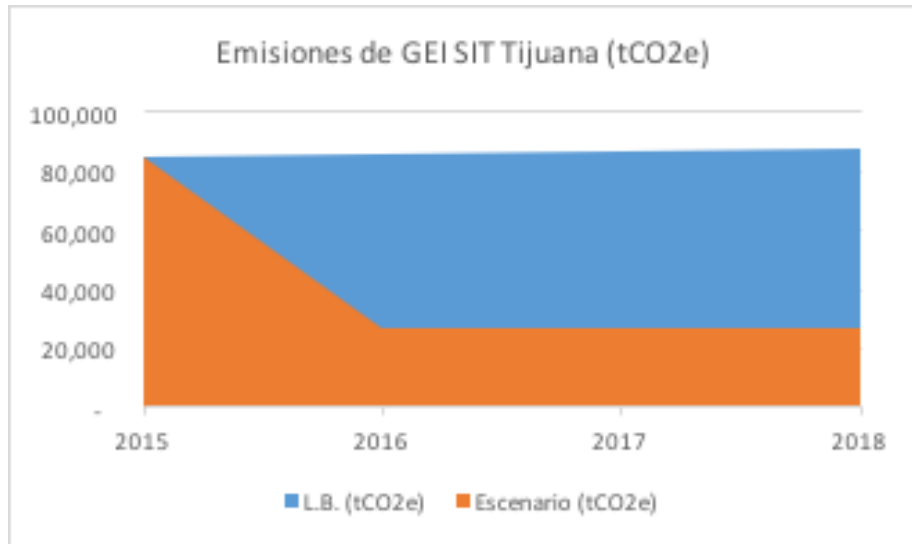
El proyecto en su línea base contempla 121 rutas que operan con 3060 unidades, la reestructuración consiste en un total de 48 rutas con 1250 unidades, de las cuales 561 son nuevas y de estas 303 son a gas natural comprimido, incluidos autobuses articulados.

Los resultados obtenidos por la implementación de este Sistema Integrado de Transporte, se resumen en la siguiente tabla y gráfica.

Tabla 6 - Evaluación proyecto Sistema Integrado de Transporte de Tijuana. WRI-México, 2017

Año	L.B. (tCO2e)	Escenario (tCO2e)	Reducción (tCO2e)
2015	84,655	84,655	-
2016	85,502	26,669	58,833
2017	86,357	26,669	59,688

2018	87,221	26,669	60,551
		Total	179,072



Gráfica 6 - Evaluación proyecto Sistema Integrado de Transporte de Tijuana. WRI-México, 2017

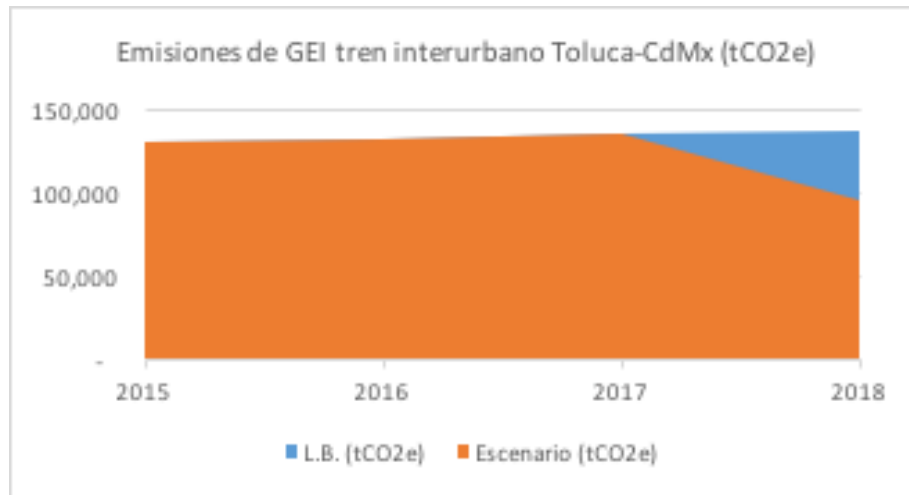
Tren interurbano de pasajeros Toluca-Valle de México (Proyecto SCT)

El presente proyecto consiste en un servicio de transporte masivo regional de tipo ferroviario que conecte la Zona Metropolitana de Toluca con la Zona Metropolitana del Valle de México; el sistema cuenta con una longitud de 57.7 km en la cual se distribuyen 6 estaciones.

Su velocidad máxima será de 160 km/h, aunque en promedio se calcula que circulará a una velocidad de 90 km/h, el tiempo de recorrido entre las estaciones terminales será de aproximadamente 39 minutos, mientras que el ciclo completo será inferior a 90 minutos. La capacidad máxima del tren en hora de máxima demanda será 15,660 pasajeros en una frecuencia de paso de entre 4 y 6 minutos. Se estudiaron 72 rutas, las cuales cuentan con un total de 2251 unidades, de esta flota el 85% son autobuses, solamente en las rutas que parten del paradero Cuatro Caminos se detectaron vans, combis o minibuses, las cuáles en su conjunto suman 372 unidades; a partir de estos datos se estimó lo siguiente.

Tabla 7 - Evaluación proyecto Tren Interurbano de Pasajeros Toluca-ZMVM. WRI-México, 2017

Año	L.B. (tCO2e)	Escenario (tCO2e)	Reducción (tCO2e)
2015	130,399	130,399	-
2016	132,746	132,746	-
2017	135,136	135,136	-
2018	137,568	95,815	41,753
		Total	41,753



Gráfica 7 - Evaluación proyecto Tren Interurbano de Pasajeros Toluca-ZMVM. WRI-México, 2017

El estudio considera que el 7.53% de los pasajeros provendrán del transporte privado; para este análisis, solamente se consideró la demanda de pasajeros que en situación ExAnte son usuarios de transporte público.

Dentro del ACB de este proyecto no se brinda la suficiente información sobre las características técnicas del tren que permitan determinar datos necesarios para la estimación de las emisiones como el consumo energético del vehículo y la eficiencia promedio, en este caso los km/kWh, y en consecuencia establecer factores de emisión y las respectivas emisiones; en ese sentido, a falta de esta información se acordó usar los datos técnicos del tren que se plantea en la implementación del proyecto Línea 3 del tren ligero de Guadalajara.

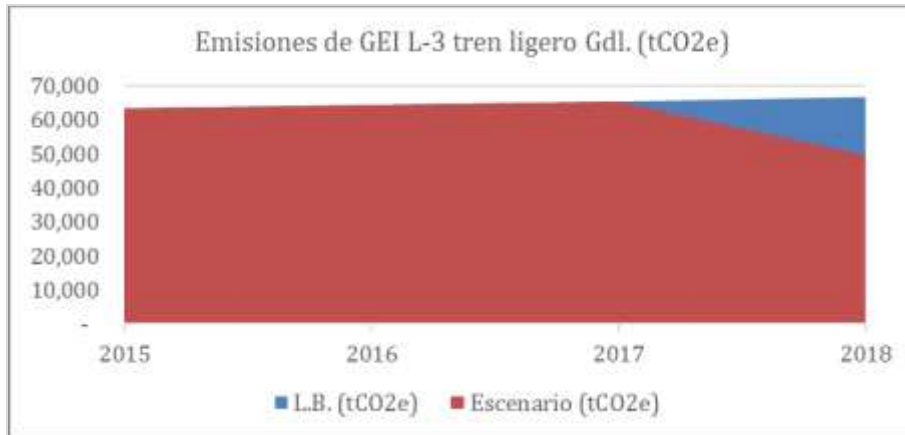
Línea 3 del tren ligero de Guadalajara (Proyecto SCT y PROTRAM)

El proyecto consiste en la implementación de la tercera línea del Sistema de Tren Ligero de la Zona Metropolitana de Guadalajara; la longitud del proyecto es de 21.3 km, en la cual se distribuyen 18 estaciones. La flota al inicio de operaciones del proyecto, será de 16 trenes con una capacidad estimada de 500 pasajeros por tren. El proyecto plantea conjuntamente al desarrollo de la línea, el reordenamiento de las rutas que actualmente circulan en la zona de influencia.

En ese sentido, se modifican o eliminan algunas rutas de transporte público, disminuyendo el número de unidades en circulación. La flota considerada antes de proyecto es de 1040 unidades, una vez implementado el mismo se reduce el número a 812; la reducción de los kilómetros recorridos será de 30.6 millones de kilómetros al año, considerando ya los 2.3 millones de kilómetros que recorrerá anualmente el tren. Con esta información se tienen los siguientes resultados.

Tabla 8 - Evaluación proyecto Línea 3 Sistema Tren Ligero de Guadalajara. WRI-México, 2017

Año	L.B. (tCO₂e)	Escenario (tCO₂e)	Reducción (tCO₂e)
2015	63,349	63,349	-
2016	64,426	64,426	-
2017	65,521	65,521	-
2018	66,635	49,426	17,210
		Total	17,210



Gráfica 8 - Evaluación proyecto Línea 3 Sistema Tren Ligero Gdl. WRI-México, 2017

Conclusiones

Resultados de los estudios

Para cada producto desarrollado en el proyecto se tienen las siguientes conclusiones y resultados:

a) Asesoría Especializada. Revisión de las estimaciones de GEI en 4 proyectos PROTRAM realizada por SEMARNAT, en el marco de los compromisos del PECC

El método y calidad de los datos de actividad

No se presentó un método explícito por lo que, para poder emitir opinión al respecto, fue necesario que de cada archivo se dedujera el proceso que siguió SEMARNAT para la estimación de las emisiones.

Se identificó que cada archivo atiende a una lógica de cálculo y un manejo particular de datos y unidades de medida; es decir, las hojas de cálculo no plantean un manejo estándar de la información y queda a criterio del calculista el uso de datos, fórmulas y unidades de medida. Esto dificulta la comparación de resultados entre diferentes proyectos y la relación de dichos resultados con los compromisos del PECC.

Asimismo, se identificaron inconsistencias en el modo que se considera generalmente aceptado para la estimación de emisiones en proyecto de

transporte, entre las cuales destacan el uso combinado de factores de emisión de diferentes fuentes en un mismo proyecto; el uso equivocado de conceptos; y, el uso de unidades de medida erróneas.

Consideramos que se debe afinar una hoja de cálculo estándar que sirva de base para las estimaciones de cualquier proyecto de transporte masivo, que minimice el número de variables por definir por parte del calculista.

Los resultados

Los resultados presentados no deben ser considerados definitivos para evaluar el cumplimiento del PECC en tanto no se afine el método y las herramientas para la estimación de emisiones.

Con excepción del proyecto SIT Mérida, en general se obtuvieron resultados muy optimistas o sobreestimados, por ejemplo:

- Si tomamos en cuenta que los compromisos del PECC en trenes interurbanos es de 0.22 MtonCO₂e al 2018 y de acuerdo a los resultados presentados, el tren de Toluca sólo en su primer año cumpliría cinco veces lo comprometido en el PEEC, toda vez que según los cálculos presentados, se tendría una reducción de alrededor de 1 MtonCO₂e en el año uno.
- Tres de los cuatro proyectos presentaron balances de emisiones negativos, es decir, no sólo se dejaría de emitir sino que además se capturaría un volumen significativo de carbono. Esto no es posible dado que este es un comportamiento típico de proyectos de secuestro de carbono y no de transporte público.

Conclusiones

Separar las estimaciones de reducción de emisiones en 4 diferentes archivos de *Excel* con variaciones considerables en el proceso de estimación de emisiones como la presentó SEMARNAT es poco útil porque no permite comparar los proyectos, al no existir una estandarización del proceso que permita ingresar las mismas variables e insumos de características semejantes.

Las hojas de cálculo no plantean una orientación clara sobre el procedimiento a seguir para el cálculo de emisiones en proyectos de transporte masivo. Lo más recomendable sería adaptar el trabajo a fin de generar una sola herramienta de manejo estándar, con una metodología escrita a modo de un manual para el manejo de la misma por terceras personas, y de preferencia, con un anexo técnico que explique con mayor detalle la fuente de información empleada (factores de emisión y variables utilizadas).

Los resultados presentados no deben ser considerados definitivos para evaluar el cumplimiento del PECC en tanto no se afine el método y las herramientas para la estimación de emisiones.

Como recomendación final para la SEMARNAT, en este tipo de procesos, relacionados estrechamente a investigación y datos cuantitativos, el método es una parte obligada para la presentación de resultados, es decir, un dato por si solo, no permite comprobar la asertividad del mismo sin explicar cómo se obtuvo. Disponer de un método genera resultados más confiables, entendibles, pero sobre todo comparables; esta última característica se vuelve fundamental en la labor de la estimación de emisiones, ante la necesidad de tener puntos de referencia que permitan observar los cambios presentados entre dos o más escenarios.

b) Asesoría Especializada. Estimación preliminar de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en 4 proyectos de transporte público adscritos al PROTRAM

Conclusiones

Los resultados obtenidos de los cuatro proyectos de transporte publico analizados reportan según la información contenida en los diferentes Análisis Costo Beneficio, una reducción acumulada a 2018 de .27 MtCO₂e,

En este contexto, la meta propuesta por el PECC 2014-2018 es reducir 0.37 MtCO₂e al año; si consideramos cuatro años de ejecución de este Programa, el acumulado de reducción de emisiones es de 1.48 MtCO₂e, por lo que, con la estimación de los 4 proyectos se estaría cubriendo el 18% de la meta.

Más del 66% de las reducciones obtenidas en conjunto por los 4 proyectos corresponden al Sistema Integrado de Transporte de Tijuana, esta reducción es significativa pero es coherente con la naturaleza del proyecto que establece reducir cerca de la mitad del recorrido que hace la flota en situación ExAnte, aunado a que los vehículos que se plantean implementar en su mayoría operan a gas natural.

Para los trenes de Guadalajara y Toluca-Valle de México, se consideró que habría reducción de emisiones únicamente a partir de 2018 por la fecha en que está prevista su entrada en operación, los dos proyectos suman una contribución del 22% del resultado total de este estudio.

Condiciones de operación de los proyectos (en caso de que se hayan realizado)

Los problemas de desplazamientos de las personas al interior de la ciudades, están ejerciendo presión para que la movilidad se convierta en un derecho; los índices de motorización aumentan por la adquisición de vehículos particulares ante una falta de políticas públicas que favorezcan en mayor medida a aquellos agentes que se encuentran a la cabeza de la pirámide invertida de valores y jerarquía de la movilidad urbana, en donde los dos niveles más altos son ocupados por movilidad activa, es decir, primero peatón y después ciclistas, pasando a modos motorizados: transporte público, transporte de carga y finalmente automóviles particulares.

Hoy el transporte público es constantemente asediado por la crítica social, principalmente por la baja calidad en el servicio ofertado; está confirmado que en cuanto una persona tiene la capacidad económica para adquirir un auto particular lo hace, a pesar de los altos costos que implica su adquisición, uso diario y mantenimiento, aunado a la alta exposición a problemas de tránsito y accidentes. En este contexto, la inversión pública durante los últimos años se ha centrado más en resolver los problemas de los usuarios del auto particular, que en generar inversión e infraestructura para el peatón, los ciclistas y los usuarios del transporte

público, a pesar de que el 80 por ciento de la población se desplaza diariamente en transporte público.

Desde hace dos años que comencé a trabajar en el tema del transporte público, he caído en la convicción de la transformación urbana que viene a partir de la implementación de sistemas de transporte público masivo, principalmente sistemas BRT; los tiempos de viaje de los usuarios disminuyen, la calidad del servicio que se les ofrece a estos últimos mejora considerablemente, volviéndose más seguro ante una mayor regulación pública, los costos de operación son menores, se presentan beneficios ambientales como los observados dentro del presente proyecto, en fin, la balanza eminentemente se ubica del lado positivo.

Aun así, a casi una década de iniciada esta transformación de la movilidad, es necesario redirigir el esfuerzo; las debilidades y amenazas ya no están presentes en la formulación e implantación de proyectos, si no en la operación y seguimiento de los sistemas. En ese sentido, retomando las reglas de operación del Programa Federal de Apoyo al Transporte Masivo (PROTRAM), estos sistemas de transporte público deben de ser económicamente rentables y autosustentables, es decir, por ningún motivo debe de subsidiarse el servicio ofrecido.

La realidad es que lo proyectado casi siempre es distante a lo que se implementa, actualmente sistemas como la Línea 1 del Sistema BRT Vivebús Chihuahua o la Línea 1 del Sistema BRT ACAbús en Acapulco, presentan problemas financieros por la falta de un seguimiento técnico y especializado al inicio de operaciones, aunado a que no se han diseñado guías o metodologías que permitan a los encargados de los sistemas adquirir la capacidad de llevar a cabo los procesos que implica el seguimiento integral de la operación.

Por otro lado, en estos escenarios ExPost, otra condición importante para la operación de los proyectos, es comprobar los beneficios sociales planteados, destacando los ahorros en tiempo de viaje, ahorros económicos en costos de viaje, ahorros en costos de operación vehicular, beneficios ambientales como los desarrollados en el proyecto de este documento, entre otros; en este contexto ya se han comenzado a elaborar “Informes de ejecución y evaluaciones ExPost de

los sistemas”, por requerimiento de la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, participando activamente WRI México en la labor.

En síntesis, las dos grandes condiciones que debe seguir la operación de los sistemas de transporte público son:

- Rentabilidad económico financiera: La rentabilidad económico financiera consiste en que el sistema sea autosustentable, es decir, que no requiera subsidio para su operación; en ese sentido, se espera que se genere un excedente económico para las partes involucradas en la operación: tanto los concesionarios que prestan el servicio de transporte público, aquellos que prestan el servicio de control y gestión del servicio, los del recaudo de la tarifa, así como para el pago a aquellos agentes o entidades que proporcionaron un financiamiento para la implementación del proyecto.

El cálculo de la rentabilidad económica financiera se estipula dentro del Análisis Costo Beneficio (ACB) de los proyectos, de acuerdo a los lineamientos para la elaboración de ACB emitidos por la Unidad de Inversiones de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público, a través de 4 principales indicadores económicos:

- El Valor Presente Neto (VPN): este indicador es el resultado de la suma de los flujos de un proyecto, convertidos éstos a valor presente mediante la tasa social de descuento; la SHCP en sus lineamientos estipula una tasa del 12% anual en términos reales
- La tasa interna de retorno (TIR): este indicador es la tasa que iguala el VPN de los flujos del proyecto con su inversión inicial. Es decir, la TIR es aquella tasa de descuento que iguala el VPN del proyecto a cero. Una TIR mayor que la tasa de descuento del proyecto indica que éste ofrece una rentabilidad mayor que la mínima exigida por la sociedad a través de la tasa social de descuento seleccionada.
- La tasa de retorno inmediato (TRI) se utiliza fundamentalmente para determinar el momento óptimo para realizar la inversión. Esto es, a partir de qué año la TRI es mayor que la tasa social de descuento como factor de actualización de precios.

- Finalmente, la razón beneficio – costo social (B/C) permite comparar la magnitud de los flujos positivos generados por el proyecto traídos a VPN en relación con sus flujos negativos también estimados en VPN. En este contexto, los flujos negativos se refieren a la inversión total del proyecto que incluye entre otras cosas, el costo de la infraestructura, tecnología, costo de la socialización, así como el costo por las afectaciones y los impactos durante la Implementación del proyecto; los flujos positivos serán entonces los referidos a la rentabilidad social del proyecto que a continuación se describe
- Rentabilidad social: la rentabilidad social es el valor que los proyectos aportan a la sociedad como beneficios a adquirir una vez que se ejecutan y ponen en marcha. Esta rentabilidad puede ser positiva independientemente de si la rentabilidad económica del proyecto lo es o no y viceversa.

El principal indicador de rentabilidad social que estipula la Secretaria de Hacienda y Crédito Público es la disminución del Costo Generalizado de Viaje, el cual representa:

- Por un lado los ahorros en los costos de operación y mantenimiento que resultan de la diferencia entre los Costos de Operación Vehicular (combustible, lubricantes, llantas, depreciación y mantenimiento de los vehículos) de la situación sin proyecto y con proyecto.
- Y los costos por ahorro en tiempos de viaje, dada la implementación de un nuevo proyecto de transporte público; el ahorro en tiempo se obtiene cómo la diferencia de los tiempos totales de viaje promedio en transporte público de la situación sin proyecto y situación con proyecto (tiempo de recorrido, tiempo de espera, tiempo de ascenso y descenso de los vehículos, tiempo de transbordo), este tiempo está dado en pasajero horas u horas hombre para posteriormente ser monetizadas a un tipo de cambio.

Otros indicadores que pueden ser incluidos como parte del cálculo de la rentabilidad social del proyecto, aunque su monetización puede generar un grado de incertidumbre, son:

- Ahorros por la disminución de accidentes viales
- Ahorros por mejoras en la imagen urbana
- Ahorros por la disminución de emisiones contaminantes

Aportaciones teóricas y/o prácticas a la disciplina del urbanismo

Terminar la maestría a la par de haberla cursado trabajando en labores relacionadas al urbanismo al interior de WRI México, me permitieron darme cuenta el esfuerzo que implica transformar las diferentes partes que componen la ciudad y todo el trabajo que falta por hacer en estas; ya sea en aquellas unidades territoriales más pequeñas como lo son lo centro de población, hasta en las recientes megalópolis, se necesitan de especialistas entre los que destacan los urbanistas.

El fin último de nuestra labor desde mi punto de vista es mejorar la calidad de vida de las personas que habitan las urbes. En ese sentido, resulta difícil concebir y cuantificar la cantidad de trabajo que se necesita hacer, para solucionar los problemas y cubrir las necesidades que se demandan en las urbes; el proyecto desarrollado en este documento, referente a la estimación de emisiones de GEI en proyectos de transporte público, hizo que me diera cuenta los diferentes plazos que requiere planear, desarrollar y operar un proyecto relacionado con el urbanismo.

A partir de estas ideas, primero detecto que las aportaciones del presente proyecto a la disciplina del urbanismo son totalmente prácticas, por un lado es la labor de la estimación de las emisiones de GEI de los proyectos, a fin de abonar información para el logro de la meta específica planteada en el Programa Especial de cambio Climático 2014-2018, es decir, la aportación es empleada directamente por el Gobierno Federal a través de sus instituciones correspondientes.

Por otro lado, considero que por encima de la aportación anterior se encuentra la “Metodología de Línea Base de Emisiones GEI y Escenarios de Reducción para Proyectos de Transporte Público” a través de la cual se llevaron a cabo las estimaciones; considero que esta metodología es una gran logro de CTS EMBARQ México – WRI México para capacitar y darle

herramientas de uso estandarizado a autoridades públicas y promotores de proyectos de transporte público, en el marco del cálculo y estimación de los beneficios sociales que requieren estos proyectos para llevar a cabo su implementación.

Todo esto me lleva finalmente a pensar, que dado el gran trabajo que se requiere hacer y la falta de capacidad técnica y de gestión de aquellos servidores públicos y gobernantes quienes son los que al final toman gran parte de las decisiones y acciones que se llevan a cabo dentro de las ciudades, nuestro esfuerzo como profesionistas especializados en la materia, debe de centrarse en generar guías y metodologías que permitan sintetizar las diferentes labores que requieren los procesos urbanos, tal como en su momento lo fueron los manuales para la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano de Centros de Población. Solo así, “midiendo y escalando”, es como podremos avanzar al ritmo que avanzan las transformaciones urbanas hoy en día.

Crítica o autocrítica de la actividad realizada

La presente metodología a través de la cual se estimaron las emisiones de gases de efecto invernadero en proyectos de transporte público, no es la primera, ni la única; el esfuerzo por cubrir los temas de la agenda de cambio climático principalmente al interior de las ciudades está en constante transformación dado que a pesar de que todo esto no es algo nuevo, apenas se le está prestando la importancia necesaria.

La tecnología enfocada a reducir los efectos en el clima y el medio ambiente, así como de ahorro y eficiencia en el uso de los recursos como la energía, modifica constantemente información y productos. En este contexto, los métodos para la estimación de Gases de Efecto Invernadero, como el usado en el presente proyecto, están siendo regularmente actualizados y refinados, es decir, si bien hoy es factible el uso de este método, posiblemente en el futuro sea obsoleto.

Cada metodología tiene un objetivo específico de acuerdo a lo que se pretende hacer con los resultados, entre las desventajas que se tienen al hacer uso de estos métodos están principalmente la disponibilidad de los datos y el costo asociado a

los cálculos y recolección de información; en ese sentido es necesario aclarar que el trabajo implica una estimación y no un cálculo, ya que al presentarse obstáculos durante el proceso resulta necesario inferir, es decir, extraer juicios o conclusiones propias y en cierto grado subjetivas, a partir de lo que se dispone para seguir continuando.

Es por eso, que a pesar de que ambos métodos de estimación, tanto el usado por la SEMARNAT como el usado por WRI México, arrojan resultados diferentes y distantes a pesar de que son muy semejantes en su estructura. Cada método responde a un enfoque, un propósito, los contaminantes a incluir y la fuente de los mismos, una temporalidad, la cobertura geográfica y una resolución espacial; las posibilidades de combinaciones entre estas variables pueden determinar la misma cantidad de métodos a estructurar y usar.

Finalmente es necesario reiterar que la “Metodología de Línea Base de Emisiones GEI y Escenarios de Reducción para Proyectos de Transporte Público” realizada por CTS EMBARQ México (hoy WRI México) en 2014, es de una rigurosidad media, es decir, está sujeta a los datos disponibles e insumos existentes, no requiere un grado profundo de especialización en la materia, solo los conocimientos y la noción de los conceptos incluidos, que le permitan al usuario de la misma seguir la serie de pasos que implica el método; recordando en este contexto, que la metodología está enfocada para que los gobiernos de las ciudades y promotores de los proyectos puedan usarla para estimar el potencial de mitigación (o la reducción, si el proyecto ya está implantado) dada la implementación de proyectos de transporte público, de una manera práctica y sin el empleo de muchos recursos económicos y humanos.

Recomendaciones generales para el desempeño profesional y específicas, relativas a la formación de urbanistas en maestría

El urbanismo como disciplina que se encarga de estudiar los asentamientos humanos y las ciudades, hoy promete, desde mi punto de vista una de las más grandes proyecciones profesionales; todos los días en todos lados, escuchamos el mismo discurso sobre que en algunas décadas más, dos de cada tres personas

vivirán en ciudades y que estas últimas producirán hasta el 80 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) mundial.

Si bien, por un lado la ciudad se consolida como el lugar en donde las condiciones de vida de las personas pueden mejorar, también son evidentes las contradicciones que traen consigo los procesos de urbanización: desigualdad económica, segregación socio-espacial, asentamientos irregulares, precios del suelo y de la vivienda elevados, es decir, el costo que implica vivir en una ciudad no coincide con los ingresos que percibe la mayor parte de la población por el empleo de su fuerza de trabajo.

Hoy, fenómenos con la globalización incluidas las estructuras económicas que la acompañan, hacen que estos problemas sean endémicos, repitiéndose constantemente; la cuestión urbana ya no se limita al estudio de la localización y el territorio como unidades político-administrativas; la disciplina está obligada a transformarse en multi-disciplina, abriendo la necesidad de nuevas agendas, como la relacionada al clima, la movilidad, el medio ambiente y los recursos naturales, la legislación y por supuesto la gestión.

El Estado ha perdido la capacidad de imponerse ante los intereses privados, la ciudad está hecha por la fuerza del mercado, en particular la del mercado inmobiliario que influye en gran medida durante el proceso de ordenamiento del territorio urbano; en ese sentido, mis recomendaciones para la formación de urbanistas dentro de la maestría serían:

- Exigir a los aspirantes a la maestría en urbanismo, un nivel alto de dominio del español cuando este sea lengua materna, es decir que sea fluido tanto hablado como en lectura, escritura y entendimiento; ya que considero que actualmente se presentan deficiencias de redacción y ortografía, las cuáles limitan la calidad de los productos que se entregan.
- Orientar y enseñar a los alumnos para que lleven a cabo análisis en lugar de simples crónicas; hoy mucha de la labor que se hace de investigación dentro del programa y me incluyo como parte del problema, solo se queda en una simple descripción, narración o crónica de lo que ya es evidente, de lo que es

visible, un discurso más entre los que ya existen. **Considero que es necesario transmitir métodos que permitan encontrar y definir el problema eficazmente, que permitan crear y aportar nuevo conocimiento.**

- Actualmente las labores técnicas están generando muchos nichos de mercado, estas se convierten en actividades altamente remuneradas; en ese sentido, si bien el enfoque de la maestría es profesionalizante, en mi experiencia y enfoque personal creo que es necesario, específicamente dentro del campo de Desarrollo Urbano y Regional, (en el cuál curse la maestría) darle más peso a la enseñanza de labores técnicas. En mi opinión, el Taller de Investigación III me resultó, el mejor de los cuatro talleres que se imparten, por el enfoque técnico que tiene y el producto final que se genera para el curso.
- Lo que no se puede medir, no se puede transformar; considero que dentro del urbanismo, el método científico, basado en lo empírico y en la medición, resulta enriquecedor durante el proceso de investigación. A mi punto de vista en el análisis urbano a partir de este método, la investigación cuantitativa es fundamental para lograr un cambio que sea tangible y más creíble, y si bien este enfoque no lo resuelve todo, y es necesario acompañarlo del punto de vista cualitativo, el resultado que se obtiene a través del primero gana más objetividad, en comparación con el segundo, en donde la balanza se inclina hacia la subjetividad.
- Finalmente, creo en la necesidad de capacitar a los alumnos durante la maestría para que adquieran habilidades en oratoria, es decir que sean capaces de hablar en público con el objetivo de transmitir las ideas de manera clara, enfocado a la labor docente que podemos desempeñar y también a la labor que implica la gestión de proyectos y de convencer para así lograr vender nuestro conocimiento y nuestros productos tanto al sector público con el que generalmente se trabaja en el ámbito del urbanismo y también con agentes privados.

Específicamente para el posterior desempeño laboral de los egresados considero:

- La necesidad de que la Academia influya verdaderamente en la agenda pública y política; hoy la fuga de cerebros y talentos mexicanos hacia el exterior del país va en aumento; a cada año son publicadas cientos de tesis e investigaciones que comprueban a través de diferentes métodos y enfoques la capacidad de resolver problemas, incluidos los urbanos; la calidad de estos productos llega a ser más grande que aquellos que se producen en el ámbito profesional.
- En el contexto del punto anterior, considero que es necesaria la creación de bolsas de trabajo y convenios de la Academia con el sector público y privado para ayudar a que los egresados puedan insertarse más fácilmente en el campo laboral, inclusive a partir de que estos últimos se encuentren cursando la maestría.
- En mi percepción personal, actualmente los egresados salen altamente cualificados, pero por la falta de conocimiento de los lugares o puestos donde pueden trabajar o la falta de relaciones públicas les resulta muy difícil emplearse dentro del sector del urbanismo, ocupando puestos de trabajo relacionados al primer grado profesional que ostentan (licenciatura, ingeniería) o inclusive a puestos que no tienen relación con sus estudios.

Bibliografía

CTS EMBARQ México. (2014). *Metodología de Línea Base de Emisiones de GEI y Escenarios de Reducción para Proyectos de Transporte Público*. Ciudad de México: CTS EMBARQ México.

Gobierno de la República. (2014). *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*. México: Gobierno de la República.

Gobierno de la República. (4 de Agosto de 2017). *El portal único del Gobierno*. Obtenido de <https://www.gob.mx/banobras/que-hacemos>

Gobierno de la República. (4 de Agosto de 2017). *El portal único del Gobierno*. Obtenido de <https://www.gob.mx/banobras/acciones-y-programas/fondo-nacional-de-infraestructura-fonadin>