

# *Caja de Herramientas para la Preparación de un Plan de Movilidad de Bajo Carbono*



Mayo 2017

Derechos de Autor © PNUMA, 2017

ISBN : 978-92-807-3646-5

Job No: DTI/2099/PA

Traducción al español:

Rose Marie Vargas, La Paz-Bolivia (simitijrarosemarie@gmail.com)

Diseño:

Magnum Custom Publishing

New Delhi, India

info@magnumbooks.org

La presente publicación puede reproducirse total o parcialmente con propósitos educativos o sin fines de lucro, en cualquier formato y sin permiso especial de quien detenta los derechos de autor, siempre que se cite la fuente. El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) agradecerá recibir una copia del documento para el cual se utiliza esta publicación como fuente. Esta publicación no puede utilizarse para reventa o con ningún otro fin comercial, sin la autorización previa y por escrito del PNUMA.

Limitación de responsabilidad:

Las denominaciones y la presentación del material utilizadas en la presente publicación no implican en absoluto expresión de opinión alguna por parte del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, respecto al estatus legal de ningún país, territorio, ciudad o área, ni de sus autoridades o en cuanto a la delimitación de sus fronteras o linderos. Es más, los puntos de vista expresados no necesariamente representan la decisión o política del PNUMA, y la mención de nombres o procesos comerciales no implica que los refrenda.

Fotografía de la portada:

Ciclistas en ciclovia de Concepción, Chile. Cortesía de *Solutiva Consultants*.

Tranvía de Helsinki, Xavi R Pinteno, Flickr <https://www.flickr.com/photos/frikjan/7125791137/>

BRT Delhi, Centre for Urban Equity, CEPT

Electric Car, <https://www.flickr.com/photos/7317295@N04/8587181932>

Para citar la fuente se recomienda: UNEP (2016). A Toolkit for Preparation of Low Carbon Mobility Plan. United Nations Environment Programme, Nairobi.

La versión en línea de esta Caja de Herramientas está disponible en: <http://www.unep.org/transport/lowcarbon/toolkit/>

# *Caja de Herramientas para la Preparación de un Plan de Movilidad de Bajo Carbono*

**Mayo 2017**

# Reconocimientos

---

El punto de partida para la presente caja de herramientas es el *Comprehensive Mobility Plan* (Plan Exhaustivo de Movilidad, CMP, por su sigla en inglés) revisado (2014) del Ministerio de Desarrollo Urbano de India, el cual fue desarrollado por el Instituto de Transporte Urbano (ITU) de Delhi, la Asociación PNUMA-UTD, junto a socios de la India, del *UN Environment Project Promoting Low Carbon Transport* (Programa de la ONU para la Promoción del Transporte de Bajo Carbono) en la India.

Con la revisión, la caja de herramientas para el CMP se transformó en una caja de herramientas para la Preparación de un Plan de Movilidad de Bajo Carbono (PMBC) destinado a su aplicación global por parte de un equipo de investigadores integrado por el Dr. Subash Dhar, el Dr. Talat Munshi y el Dr. Minal Pathak. Nuestro especial agradecimiento a Kamala Ernest del PNUMA por su valioso apoyo e insumos para la conclusión de la presente caja de herramientas.

Deseamos agradecer a los autores de la caja de herramientas PMC: M.L. Chotani, Kanika Kalra y Vijaya Rohini del ITU, a nuestros socios en la India, profesores Darshini Mahadevia (Universidad CEPT), Geetam Tiwari (Institute of Technology Delhi, IITD India), y PR. Shukla (Institute of Management Ahmedabad, IIM, India). Asimismo nuestro agradecimiento es extensivo a los consultores de los PMBC: Dr. Anvita Arora (Innovative Transport Solutions Pvt Ltd, iTrans) y Sr. Ranjan Jyoti Dutta (Urban Mass Transit Company Limited, UMTC).

El equipo agradece a los expertos en transporte global: Sra. Akshima Ghate (Universidad de TERI), Sr. Bert Fabian (PNUMA), Dr. Jorge Rogat (Asociación PNUMA-UTD), Sra. Kanika Kalra (ITU), Sr. Debashish Bhattacharjee, Sra. Stefanie Holzwarth (ONU-Habitat), Sr. Julien Allaire (Cooperation for Urban Mobility in the Developing World, CODATU) y Sr. Christopher Kost (Institute for Transportation & Development Policy, ITDP). La caja de herramientas se vio ampliamente beneficiada con sus críticas e intuitivos comentarios y sugerencias. El equipo desea asimismo expresar su reconocimiento a la Srta. Rasa Narkeviciute por sus variados comentarios.

Apreciamos el respaldo editorial de la Srta. Josephine Baschiribod por el borrador final y del Sr. Steve Kinuthia por la versión en línea de la presente caja de herramientas.

**Con el apoyo (basado en una decisión del Parlamento Alemán) del:**



**Ministerio Federal para el Medio  
Ambiente, Conservación de la  
Naturaleza y Seguridad Nuclear**

**basado en una decisión del Parlamento Alemán**

# Índice

---

<i>Prólogo</i>	<i>vi</i>
<i>Prefacio</i>	<i>vii</i>
<i>Acrónimos</i>	<i>viii</i>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
Antecedentes	1
¿En qué consiste el Plan de Movilidad de Bajo Carbono (PMBC )?	2
Propósito del PMBC	2
Principales rasgos	3
¿Cómo funciona?	3
Resultados fundamentales	3
<b>Configuración</b>	<b>5</b>
Estructura Institucional para el PMBC	5
Perfil de la ciudad	7
Definición del alcance	8
Área de Planificación	8
Horizonte de planificación	9
Plan de Trabajo	9
Marco para la preparación del PMBC	10
TdR para Consultores de PMBC	11
<b>Elaboración del Perfil de los Sistemas Urbano y de Transporte existentes</b>	<b>12</b>
Indicadores de uso del suelo y formas urbanas	15
Expansión Urbana	14
Densidad Demográfica	14
Densidad Laboral	15
Balance de población/empleos	15
Combinación de usos de suelo	15
Indicadores de Movilidad y Accesibilidad	17
Movilidad: Indicadores de Comportamiento de Viaje	16
Movilidad: Indicadores de Infraestructura de Transporte	17

Indicadores de Accesibilidad	18
Mercancías y transporte de carga	19
Indicadores de Seguridad y Vigilancia	21
Indicadores de Medio Ambiente	21
Emisiones de CO <sub>2</sub>	21
Emisiones de Contaminantes del Aire	23
Elaboración del perfil de los indicadores para el año en curso	25
<b>Desarrollando el Escenario de Actividades Habituales (AH)</b>	<b>26</b>
Ciudades Grandes – Desarrollando un Escenario de Actividades Habituales	26
Proyecciones Socio económicas	25
Demanda Futura de Transporte	26
Transiciones de Combustible y Tecnología	27
Indicadores de AH y Objetivos de los PMBC	29
Ciudades Pequeñas – Comparación cruzada con puntos de referencia	30
Revisando los Indicadores del Año Base	29
Estableciendo puntos de referencia	29
Analizando Acciones respecto al Año Base	30
<b>Analizando Escenarios Alternativos de Bajo Carbono</b>	<b>32</b>
Escenarios Alternativos de Bajo Carbono	32
Uso de suelo y Planificación	32
Transporte No Motorizado	33
Transporte Público	33
Vehículos	33
Medidas Financieras y Reglamentarias	35
Analizando los Indicadores y Metas de los PMBC	36
<b>Desarrollando un Plan de Movilidad de Bajo Carbono</b>	<b>37</b>
Retroalimentación para los Planes de Uso de Suelo	37
Planes para Mejorar el Transporte Público	37
Planes para el Mejoramiento de la Infraestructura del TNM	38
Planes de Mejoramiento de la Red Vial	38
Planes para el Transporte de Carga	38
Plan de Medidas de Gestión de Movilidad	39
<b>Implementar, Monitorear e Informar</b>	<b>40</b>
Identificación y Priorización de Proyectos	40
Financiamiento de Proyectos	41
Monitoreo y Presentación de Informes	42
<b>Bibliografía</b>	<b>43</b>
Cajas de Heramientas de Referencia	43
<b>Glosario</b>	<b>45</b>



<b>ANEXOS</b>	<b>49</b>
Anexo 1: Enfoque, Metodología y Fuentes para la Recopilación de Datos	50
Anexo 2: Consulta a las partes interesadas	83
Anexo 3: Modelado de Cuatro Pasos	91
Anexo 4: Lista de Mapas cuya preparación es necesaria	97
Anexo 5: Indicadores y Comportamiento de Viaje	99
Anexo 6: Metodología para establecer la antigüedad de los vehículos	104
Anexo 7: Eficiencia futura	106
Anexo 8: Estimando Factores Emisión de Contaminantes del Aire	107

## Lista de Cuadros

Cuadro 1: Datos del perfil de ciudad que se requieren y sus fuentes	7
Cuadro 2: Marco temporal representativo para la preparación del PMBC	10
Cuadro 3: Indicadores de Transporte Urbano	12
Cuadro 4: Movilidad-Indicadores de Comportamiento de Viaje	17
Cuadro 5: Indicadores de Movilidad-Infraestructura de Transporte	18
Cuadro 6: Indicadores de Accesibilidad	20
Cuadro 7: Indicadores de Mercancías y Transporte de Carga	20
Cuadro 8: Indicadores de Seguridad y Vigilancia	21
Cuadro 9: Balance Energético	22
Cuadro 10: Inventario de Vehículos	23
Cuadro 11: Cuadro simplificado de los kilómetros recorridos por vehículo y combinación de combustible para el año base	23
Cuadro 12: Coeficientes de Emisión de CO <sub>2</sub> para Combustibles Fósiles	24
Cuadro 13: Datos de Calidad del Aire	24
Cuadro 14: Cuadro simplificado de Emisiones PM 2.5 para año base	25

## Lista de Figuras

Figura 1: Proceso de preparación de los planes de movilidad de bajo carbono	4
Figura 2: Roles de consultores y partes interesadas	6
Figura 3: Crecimiento Urbano: Ejemplo de la ciudad de Rajkot, India	8
Figura 4: Definiendo el alcance del PMBC	8
Figura 5: Marco para modelado del PMBC	11
Figura 6: Proyecciones de Combinación de Combustibles para AH en la India	29
Figura 7: Explorando Opciones para Movilidad de Bajo Carbono	33
Figura 8: Estrategia de uso de suelo en los PMBC Rajkot	35
Figura 9: Método para la priorización de programas/proyectos	41

# Prólogo

---

Luego de completar de manera satisfactoria el proyecto de Promoción del Transporte de Bajo Carbono en la India (2010 a 2015), tengo el agrado de presentar una **Caja de Herramientas para la Preparación de Planes de Movilidad de Bajo Carbono (PMBC)**. Esta caja de herramientas respalda el desarrollo de una visión de largo plazo para el transporte urbano sostenible. Se basa en las experiencias y en las ciudades piloto del proyecto.

Es fundamental contar con un sector de transporte de bajo carbono para construir ciudades más limpias y mejores, por tanto cumple un papel clave en la implementación del Acuerdo de París sobre Cambio Climático, al igual que en el logro de la Agenda 2030 para los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Los cimientos de la vía hacia un transporte de bajo carbono se construyen a partir de un plan de desarrollo urbano que integre la planificación del transporte con seguridad, inclusión social, menor contaminación del aire y menos emisiones de dióxido de carbono. Mediante una serie de indicadores de sostenibilidad y un enfoque paso a paso, la caja de herramientas proporciona una guía para crear estrategias destinadas a planificar la movilidad como parte de la planificación urbana, a fin de priorizar el acceso de los grupos socioeconómicos al igual que cambios hacia modos de transporte sostenible y la reducción de los impactos ambientales.

Me gustaría agradecer a los autores y todas las personas involucradas en la elaboración de la presente guía. La caja de herramientas tiene en cuenta a ciudades pequeñas, medianas y grandes. Mi deseo es que sea útil para ciudades de todo el mundo.

Gracias.



**Ligia Noronha**  
**Directora de la División Económica**  
**Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente**



# Prefacio

---

El Plan de Movilidad de Bajo Carbono (PMBC) ofrece una visión de largo plazo para la movilidad de la población, y el movimiento de mercancías en las ciudades. El PMBC recomienda un enfoque integrado –es decir, considerar de manera conjunta el uso del suelo y la planificación del transporte, integración de la seguridad, al igual que la mitigación del medio ambiente y CO<sub>2</sub>. Los PMBC han sido desarrollados para una serie de ciudades asiáticas y europeas. Este documento aprovecha los insumos de estos planes, y principalmente la experiencia en la preparación de los PMBC en la India, donde los autores de la presente publicación participaron en el desarrollo de una metodología para el PMBC y lo pusieron a prueba en tres ciudades de la India.

Los autores también se involucraron en la preparación de la Caja de Herramientas para el Plan Exhaustivo de Movilidad (CMP, por su sigla en inglés) Revisado (2014) para el Ministerio de Desarrollo Urbano, del gobierno de la India. La caja de herramientas sirve de guía para las ciudades indias, e incluye todos los elementos del PMBC.

Para la presente caja de herramientas se utiliza como punto de partida la Caja de Herramientas para el Comprehensive Mobility Plan (CMP) Revisado (2014). Esta caja de herramientas está dirigida a una audiencia global, y ofrece un enfoque simplificado para la preparación de PMBC destinado a ciudades más pequeñas, o ciudades donde no se prevén inversiones muy importantes a corto plazo. La caja de herramientas se concentra específicamente en ciudades de países menos desarrollados y en vías de desarrollo, donde se construirá infraestructura importante para atender una creciente demanda de transporte y, por tanto, donde las políticas de uso de suelo y transporte cumplen un importante papel en la configuración de la demanda de movilidad y opciones de modo.

La caja de herramientas para PMBC es útil para los planificadores urbanos, funcionarios de ministerios de transporte y consultores que trabajan para su planificación en las ciudades. La caja de herramientas de los PMBC proporciona una metodología para evaluar los indicadores de movilidad, acceso, seguridad, contaminantes del aire y emisiones de CO<sub>2</sub>, tanto para el año base como para el futuro; por tanto es idónea para la preparación e implementación de Acciones Nacionales de Mitigación Apropriadas (NAMA, por su sigla en inglés).

La presente publicación está diseñada para transformarse en un documento de vida y su objetivo es reflejar los últimos avances. Por ello, por favor escriba a Subash Dhar (sudh@dtu.dk) y Talat Munshi (talat@cept.ac.in) para cualquier consulta, sugerencias o aclaraciones.

# Acrónimos

---

AC	Aire Acondicionado
AH	Actividades habituales
APP	Asociación Público Privada
ICC	Índice de Compatibilidad Ciclística (BCI, por su sigla en inglés)
CCT	Circuito Cerrado de Televisión
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CMP	Comprehensive Mobility Plan (Plan Exhaustivo de Movilidad)
DFDV	Distribución de la Frecuencia de Duración de Viaje (TLFD por su sigla en inglés)
DPV	Duración Promedio de Viaje
e-m	Electro-movilidad
ECM	Evitar, Cambiar, Mejorar (Avoid, Shift, Improve)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GLP	Gas licuado de Petróleo
GNC	Gas Natural Comprimido
IPN	Reporte de Primera Información (FIR, por su sigla en inglés)
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IDU	Identificador de usuario (Unique identification)
GFEI	Iniciativa Mundial para el Ahorro de Combustible
KmV	Kilómetros Recorridos por Vehículo
M2R	Motorizado de dos ruedas
MCI	Motor de combustión interna
MT	Millones de toneladas
VUM	Vehículo Urbano a Motor
NAMA	Acciones de Mitigación Apropriadas a cada País
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno

PM	Material Particulado
PM <sub>10</sub>	Material Particulado 10 micrones
pkm	pasajero por kilómetro
PMBC	Plan de Movilidad de Bajo Carbono
PMC	Plan de Movilidad de Carbono
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RPI	Reporte de Primera Información
SBC	Sociedad de Bajo Carbono
SO <sub>x</sub>	Óxido de Azufre
TPI	Transporte Público Intermitente (IPT, por su sigla en inglés)
TSU	Tasa de Superficie Útil
tep	Tonelada equivalente de petróleo (Million of tonne of oil equivalent, Mtoe)
TI	Tecnología de Información
TIC	Tecnología de Información y Comunicación
TL	Tren o Ferrocarril Ligero (Light Rail Transit)
TNM	Transporte No Motorizado
TP	Transporte Público
TPI	Transporte Público Intermitente
UTD	Universidad Técnica de Dinamarca
VE	Vehículos eléctricos
VE2R	Vehículo Eléctrico de Dos Ruedas
VE3R	Vehículo Eléctrico de Tres Ruedas
VE4R	Vehículo Eléctrico de Cuatro Ruedas
VL	Vehículo Liviano
VMP	Vehículos Motorizados Privados
VNM	Vehículo no motorizado
VP	Vehículo Pesado
VSM	Vehículo para servicios múltiples
VSU	Vehículo subutilitario
ZAT	Zona de Análisis de Tráfico

# Introducción

---

## Antecedentes

En el futuro, el modelo y la forma de crecimiento urbano incidirán de manera sustancial en el cambio climático y desarrollo sostenible. Las tasas de urbanización en los países en vías de desarrollo son menores que en los países desarrollados. Pero, los países del mundo en desarrollo se urbanizarán y crecerán rápidamente (UNDP, 2014) en el futuro. Se prevé que las ciudades impulsarán el crecimiento y tenderán a aglomerarse más; y que esto impulsará la demanda de vivienda, transporte y servicios.

La demanda de viaje surge de personas que necesitan participar en actividades que tienen lugar en diferentes lugares geográficos (uso del suelo). Los viajes pueden realizarse en modos de transporte motorizados o no motorizados. Cuando las personas viajan en transporte motorizado se consume combustible. Este combustible consumido y su impacto en el medio ambiente están directamente relacionados con la selección del modo de transporte, el tipo de vehículo y el combustible que utiliza. Estas opciones dependen de la configuración del uso de suelo, disponibilidad e infraestructura de transporte. Por tanto, su integración es fundamental ya que las emisiones provenientes del transporte urbano dependen en gran medida del uso del suelo y de las políticas de transporte.

Actualmente, los proyectos de transporte urbano en muchos países en vías de desarrollo se elaboran sin tener conocimiento de las necesidades de movilidad individual, y se implementan de manera fragmentada (Munshi, 2013). Algunas ciudades han tomado en cuenta estudios de tráfico y transporte para elaborar sus planes maestros de transporte. Empero, estos se han enfocado en gran medida en el movimiento de vehículos y no en la accesibilidad –la cual se define como el grado hasta el cual el uso del suelo y los sistemas de transporte permiten a las personas llegar al lugar donde desempeñan sus actividades en un modo/s (o combinación de ellos) de transporte (Guers, 2006). Por tanto, en estos planes de transporte, el énfasis se mantiene en el desarrollo de una vasta infraestructura, como la expansión de la red vial, pasos elevados, mejora de la geometría vial, normativa, etc. El objetivo de los Planes de Movilidad de Bajo Carbono (PMBC), es desarrollar una visión de largo plazo para una accesibilidad deseable y un modelo de movilidad para las personas y para el traslado de mercancías en las ciudades.

Se han desarrollado PMBC para una serie de ciudades asiáticas; por ejemplo en Rajkot<sup>1</sup>, Vishakhapatnam<sup>2</sup>, y Udaipur<sup>3</sup> en India, y Medan, Menado y Batam en Indonesia<sup>4</sup>. En Europa, con el proyecto de transformación, en Copenhague, Génova, Hamburgo, Lyon y Viena, también se han analizado opciones para una movilidad de bajo carbono (Jabber y Glocker, 2015). El presente documento aprovecha los aportes de estos planes y principalmente la experiencia de elaboración de PMBC en la India; y se enfoca específicamente en ciudades de países menos desarrollados y en vías de desarrollo, donde se construirá una importante infraestructura y, por tanto, el uso del suelo y donde las políticas de transporte cumplirían un papel relevante en la configuración de la demanda de movilidad y selección de modos de transporte.

## ¿En qué consiste el Plan de Movilidad de Bajo Carbono (PMBC )?

El PMBC brinda una perspectiva del transporte urbano. Esta visión comprende un enfoque que aborda tanto el cambio climático como los beneficios del desarrollo por medio de un proceso de planificación integrada del transporte y del uso del suelo. Se abarcan todos los elementos del Transporte Urbano en virtud de un proceso de planificación que reconoce una relación en dos direcciones entre la movilidad disponible (medios y opciones disponibles para moverse) y el deseo que tiene la persona de desplazarse. El PMBC parte de la idea de una alteración transformadora hacia un desarrollo sostenible, con la perspectiva de lograr un objetivo de estabilización de la temperatura global en 2° C.

## Propósito del PMBC

El propósito del PMBC es desarrollar un plan de movilidad sostenible económica, social y ambientalmente para una ciudad<sup>5</sup>, que sea parte integral del desarrollo urbano. Abarca lo siguiente:

- Adquirir conocimiento sobre los elementos cruciales del sistema de transporte, sus características, interrelaciones y tendencias pasadas.
- Crear una línea de base estimando: 1) las emisiones del transporte urbano a partir de los modelos de desplazamiento, combustible y alternativas tecnológicas, y 2) el bienestar individual medido como acceso a empleo y otras actividades esenciales.
- Desarrollar escenarios futuros e identificar las posibles intervenciones hacia un desarrollo sostenible, que contribuirá a ajustar las emisiones de GEI con la visión mundial acordada de establecer las temperaturas globales por debajo de los 2° C.

---

1 [http://www.unep.org/Transport/lowcarbon/Pdfs/Rajkot\\_lct\\_mobility.pdf](http://www.unep.org/Transport/lowcarbon/Pdfs/Rajkot_lct_mobility.pdf)

2 [http://www.unep.org/transport/lowcarbon/Pdfs/PublicTransport\\_Vizag.pdf](http://www.unep.org/transport/lowcarbon/Pdfs/PublicTransport_Vizag.pdf)

3 [http://www.unep.org/Transport/lowcarbon/Pdfs/udaipur\\_lct\\_mobility.pdf](http://www.unep.org/Transport/lowcarbon/Pdfs/udaipur_lct_mobility.pdf)

4 [https://unfccc.int/files/cooperation\\_support/nama/application/pdf/nama\\_implementation\\_indonesia\\_sustainable\\_urban\\_transport\\_initiative.pdf](https://unfccc.int/files/cooperation_support/nama/application/pdf/nama_implementation_indonesia_sustainable_urban_transport_initiative.pdf)

5 Es necesario definir claramente las fronteras de la ciudad.

## Principales rasgos

Los rasgos principales son:

- **Integración:** Incorporar el plan de movilidad al crecimiento, estructura y forma urbanas, y utilizar este conocimiento para establecer las diversas posibilidades de cara a la toma de decisiones sobre viajes.
- **Equidad:** Proporcionar acceso y seguridad a diferentes grupos socioeconómicos y de género.
- **Cambio de modo:** Priorizar los modos sostenibles de transporte; es decir, transporte público, y transporte no motorizado.
- **Medio ambiente:** Reducir los impactos del transporte sobre la calidad del aire local y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## ¿Cómo funciona?

Es necesario considerar a los PMBC como parte integral de la identificación e implementación de un proyecto/ programa para el transporte en el ámbito metropolitano. Los resultados de los PMBC deben incluirse en las decisiones respecto a los proyectos/ programas de la ciudad, en cuya implementación estarán las bases para los futuros PMBC. El proceso para alcanzar las metas de movilidad con menos emisiones de CO<sub>2</sub> comprende seis pasos principales (Figura 1). Los primeros cinco están relacionados con la preparación de un Plan de Movilidad de Bajo Carbono, y el último se refiere a implementación y monitoreo. Los PMBC deben prepararse cada tres a cinco años. Se espera que el monitoreo posimplementación brinde un insumo para el ejercicio ulterior.

Cada paso del proceso está detallado en el presente documento de orientación. Abarca detalles sobre la necesidad de realizar esta actividad, los temas que deben abordarse y las respuestas. Las actividades que se desarrollan se describen asimismo en términos de los datos que se requieren y del consiguiente análisis. La participación y consultas con las partes interesadas en cada paso son fundamentales para asegurar su aceptación y facilitar su implementación.

La Figura 1 ilustra estos pasos. Los recomendados son cinco en total. Para las ciudades pequeñas con poco presupuesto para los PMBC es posible tomar un paso alterno (P2) después del segundo, el cual requiere menor recopilación de datos y un análisis simplificado. No obstante, en la práctica los pasos de la Figura 1 se presentan en una secuencia. Algunas de estas actividades funcionarían simultáneamente o en ciclos de retroalimentación, como se describirá más adelante en la caja de herramientas.

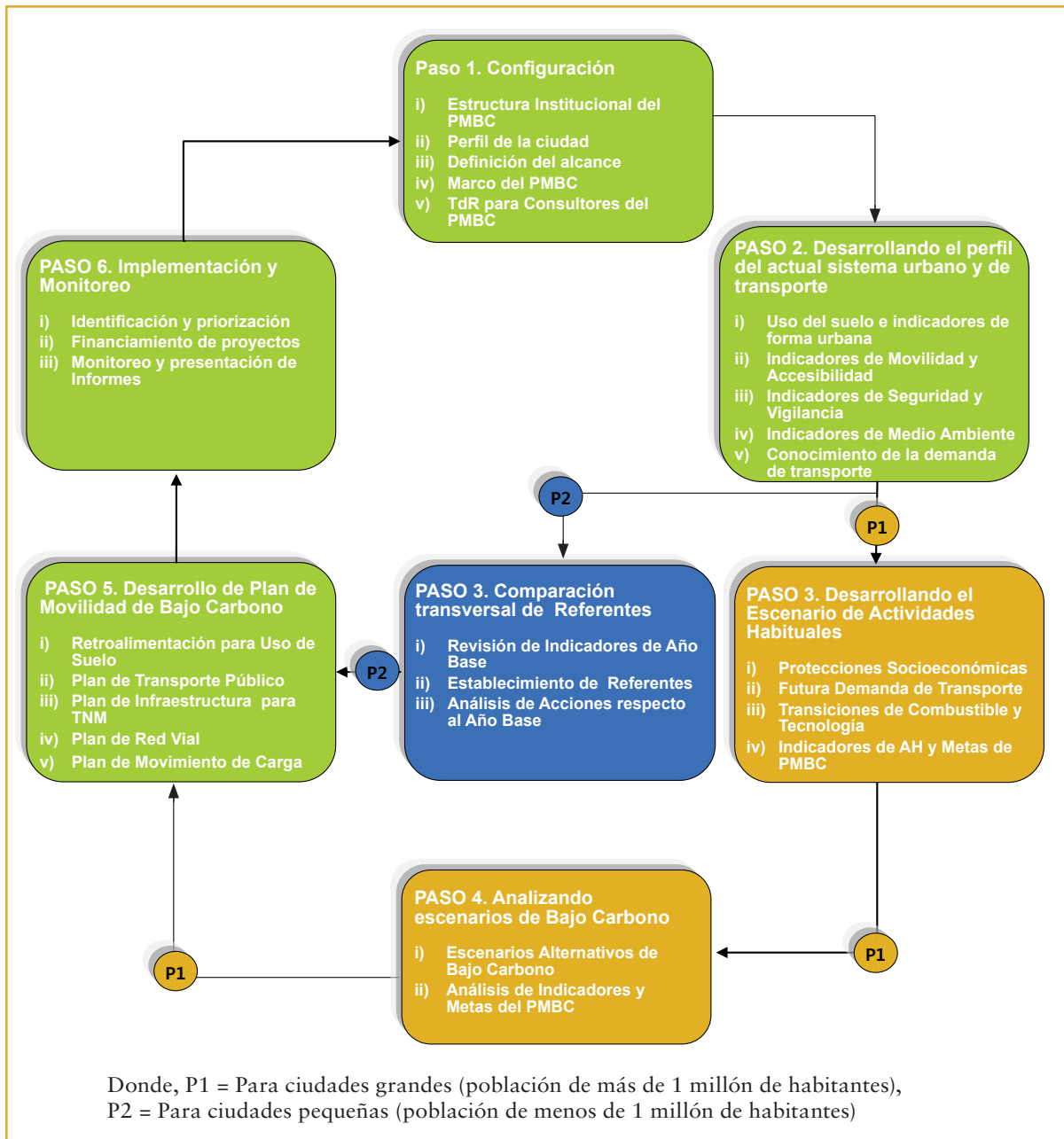
## Resultados fundamentales

La implementación de PMBC debería conducir a los siguientes resultados:

- Movilidad mejorada para todos los grupos socioeconómicos y géneros
- Acceso mejorado a oportunidades y actividades
- Seguridad y vigilancia mejoradas para todos, especialmente para peatones y ciclistas
- Menor uso de energía, menos contaminantes del aire y menos emisiones de CO<sub>2</sub>



Figura 1: Proceso de preparación de los planes de movilidad de bajo carbono



# Configuración

---

Este paso implica establecer la configuración institucional y preparar la información básica que se requiere para formular los términos de referencia (TdR) para el consultor del PMBC.

## Estructura Institucional para el PMBC

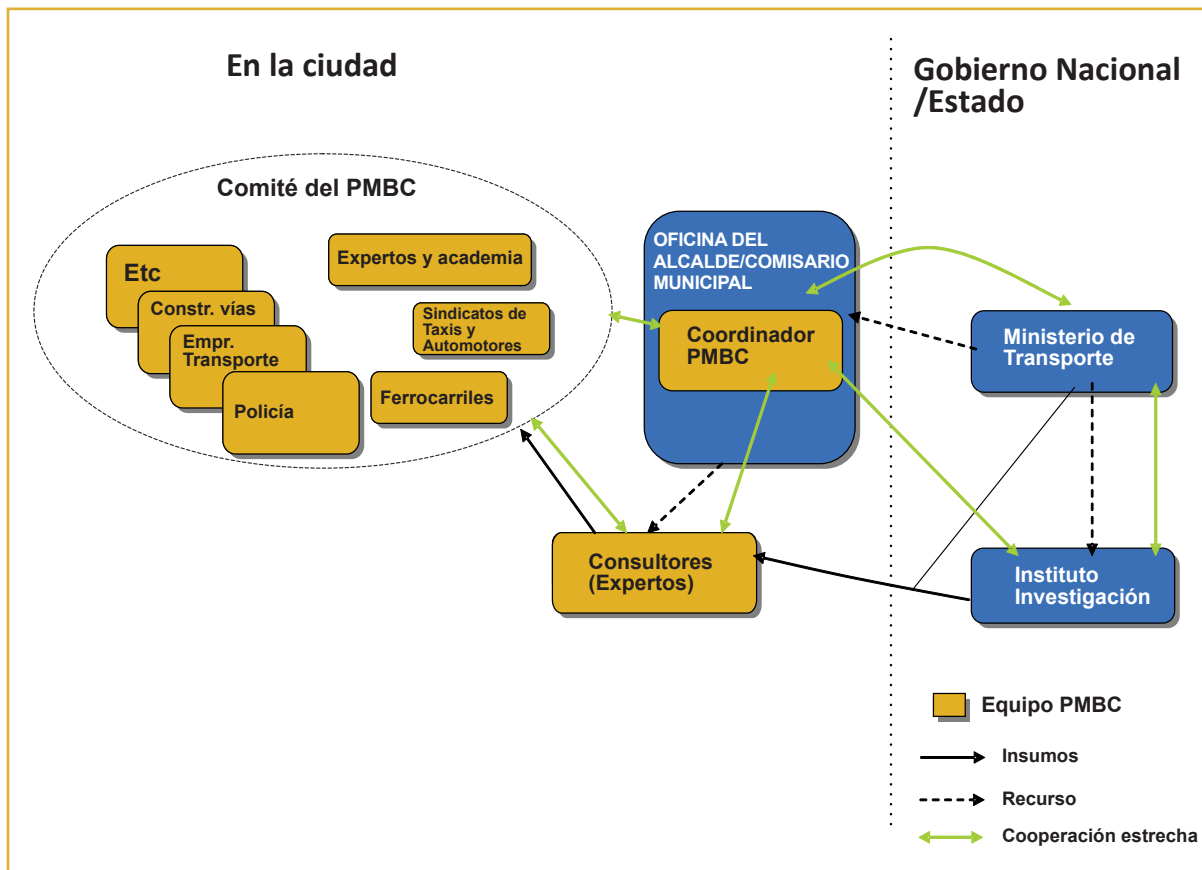
La preparación del PMBC requiere un equipo multidisciplinario de expertos/ consultores que trabajen en estrecha coordinación con las autoridades municipales, utilizando los insumos proporcionados por las partes interesadas. Las disposiciones para la gobernanza de las ciudades varían de un país a otro. A continuación, en la Figura 2, se sugiere una estructura institucional para los PMBC.

Los miembros cruciales para la preparación del PMBC son:

- a) Comité del PMBC
- b) Coordinador del PMBC
- c) Consultores
- d) Actores Nacionales/del Estado

El **Comité de PMBC** es el organismo fundamental responsable de aprobar los resultados y decidir en torno a las prioridades para la ciudad. Dependiendo de las disposiciones institucionales de la ciudad, el Comité de PMBC debería estar presidido por el Comisario Municipal o por el Alcalde. Forman parte del Comité de PMBC miembros del gobierno, grupos sociales, políticos, etc. (véase Anexo 2 sobre partes interesadas). Se requiere representación femenina en cada uno de los niveles para asegurar que sus puntos de vista sean escuchados y sus necesidades tomadas en cuenta.

Figura 2: Roles de consultores y partes interesadas (un punto de vista generalizado, a partir del trabajo sobre un PMBC del PNUMA en la India)



El **Coordinador del PMBC** es una persona designada por la oficina del Comisario Municipal o Alcalde para actuar como punto de contacto entre los consultores y diversas partes interesadas en la ciudad. El/ella debería tener una perspectiva general del plan, organizar reuniones de partes interesadas, y asumir la responsabilidad de la coordinación e implementación del proyecto.

Los **consultores** son responsables del análisis y preparación del informe del PMBC. Trabajan en cooperación con el Comité y con el Coordinador del PMBC. La preparación del PMBC requiere experticia en múltiples disciplinas y, por lo tanto, el consultor de PMBC podría conformar un equipo compuesto por los siguientes expertos:

- Jefe de Equipo/ Planificador del Transporte Urbano
- Planificador del Transporte Público
- Planificador del Uso del Suelo
- Transporte No Motorizado (TNM) Especialista en Planificación y Gestión de Tráfico
- Ingeniero de Transporte
- Especialista en Estudio de Tráfico y Creación de Modelos
- Experto en Modelos de Energía y Medio Ambiente

- Experto en Seguridad
- Experto Social

**Los Actores Nacionales/del Estado** cumplen un importante papel fuera de la ciudad en muchos países en vías de desarrollo, ya que las capacidades para la planificación del transporte, financiamiento e implementación del proyecto en el ámbito de la ciudad son limitadas. Por tanto, la implementación del PMBC debería incorporarse a estas instituciones cuando sea necesario.

## Perfil de la ciudad

Aunque los PMBC se enfocan en la movilidad en la ciudad, el plan está integrado en un marco de planificación regional y nacional más amplio para el desarrollo urbano y la movilidad. Por tanto, es imperativo que, junto a la elaboración del perfil del área urbana, se desarrolle una noción general de la región. El Cuadro 1 es un resumen de los datos requeridos para el perfil de la ciudad en un PMBC. Los datos de la serie temporal en el PIB, población y vehículos, cuando están disponibles, son útiles para comprender el crecimiento futuro.

*Cuadro 1: Datos del perfil de ciudad que se requieren y sus fuentes*

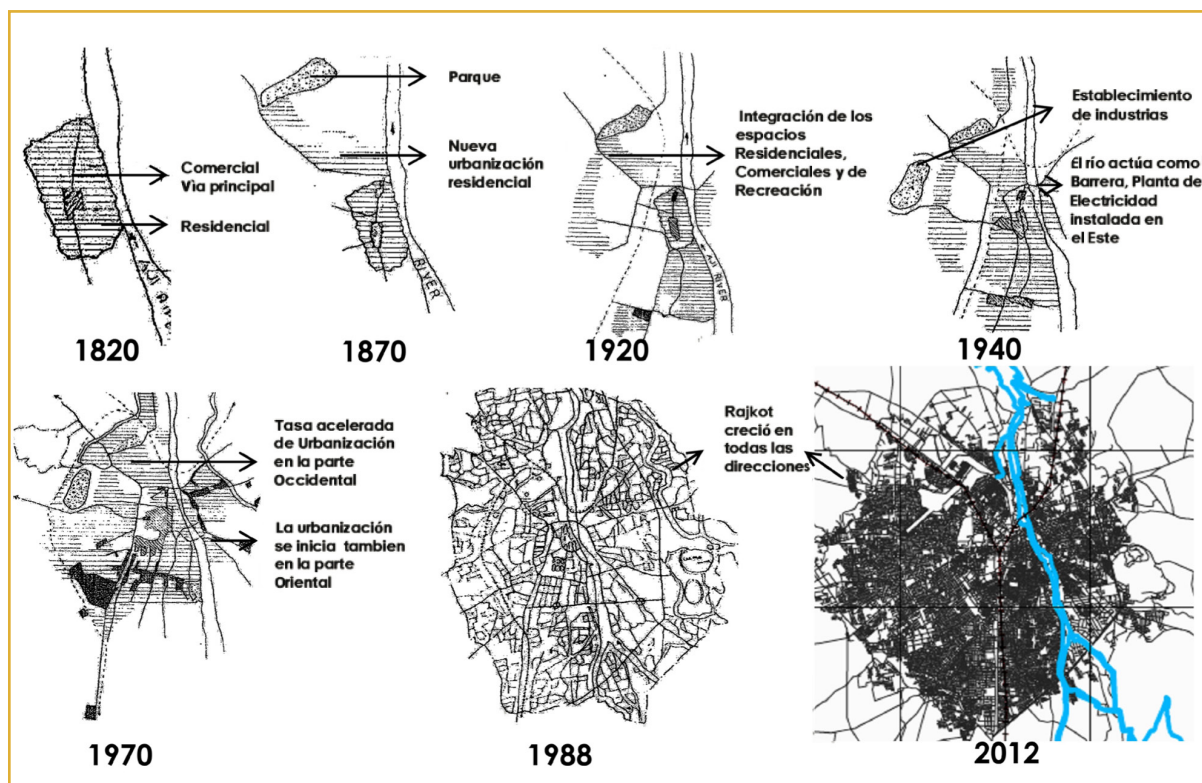
Datos requeridos	Descripción	Fuente para los datos Primarios	Ámbito de los Datos
Ubicación	Ubicación geográfica	Planes maestros de la ciudad y región si están disponibles/ Plan de Desarrollo de la Ciudad o Municipio	Ciudad*
Área del suelo	Área total	Planes maestros de la ciudad y región si están disponibles/ Plan de Desarrollo de la Ciudad o Municipio	Ciudad*
	Modelo de crecimiento	Planes maestros de la ciudad y región si están disponibles/ Plan de Desarrollo de la Ciudad o Municipio	Ciudad*
	Identificación de áreas notificadas	Planes maestros de la ciudad y región si están disponibles/ Plan de Desarrollo de la Ciudad o Municipio	Ciudad*
Vínculos regionales	Red Vial y de Ferrocarril	Planes maestros de la ciudad y región si están disponibles/ Plan de Desarrollo de la Ciudad o Municipio	Ciudad*
Demografía	Tendencias del crecimiento demográfico por medio de bloques de enumeración	Censo#	Ciudad*
	Número y tamaño de los hogares	Censo	Ciudad*
	Pirámide de edad-sexo	Censo	Ciudad*
Datos del Medio Ambiente	Emisiones de contaminación del aire y normas de control	Entidad Local del Medio Ambiente	Ciudad*
Datos socio económicos	Población por ingresos	Censo	Ciudad*
	Posesión de Vehículo	Entidad de Registro de Vehículos Motorizados	Ciudad*

\*Los datos deben recopilarse para el área que abarca el Plan Maestro. Si la ciudad no posee un Plan Maestro se debe considerar el área de aglomeración urbana para la recolección de datos.

#La mayoría de los países, con excepción de cinco, cuentan con un censo. <http://unstats.un.org/unsd/demographic/sources/census/wphc/QA.htm>

La forma y dirección del desarrollo urbano brinda un indicio de las probables áreas y direcciones de futuro crecimiento. Esto puede evaluarse marcando la frontera de crecimiento urbano en un mapa, ya sea una imagen de teledetección satelital o cualquier otra disponible. La Figura 3 ofrece un ejemplo de la ciudad de Rajkot. Esta visualización es útil para comprender la probable expansión del área urbana en el futuro y su dirección, así como los parámetros regionales que afectarán el desarrollo urbano y los modelos de movilidad en la ciudad.

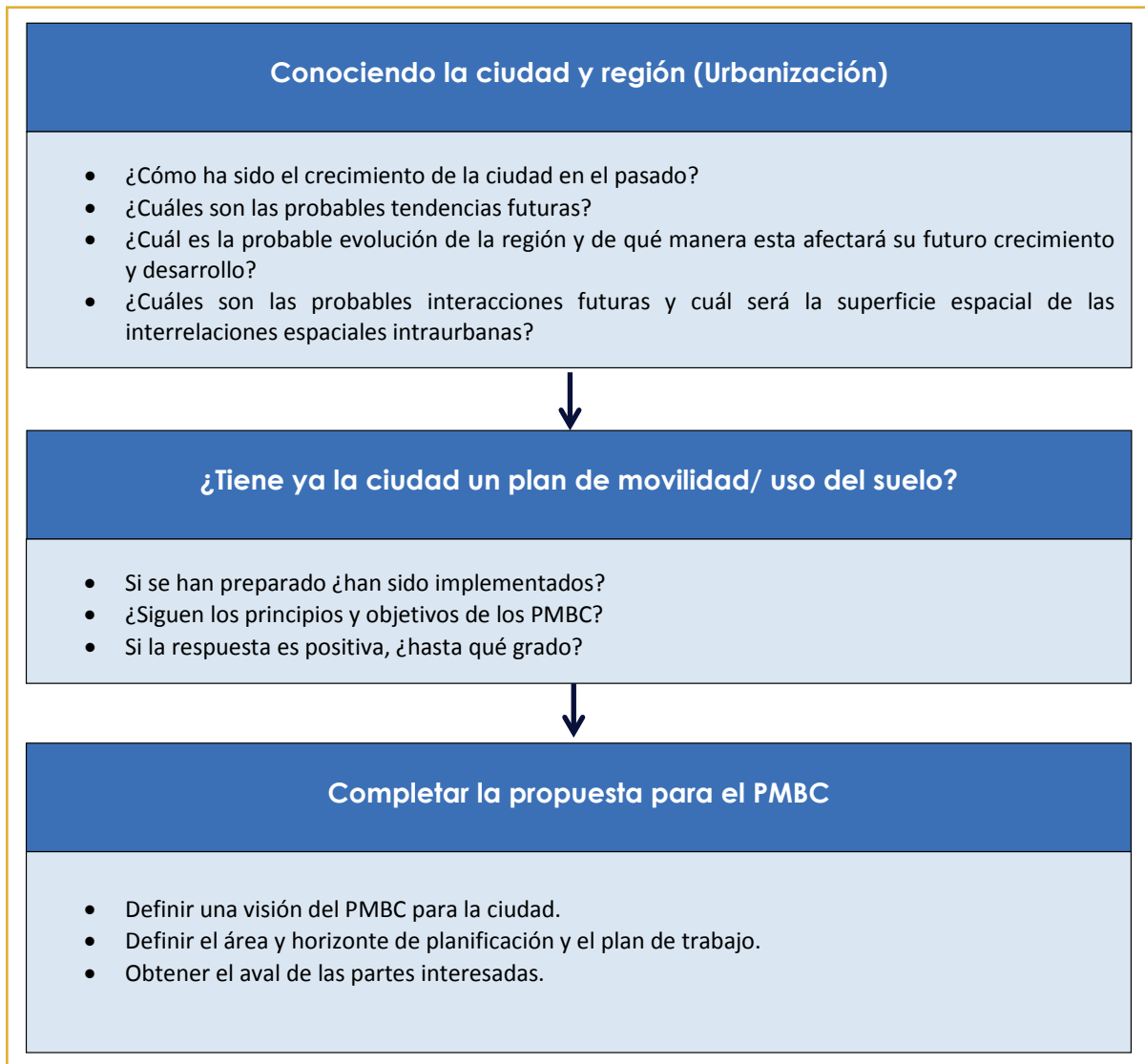
*Figura 3: Crecimiento Urbano: Ejemplo de la ciudad de Rajkot, India*



## Definición del alcance

Es importante involucrar a las partes interesadas en la definición del alcance, ya que cumplirán un papel importante durante la implementación del PMBC (véase el Anexo 2, el cual señala las etapas de consulta con varias partes interesadas). El alcance del PMBC comprendería la identificación del área de planificación y sus horizontes, así como el plan de trabajo. A su vez, estos parten de un conocimiento en torno al crecimiento de la ciudad en el pasado y las tendencias futuras. La disponibilidad de un plan de movilidad o plan maestro para una ciudad también contribuye en la definición del alcance (Figura 4).

Figura 4: Definiendo el alcance del PMBC



## Área de Planificación

El área de estudio debería identificarse y definirse claramente al iniciar la preparación del PMBC. Debe ser lo suficientemente extensa como para captar la mayor parte de las interacciones espaciales relacionadas con el área urbana. Por ejemplo, si las tendencias muestran un crecimiento industrial precisamente fuera de los límites de la ciudad, donde es probable que se desplace un gran número de residentes urbanos, esto debe formar parte del área de estudio. De igual manera debe tomarse en cuenta cualquier crecimiento residencial o comercial presente o pronosticado en el horizonte de planificación del PMBC. Por tanto, si bien es importante considerar las fronteras formales existentes –como los límites municipales, áreas que dependen de las autoridades del desarrollo– no es necesario limitar el área de planificación a tales fronteras.



## Horizonte de planificación

El PMBC debe presentar resultados para horizontes de corto, mediano y largo plazos. Teniendo en cuenta que el PMBC implica inversiones en infraestructura de transporte con periodos de vida y gestación prolongados, el horizonte de planificación de largo plazo debe ser de al menos 20 años. Además deben considerarse las metas de corto y largo plazo que abarcan cinco y diez años respectivamente. El horizonte del PMBC también debe ajustarse al cronograma del Plan Maestro.

## Plan de Trabajo

El periodo promedio para la preparación de un PMBC varía dependiendo del tamaño de la ciudad, disponibilidad de datos y del tiempo que se necesita para recolectar información (Cuadro 4). Los marcos temporales deben revisarse nuevamente, una vez completado el alcance del PMBC, tal como se explicó en una sección anterior. En el Cuadro 2 se brindan marcos temporales representativos respecto al tamaño de ciudades.

*Cuadro 2: Marco temporal representativo para la preparación del PMBC*

Población de la ciudad (en millones)	Tiempo aproximado para la preparación del PMBC (en meses)
< 1	12-15
> 1	12-24

Se proyecta que las ciudades pequeñas, donde las inversiones en infraestructura no son importantes deberían emprender PMBC, y pueden utilizar la caja de herramientas para su preparación, con las simplificaciones sugeridas en cada uno de estos pasos.

## Marco para la preparación del PMBC

El PMBC parte de estrategias que: i) evitan o sustituyen el desplazamiento; ii) facilitan el cambio a modos más eficientes, entre ellos transporte público y no motorizado, y iii) optan por combustibles y modos mejorados y más limpios: vehículos eléctricos/ híbridos, biocombustibles, etc. Las estrategias propuestas implican cambios en el uso del suelo, y mejoras en el transporte público, infraestructura para transporte no motorizado, y tecnologías para vehículos y para el combustible. El análisis de estas estrategias requiere un enfoque multidisciplinario que las vincula entre sí.

El enfoque tradicional de la planificación del transporte urbano consideraba el uso del suelo como un insumo dado, muchas veces tomado del plan maestro. Sin embargo, el marco para el modelado del PMBC considera escenarios alternativos de uso del suelo. Los resultados del modelado del uso del suelo sirven como insumo para el modelado de la demanda de viajes (Figura 4, primera fila). El modelado de la demanda de viaje responde a preguntas relacionados con la generación y distribución del viaje, así como la alternativa modal, y la asignación del viaje (Figura 4, segunda fila). La demanda de modos motorizados da lugar a emisiones significativas de CO<sub>2</sub> y contaminación del aire en las ciudades. Por tanto, la metodología lo integra como parte del PMBC y es el tercer tipo de modelado para el PMBC (Figura 5).

Figura 5: Marco para modelado del PMBC



## TdR para Consultores de PMBC

El Coordinador de PMBC, junto al personal del departamento de transporte en la ciudad puede formular el TdR para los consultores del PMBC. En las ciudades de países en vías de desarrollo muchas veces la capacidad es limitada. En tales casos se puede proporcionar apoyo externo a la ciudad. Este apoyo puede provenir de una pequeña donación financiera de gobiernos Nacionales/ del Estado para comprometer a expertos –o a una institución de investigación– en el desarrollo del TdR para el trabajo de consultores.

# Elaboración del Perfil de los Sistemas Urbano y de Transporte existentes

El PMBC debe ser una herramienta de comunicación entre expertos, partes interesadas y tomadores de decisiones. Por tanto, es necesario evaluar si el PMBC contribuye al logro de los resultados deseados. Los indicadores son una forma simple de comunicar los resultados. El marco para el PMBC ayuda a la estimación de la siguiente serie de indicadores:

- Uso del suelo y forma urbana
- Movilidad y accesibilidad
- Seguridad y vigilancia
- Medio ambiente

Los indicadores se presentan utilizando mapas o un formato de cuadro. Los datos referenciales que pueden recolectarse para ciudades pequeñas/ medianas y grandes se destacan en el Cuadro 3 a continuación:

*Cuadro 3: Indicadores de Transporte Urbano*

Indicador	Descripción	Ciudades Pequeñas y Medianas	Ciudades Grandes
<b>Uso del suelo e indicadores urbanos de forma</b>			
Expansión Urbana	% de crecimiento demográfico, ajustado a la presente frontera de administración de la ciudad	✓	✓
Densidad Demográfica	Personas por hectárea	✓	✓
Densidad laboral	Empleos por hectárea	✓	✓
Balance Población / Empleos	Empleos/Hogar	✓	✓
Combinación de uso de suelo	Índice de entropía de uso de suelo		✓

Indicador	Descripción	Ciudades Pequeñas y Medianas	Ciudades Grandes
<b>Indicadores de Movilidad y Accesibilidad</b>			
Movilidad: Comportamiento de Viaje			
Cuotas modales	Cuotas modales por propósito de viaje; es decir, trabajo, educación, salud y otros	✓	✓
	Cuotas modales por modo	✓	✓
	Cuotas modales por grupos sociales: es decir por ingresos, hogar encabezado por mujeres		✓
Tiempo y velocidad de viaje	Tiempo promedio de viaje por propósito/modo	✓	✓
	Promedio ponderado del tiempo de viaje por propósito, desagregado por grupos sociales		✓
	Velocidad promedio de los diferentes modos en caminos	✓	✓
Duración del viaje	Distribución de la frecuencia de Duración Promedio del Viaje (DPV) para todos los modos, lo cual incluye: caminar, bicicleta, bus, paratransporte y vehículos privados.	✓	✓
	DPV ponderada por modo, desagregada por grupos sociales	✓	✓
	DPV ponderada por propósito de viaje, desagregada por grupos sociales		✓
Movilidad: Infraestructura de Transporte			
Densidad de caminos, intersecciones	Espacio de camino por hectárea	✓	✓
	Densidad kernel de caminos	✓	✓
	Densidad de intersecciones	✓	✓
Instalaciones viales para peatones	Área con vereda	✓	✓
	Área con vereda de más de 2 m de ancho	✓	✓
	Área con vereda invadida (por tipo de invasión)	✓	✓
Infraestructura viales para bicicleta	Distancia de camino separado por ciclovia	✓	✓
	Caminos con áreas invadidas y separadas por ciclovías		✓
	Área de ciclovías separadas y con buena iluminación		✓
	Intersección con prioridad para ciclistas		✓
	Número disponible de lugares de estacionamientos para bicicletas	✓	✓
Infraestructura para estacionamiento	Número total de unidades disponibles en la calle/fuera de la calle para cada modo	✓	✓
	Tarifa de estacionamiento para cada modo	✓	✓
Instalaciones para transporte público y paratransito	Densidad kernel de paradas de TP/ rutas	✓	✓
Accesibilidad			
Financiera	% de población que puede adquirir pasajes de TP para sus viajes imperativos	✓	✓
	Tiempo promedio que se gasta en viajes y actividades obligatorias	✓	✓

Indicador	Descripción	Ciudades Pequeñas y Medianas	Ciudades Grandes
Física	% de intersección que incorpora diseño libre de barrera	✓	✓
	% de intersecciones con medidas para encauzamiento y descongestión de tráfico	✓	✓
	% de paradas de TP/modos con acceso libre de barreras	✓	✓
	Acceso de grupos vulnerables por/y a diferentes modos		✓
	% de edificios en el vecindario con acceso libre de barreras		✓
Organización Espacial	% de población que tiene almacenes de abarrotes dentro de los 500 m a la redonda	✓	✓
	% de población que tiene una red de tránsito primario dentro de los 400 m a la redonda		✓
	Número de ubicaciones de empleo a 30 minutos de viaje por TP/a pie/bicicleta	✓	✓
	Número de colegios/ clínicas/ parques y jardines a 30 minutos de viaje en TP/a pie/bicicleta	✓	✓
<b>Mercancías y transporte de carga</b>			
Cuotas modales	Volumen de transporte de carga que ingresa y sale del área de estudio (movimiento dentro de la ciudad)	✓	✓
	Volumen de transporte de carga que opera dentro del área de estudio (movimiento dentro de la ciudad) por modo y tipo	✓	✓
Duración del viaje	Distancia promedio de embarque dentro de las fronteras de la ciudad y desde la ciudad		✓
<b>Seguridad y vigilancia</b>			
Seguridad	Número de accidentes fatales por 100.000 usuarios del modo	✓	✓
	Número de accidentes por tipo (fatal/daño importante/daño menor) y modo/persona afectada		✓
	Número de accidentes fatales por 100.000 habitantes	✓	✓
	% de caminos con límite de velocidad $\geq 50$ kmph		✓
	% de caminos iluminados	✓	✓
Vigilancia	% de veredas iluminadas		✓
	% de personas, por género, que se sienten seguras al caminar/ir en bicicleta y utilizar TP en la ciudad	✓	✓
<b>Medio Ambiente</b>			
Emisiones de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> por pasajero km y por modo	✓	✓
Emisiones de Contaminantes del Aire	Emisiones de PM <sub>2,5</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> y CO		✓

Las secciones siguientes describen detalles de procesos, los cuales abarcan recopilación de datos y análisis para la evaluación de los indicadores antes mencionados. Los métodos que pueden utilizarse en la recolección de datos para cuantificar estos indicadores se describen en el Anexo 1. La unidad estadística utilizada para cuantificar y representar a la mayor parte de los indicadores, detallados en el Cuadro 3 es la Zona de Análisis de Tráfico (ZAT). El tamaño de las zonas de análisis de tráfico determina asimismo la resolución con la cual se recolectan los datos. No existen estándares para trazar las fronteras de la ZAT, pero los criterios para ello se describen en el Anexo 1.

## Indicadores de uso del suelo y formas urbanas

El comportamiento de viaje se ve afectado por cómo se desarrollan los usos de suelo, la intensidad y combinación de usos del suelo. Por tanto, es importante revisar y medir el crecimiento, la población: densidades de empleo (intensidad del uso del suelo) y combinación del uso del suelo. Los indicadores de uso del suelo y forma urbana, por las ZAT y el cambio histórico pueden visualizarse en un mapa (véase en el Anexo 4 la lista de mapas relacionados con la forma urbana). El análisis de las tendencias puede ayudar a identificar áreas potenciales que podrían desarrollarse en el futuro si continúa la presente tendencia del desarrollo. Tal como se explica a continuación, estos indicadores pueden cuantificarse.

### Expansión Urbana

El crecimiento de las áreas urbanas se estudia con relación a las actuales fronteras municipales/ de administración de la ciudad. Esto brinda un amplio indicio de expansión controlada versus no controlada. En cuanto a esta última podría tratarse de una dispersión urbana de baja densidad con externalidades ambientales negativas. Los datos recolectados utilizando el Formato de Encuesta N° 1, del Anexo 1 pueden utilizarse para computar el porcentaje de población que reside dentro de la frontera de administración.

### Densidad Demográfica

La dispersión de población se estudia como densidad demográfica en subregiones del área urbana. Los datos de población provienen del censo. Si la ZAT y las unidades del censo (zonas/ barrios/ bloques de enumeración) son diferentes espacialmente, los datos pueden desagregarse en proporción con el espacio/ área útil en uso residencial en cada ZAT respecto al espacio/ área útil en uso residencial en la unidad censal. El formato de encuesta para la recolección de datos sobre uso del suelo se ilustra en el Formato de Encuesta N° 1. La densidad demográfica se mide como el número de residentes/ área unitaria. Para estimar densidades se utiliza la siguiente ecuación:

$$D_r = \frac{P_r}{A_r} \quad \text{Donde: } D_r = \text{Densidad Residencial Neta, } P_r = \text{Total de personas residentes en la ZAT,} \\ A_r = \text{área en uso de suelo residencial en la ZAT}$$

La densidad demográfica en las ZAT también debe desagregarse por grupos socio económicos; preferiblemente pueden crearse dos o tres categorías de ingresos. Si no se dispone de datos sobre ingresos, esta desagregación puede efectuarse utilizando datos representativos sobre los activos del hogar y el tipo de edificio: disponibles en los datos de impuestos a la propiedad o recopilados durante el estudio del hogar (Formato de Encuesta



Nº 2). Si no es posible obtener datos de los activos del hogar, la desagregación del uso del suelo residencial puede asimismo efectuarse utilizando el área per cápita como dato representativo. Esto puede calcularse con la fórmula siguiente y presentarse en un cuadro.

$$\text{Área útil per cápita} = \frac{\text{área del hogar}}{\text{número de miembros en el hogar}}$$

## Densidad Laboral

La dispersión o aglomeración de empleos en área urbanas se estudia como densidad laboral. Esta se mide como el número de empleos/ área unitaria. Los datos sobre uso de suelo/ construcción se recolectan empleando el Formato de Encuesta Nº 1, en el Anexo 1, y el método para cuantificar los empleos se describe en el mismo Anexo 1, sección de datos de uso del suelo y forma urbana.

$$\text{Densidad} = D_e = \frac{J}{A_a}$$

Donde:  $D_e$  = Densidad Laboral Neta (empleos/ km<sup>2</sup>),  $J$  = Total empleos disponibles en el área (Nº de empleos),  $A_a$  = área de actividades económicas en la celda de la cuadrícula (km<sup>2</sup>)

## Balance de población/empleos

Se ha detectado que la tasa de uso de suelo residencial y uso del suelo generador de empleos tienen una gran influencia en la distancia de viaje y la alternativa de modos: caminar, ir en bicicleta y transporte público. Conocido como tasa de empleo-vivienda, se mide como la tasa del número de empleos respecto al número de hogares en cada zona.

## Combinación de usos de suelo

La combinación de usos de suelo mejora la accesibilidad al proporcionar más oportunidades a la persona de participar en diferentes actividades. Los datos sobre combinación de usos de suelo pueden recolectarse por medio de una revisión detallada de los planes estatutarios o no estatutarios preparados para la ciudad, como el Plan Maestro. Varias ciudades registran asimismo datos sobre edificaciones y uso de edificaciones, que pueden utilizarse para obtener el uso del suelo. Como se mencionó anteriormente, también es posible recolectar datos sobre uso del suelo utilizando el Formato de Encuesta Nº 1 (Anexo 1). La combinación de usos de suelo puede computarse como índice de entropía (combinación de usos de suelo), que se computa de la siguiente manera:

$$\text{Entropy} = E_i = \sum_j \frac{F_j \times \ln F_j}{\ln(j)}$$

Donde  $i$  es la unidad espacial para la cual se calcula el valor,  $j$  es el número de clases de uso de suelo (se puede considerar 5 clases de uso de suelo o más, p.ej. residencial, comercial, institucional, industrial, recreacional).  $F_j$  es la proporción del área total del tipo  $j$  de uso de suelo.

## Indicadores de Movilidad y Accesibilidad

Movilidad es el nivel de facilidad de movimiento de personas y mercancías. Accesibilidad, en el contexto de este documento, va más allá del movimiento mismo: es la capacidad de explotar o alcanzar una oportunidad, cuyo uso tiene valor de servicio (social, económico, de salud, etc.) para la persona. Es necesario comprender ambos elementos para desarrollar un uso del suelo y un plan de transporte que sean racionales, e identificar las medidas de movilidad, con el resultado de una mejor accesibilidad individual a oportunidades. Los datos para los indicadores de movilidad y accesibilidad se recolectan utilizando una serie de estudios. En el Anexo 1 se presentan muestras de formas de estudio para cuantificar los indicadores de movilidad y accesibilidad. Los datos recolectados deben representarse visualmente en mapas, a fin de evitar cualquier ambigüedad. A continuación se explican los indicadores de descripción y cuantificación.

### Movilidad: Indicadores de Comportamiento de Viaje

El acceso a diferentes modos de transporte, velocidad de viaje, así como tiempo y distancias que las personas recorren se consideran indicadores de cuán móvil es una persona. Es más, revelan el comportamiento presente de los residentes. Los datos para estos indicadores se recolectan principalmente por medio del Estudio de Hogares (Formato de Encuesta N° 2).

*Cuadro 4: Movilidad-Indicadores de Comportamiento de Viaje*

Indicador	Lo que ensaya/indica	Descripción
Reparto Modal	Presenta la elección del modo manifestada. Indica el acceso a diferentes modos y si estos favorecen o no el transporte de bajo carbono.	El reparto modal ( <i>mode o modal split</i> en inglés) es el porcentaje de reparto de viajeros que utilizan un tipo particular de modo de transporte. Esto se cuantifica además como: Reparto modal por modos utilizados con diferentes propósitos de viaje, es decir, trabajo, educación, salud y otros. Reparto modal por modos utilizados por grupos sociales; es decir, por ingresos, hogares encabezados por mujeres.
Tiempo y velocidad de viaje	Cuando el tiempo y distancia de viaje se observan juntos, proporcionan bastante información sobre el desempeño del sistema de transporte (mayor tiempo de viaje y baja velocidad es indicación de congestión, etc.). Las distancias y tiempo también señalan el alejamiento u opción por modos de transporte no motorizado, con distancias mayores de viaje que favorecen el aumento en el uso de modos motorizados de transporte.	Promedio de tiempo y velocidad de viaje por pasajero en determinada fecha, cuantificados por: Propósito del viaje Modo utilizado Propósito de viaje hacia la desagregación por grupos sociales
Duración de viaje		Distribución de la frecuencia de duración promedio del viaje (DPV) para todos los modos (a pie, bicicleta, bus, paratránsito y vehículo privado): Para todos los viajes realizados en el área de estudio DPV bien ponderada de modo, desagregada por grupos sociales / DPV bien ponderada del propósito de viaje, desagregada por grupos sociales

## Movilidad: Indicadores de Infraestructura de Transporte

Los indicadores de infraestructura del transporte representan la oferta de transporte y señalan el tamaño y la calidad de esta. Por otra parte, proporcionan un indicio de las opciones disponibles para las personas a fin de que ejerciten su posibilidad de elección de movilidad. La provisión de infraestructura también representa la ventaja/ desventaja de ubicación de cada opción de movilidad en la ciudad y, por tanto ayuda en el proceso de toma de decisiones. Los datos para estos indicadores se obtienen principalmente utilizando los formatos de Encuesta N° 3-7. Los siguientes indicadores se utilizan para representar la oferta de infraestructura de transporte.

*Cuadro 5: Indicadores de Movilidad-Infraestructura de Transporte*

Indicador	Lo que ensaya/ Indica	Descripción
Densidad de caminos, intersecciones	<p>Una densidad mayor de caminos mejora la facilidad de movimiento, de manera que también puede dar lugar a un mejor acceso a oportunidades. Esto puede además resultar en más uso de modos motorizados de transporte no deseado en el plan de movilidad de bajo carbono.</p> <p>La densidad de intersecciones indica el tamaño del bloque. Cuanto mayor sea el número de intersecciones, menor será el tamaño del bloque urbano, lo cual favorece el uso de modos de transporte no motorizados.</p>	<p>La densidad de los caminos se cuantifica como: Espacio de camino por hectárea en el área de estudio y en la ZAT Densidad kernel de caminos Se utiliza la función de densidad kernel, la cual se basa en Tracy, Su, Sadek, &amp; Wang (2011). La densidad kernel de camino se computa como un raster. La densidad kernel de caminos en torno a cada celda de la cuadrícula se computa utilizando un radio de 750 m (igual al radio de un vecindario) en el cual el ancho del camino (a la derecha de la vía) se utiliza en los campos demográficos. Se puede presentar el valor promedio (término medio) de la densidad de kernel para cada ZAT. La densidad de las intersecciones se computa de manera similar. La única diferencia es que en este caso se deja vacío el campo de población.</p>
Infraestructuras peatonales	<p>Las infraestructuras para peatones permiten a las personas ejercitar la opción de caminar como un modo de transporte para acceder a oportunidades. Es deseable contar con veredas con un ancho mayor a 2 m, descontando el espacio perdido debido a intrusiones. También es esencial el adecuado tratamiento de las intersecciones, a fin de facilitar el movimiento de peatones.</p>	<p>La infraestructura proporcionada para el movimiento peatonal se cuantifica como: Área con vereda en el área de estudio y en cada ZAT. Área con vereda de un ancho superior a 2 m en cada ZAT. Área con vereda invadida (por tipo de intrusión)</p>

Infraestructuras para bicicletas	Las infraestructuras para bicicletas permiten a las personas ejercitar su opción de utilizar bicicletas como modo de transporte para acceder a oportunidades. Es deseable que la mayor parte de los caminos tenga ciclovías separadas y que las intersecciones ofrezcan prioridad al movimiento de bicicletas. Las infraestructuras para el estacionamiento de bicicletas también promueven su uso.	Las infraestructuras para bicicletas y su movimiento se cuantifica como: Duración de viaje con ciclovía separada Área de invasiones en caminos con ciclovías separadas en el área de estudio y ZAT Área de ciclovías separadas con buena iluminación en el área de estudio y ZAT Intersección con prioridad para ciclistas en la ZAT Número de estacionamientos para bicicletas disponible en la ZAT.
Infraestructuras para estacionamiento	La mayor disponibilidad de infraestructura de estacionamiento en y fuera de la calle para coches y vehículos de dos ruedas facilita el uso de un número mayor de estos modos.	La infraestructura proporcionada para estacionamiento se cuantifica como: Número de unidades de estacionamiento en y fuera de la calle disponibles para cada modo en el área de estudio y en cada ZAT. Tarifa de estacionamiento para cada modo de transporte en cada ZAT.
Infraestructura para transporte y paratránsito	La mayor densidad de las paradas de TP y rutas es señal de mejor acceso a los servicios de TP. Cuanto menores sean los intercambios mejor es el servicio de TP.	El siguiente grupo de indicadores denota el nivel de servicio público y paratránsito en el área de estudio: Densidad kernel de paradas/ rutas de TP Distancia a la parada más cercana Número promedio de intercambios por TP

## Indicadores de Accesibilidad

Tal como se describe en el Cuadro 6, la accesibilidad puede cuantificarse utilizando tres indicadores: financieros, físicos y organización espacial del uso del suelo y del transporte. Los primeros dos señalan cómo es la dotación del sistema de transporte equitativo; en tanto que el tercero indica las oportunidades que los sistemas de usos de suelo y transporte brindan a las personas para participar en diferentes actividades. Los datos que se requieren para estos indicadores se obtienen principalmente en el Formato de Encuesta N° 8. La accesibilidad y equidad pueden ponerse a prueba mediante los indicadores que se presentan en el Cuadro 6. Para las decisiones basadas en finanzas, si fuera posible, los datos deben recopilarse por separado para hombres y mujeres. En muchas sociedades hay desigualdades entre hombres y mujeres, en términos de acceso y control a los recursos financieros, por tanto menos mujeres pueden solventar la compra de pasajes, lo cual a su vez afecta sus opciones de transporte.

*Cuadro 6: Indicadores de Accesibilidad*

Indicador	Lo que pone a prueba	Cómo ponerlo en funcionamiento
Financiero	Presupuestos de transporte (dinero y tiempo) de diferentes grupos sociales y dotación del servicio de transporte.	% de población que puede permitirse pagar el pasaje de TP para su viaje preceptivo Tiempo promedio que se utiliza para viajar por actividades imperativas u obligatorias
Físico	Acceso físico al transporte y actividades	% de intersecciones que incorporan diseño libre de barreras % de intersecciones con medidas para encauzamiento y descongestión de tráfico % de paradas/ modos de TP con acceso libre de barreras Accesibilidad para grupos vulnerables por y a diferentes modos
Organización Espacial	Cómo se organiza el transporte y el uso de suelo	% de población que tiene almacenes de abarrotes en un área de los 500 m a la redonda % de población que tiene una red primaria de tránsito en un área de los 400 m a la redonda Número de ubicaciones de empleo a 30 minutos de viaje, por TP/a pie/bicicleta Número de colegios/clínicas/parques y jardines a 30 minutos de viaje por TP/a pie/bicicleta

## Mercancías y transporte de carga

En un examen de la distribución de mercancías y del transporte de carga se toman en cuenta la ubicación y función de las principales terminales de carga, y el movimiento de mercancías de las fronteras de la ciudad hacia los mercados. Los datos que se requieren para las mercancías y transporte de carga se proporcionan en el Formato de Encuesta N° 10. El cuadro 7 presenta una revisión de los indicadores.

*Cuadro 7: Indicadores de Mercancías y Transporte de Carga*

Indicador	Lo que pone a prueba	Cómo ponerlo en funcionamiento
Repartos Modales	Movimiento y volumen del transporte de carga	Buenos vehículos que circulan dentro y fuera de la ciudad (Encuestas del cordón) Mercancías importadas y exportadas, por tipo, desde la ciudad (Formato de Encuesta N° 10)
	Volúmenes de transporte en el interior de la ciudad	Volumen de transporte de carga que se mueve dentro del área de estudio (movimiento en el interior de la ciudad) por modo y tipo
Duración del viaje	Distancias de transporte	Distancia de embarque promedio dentro de las fronteras de la ciudad y desde la ciudad

## Indicadores de Seguridad y Vigilancia

La vigilancia del tráfico es uno de los tópicos más importantes en el transporte urbano. Los datos relacionados con los indicadores de seguridad y vigilancia se describen en el Formato de Encuesta N° 11. Se puede efectuar una revisión de la seguridad y vigilancia con los indicadores que se presentan en el Cuadro 8 a continuación. En la medida de lo posible, se debería incentivar la recolección de datos desagregados por sexo. Por ejemplo, los temas de seguridad deben observarse en términos de hombres y mujeres. Los datos desagregados por sexo ayudarán a redireccionar el enfoque en las necesidades de los hombres y de las mujeres y sus capacidades por separado, a fin de encontrar soluciones prácticas y duraderas que se acomoden a sus requisitos independientemente.

*Cuadro 8: Indicadores de Seguridad y Vigilancia*

Indicador	Lo que se pone a prueba	Cómo ponerlo en funcionamiento
Protección	Cuán protegidos están los caminos para todos los usuarios, especialmente para ciclistas y peatones.	Número de accidentes fatales por 100.000 usuarios del modo Número de accidentes ocasionados por el modo en usuarios de otro camino, por 100.000 del total de usuarios de caminos Número de accidentes fatales por 100.000 habitantes % de caminos con límite de velocidad $\geq 50$ kmph % de caminos iluminados
Seguridad	Cuán seguras se sienten las personas al utilizar y acceder a las infraestructuras de transporte.	% de veredas iluminadas % de personas que se sienten protegidas para caminar/ ir en bicicleta y utilizar TP en la ciudad, por género.

## Indicadores de Medio Ambiente

Las consideraciones ambientales son dimensiones importantes del PMBC. La cuantificación del consumo de energía del transporte es el primer paso en la estimación de indicadores ambientales: emisiones de CO<sub>2</sub> y principales contaminantes del aire.

El consumo de energía puede estimarse de dos maneras: i) de arriba hacia abajo (top-down), y ii) de abajo hacia arriba (bottom-up). El primero implica la preparación de balances de energía y se apoya en información disponible de los proveedores de energía, como las empresas petroleras, servicios de electricidad, etc., y grandes consumidores (p.ej. ferrocarriles, servicios de transporte, etc.). El enfoque de abajo hacia arriba estima el consumo de energía de diferentes categorías de vehículos, a partir de información que se obtiene en estudios de los propietarios del vehículo y datos sobre vehículos de fuentes secundarias.

Tanto en el enfoque de arriba hacia abajo como de abajo hacia arriba, los consumos de energía deben obtenerse y combinarse para llegar a una estimación más exacta del uso total de energía en una ciudad.



## Emisiones de CO<sub>2</sub>

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> se pueden seguir estos pasos:

### Balance Energético

Los balances energéticos constituyen una manera de representar los flujos de energía agregada de los proveedores de energía a los consumidores, y se utilizan como una herramienta de contabilidad para estimar las emisiones relacionadas con la energía. En general, los balances de energía abarcan todos los combustibles. No obstante, puesto que el enfoque está en el transporte, es necesario abarcar diésel, gasolina, gas líquido de petróleo (GLP), gas natural comprimido (GNC) y electricidad. En el Anexo 1 (Formato de Encuesta N° 12) se proporciona un formato simplificado de balance energético para el consumo de energía en el sector de transporte en la ciudad. El Cuadro 9 muestra los datos que se requieren para recopilar los balances energéticos.

*Cuadro 9: Balance Energético*

Datos necesarios	Descripción	Fuentes de Datos	Ámbito de los Datos
Consumo de combustibles fósiles del transporte	Consumo de diésel, gasolina, GNC, GLP en la ciudad para el transporte	Comercios minoristas o empresa distribuidora de combustible/ depósitos	Ciudad
Consumo de electricidad para el transporte	Electricidad consumida en el metro/ tranvía/trenes suburbanos/ otros vehículos sobre rieles/ eléctricos	Ferrocarriles y operadores de transporte o proveedores de electricidad	Ciudad

### Estimación del Uso de Energía de Abajo hacia Arriba

El punto de partida para la estimación del uso de energía de abajo hacia arriba es el número de vehículos y tipo de combustible que utilizan. La información sobre el número total de vehículos, su combinación por tipo, etc. (Formato de Encuesta N° 13) puede obtenerse de los registros de vehículos que generalmente tienen disponibles las autoridades locales/ regionales de transporte (Cuadro 10). Sin embargo, es necesario efectuar los ajustes correspondientes si los registros de vehículos no toman en cuenta el retiro de vehículos.

Estos registros por lo general no incluyen detalles respecto al promedio de kilómetros recorridos por un vehículo en un año, tipo de combustible consumido o información sobre la economía de este. Por tanto, estos detalles se deben obtener mediante un estudio primario de vehículos en los surtidores de gasolina. Véase Anexo 1 (Formato de Encuesta N° 14).

*Cuadro 10: Inventario de Vehículos*

Datos necesarios	Descripción	Fuentes de Datos	Ámbito de los Datos
Vehículos registrados (Formato de Encuesta N° 13)	Inventario de vehículos por antigüedad (pasajeros y mercancías)	Estudio de autoridades de transporte por carretera	Ciudad
Eficiencia del vehículo (Formato de Encuesta N° 14)	Características de eficiencia de las categorías de vehículos por edad (kilometraje, promedio de km recorridos por vehículo)	Estudios en surtidores de gasolina	Muestra

La información sobre el parque vehicular y distancia promedio de viaje de cada categoría de vehículo puede entonces utilizarse para computar el total de kilómetros del vehículo (Cuadro 11). Utilizando los datos del total de kilómetros recorridos por vehículo es posible computar el tipo de combustible, promedio de economía de combustible para cada categoría de vehículo, y uso de energía. Esta información puede compararse con la estimación de arriba hacia abajo disponible en el formato de balance energético a fin de calibrar los coeficientes de economía de combustible. Para los años futuros, esta última dependerá de la introducción de nuevos vehículos, el retiro de los más antiguos (véase Anexo 6 sobre metodología para decidir la combinación de vehículos basados en vehículos de su época), y la economía de combustible de la flota para los años futuros (véase Anexo 7).

*Cuadro 11: Cuadro simplificado de los kilómetros recorridos por vehículo y combinación de combustible para el año base*

Tipo de Vehículo	No. Total de vehículos	Km recorridos/años	Millones Vehículos km	% Tipo de Combustible			Electricidad
				Gasolina	Diésel	Gas	
Coches	66,737	13,107	875	46%	47%	7%	0%
MUVs	13,813	9,788	135	0%	100%	0%	0%
2 ruedas	378,090	8,383	3,170	99%	0%	0%	1%
3 ruedas	25,862	18,656	482	0%	99%	0%	1%
Taxis	4,736	13,107	62	46%	47%	7%	0%
Buses	1,286	76,285	98	0%	100%	0%	0%
VP	11,384	20,775	237	0%	100%	0%	0%
VL	2,510	30,590	77	0%	100%	0%	0%

### Cálculo de Emisiones de CO<sub>2</sub>

Las emisiones de CO<sub>2</sub> pueden calcularse del consumo total de combustible, sobre la base de su contenido de CO<sub>2</sub>. Si están disponibles, se deben utilizar los factores de emisión local. Los factores nacionales de emisión se publican en los *National Communications and Biennial Reports* presentados a la CMNUCC<sup>6</sup>.

6 [http://unfccc.int/national\\_reports/non-annex\\_i\\_natcom/reporting\\_on\\_climate\\_change/items/8722.php](http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/reporting_on_climate_change/items/8722.php) Accessed April 27, 2016

Si no están disponibles, se deben utilizar factores por defecto facilitados por el IPCC u otras bases de datos globales<sup>7</sup> (Cuadro 12).

*Cuadro 12: Coeficientes de Emisión de CO<sub>2</sub> para Combustibles Fósiles*

Combustible	Giga gramos CO <sub>2</sub> / Petajoule	Kg CO <sub>2</sub> /tonelada de combustible	Kg CO <sub>2</sub> /l de combustible
Gasolina	69,30	3101	2,30
Diésel Alta velocidad (diésel)	74,1	3214	2,71
Gas Natural Comprimido (GNC)	56,1	1691	1,69*
Gas Licuado de Petróleo (GLP)	63,1	2912	2,91*

(\*) Kg CO<sub>2</sub>/ kg de combustible

Fuente: IPCC (2006)

## Emisiones de Contaminantes del Aire

La calidad del aire es un determinante importante de la salud humana. El transporte es una fuente importante de contaminación del aire en ciudades. La evaluación de largo plazo de la calidad del aire ambiental es útil para: i) comprender las tendencias imperantes y, por tanto, priorizar políticas como las normas de emisión, políticas sobre transporte público, etc.; y ii) comprender la efectividad de las políticas. El Cuadro 13 muestra los datos que es necesario recopilar para calidad del aire.

*Cuadro 13: Datos de Calidad del Aire*

Datos necesarios	Descripción	Fuente de datos	Nivel de datos
Calidad del aire	NO <sub>x</sub> , CO, SO <sub>x</sub> , Partículas PM <sub>10</sub> , Concentración de PM <sub>2,5</sub> por ubicación y año	Tableros de control de la contaminación	Solo estaciones de muestreo

Las emisiones contaminantes del aire del transporte pueden calcularse multiplicando los KmV (Cuadro 10) por los coeficientes de emisión para diferentes vehículos. El Cuadro 14 proporciona las emisiones anuales de partículas PM 2,5 para los KmV del Cuadro 10, utilizando coeficientes de emisión para la India<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php> Acceso el 25 de abril de 2016.

<sup>8</sup> Los coeficientes de emisión toman como base el escenario de actividades habituales (AH) que se presentan en el Anexo 6 (MoUD, 2014).

*Cuadro 14: Cuadro simplificado de Emisiones PM 2.5 para año base*

Tipo de Vehículo	Emisiones PM 2,5 (Toneladas)				Total
	Gasolina	Diésel	GAS	Electricidad	
Coches	10	50	1	-	61
MUV	-	29	-	-	29
2 ruedas	269	-	-	-	269
3 ruedas	-	108	-	-	108
Taxis	1	5	0	-	6
Buses	-	50	-	-	50
VP	-	144	-	-	144
VL	-	23	-	-	23
Metro/Tranvías					-
Total	280	409	1	-	690

Los factores de emisión difieren por tipo, edad y combustible del vehículo. En general, los coeficientes de emisión para distintos tipos de vehículos pueden estimarse en el ámbito nacional utilizando la metodología descrita en el Anexo 8. Esta misma metodología puede aplicarse para desarrollar factores de emisión específicos de una ciudad.

### **Elaboración del perfil de los indicadores para el año en curso**

Los indicadores que se presentan en el Cuadro 3 y explican en secciones anteriores deben presentarse como mapas y cuadros de clasificación cruzada (véase Anexo 5), lo cual brinda un indicio de la relación entre el comportamiento de viaje y otros indicadores mencionados en el Cuadro 3 y por tanto puede utilizarse como insumo para otros escenarios de actividades habituales y de bajo carbono. Estos escenarios se describen en los Pasos 3 y 4.

# *Desarrollando el Escenario de Actividades Habituales (AH)*

---

En la Figura 1 se sugieren dos procedimientos para el Paso 3. El primero se refiere a ciudades grandes y ciudades donde se ha planificado grandes inversiones en movilidad de bajo carbono; el segundo es para ciudades pequeñas donde la inversión es relativamente reducida.

## **Ciudades Grandes – Desarrollando un Escenario de Actividades Habituales**

En el primer procedimiento (P1, Figura 1) se utiliza una metodología para identificar acciones para un escenario de bajo carbono. Primero, se desarrolla un escenario de actividades habituales (AH). En ese escenario, las proyecciones futuras se basan en la continuidad de tendencias pasadas. El escenario de AH incorpora el desarrollo de infraestructura y de uso del suelo de acuerdo a los planes y proyectos que se encuentran en preparación. La demanda futura de transporte se basa en las preferencias de los grupos socioeconómicos del año base. Las transformaciones tecnológicas, es decir, los cambios en la economía del combustible de los vehículos, combinación de combustibles, y adopción de tecnologías vehiculares alternativas deben concordar con la dinámica en curso y la implementación de las políticas vigentes y propuestas.

### **Proyecciones Socio económicas**

La transición económica futura de una ciudad depende de las transiciones económicas que en el momento tienen lugar en la región. Es necesario además comprender el papel de la ciudad en el estado y en el desarrollo económico del país. Por ejemplo, si un gran desarrollo industrial propuesto incluye a cierta ciudad, este dará paso a un mayor desarrollo económico respecto a la tendencia general para el país en su conjunto o a tendencias anteriores de la ciudad. La transición económica también da lugar a transiciones sociales, en términos de población (local y migrante), tamaño del hogar, niveles de ingresos y posesión de vehículo.

### **Proyección de crecimiento industrial**

La proyección del crecimiento industrial depende de las políticas nacionales y estatales para la región, y la tendencia al crecimiento para cada una de las ciudades existentes y sectores industriales planificados. Las tasas de crecimiento para sectores industriales grandes (p.ej. acero, cemento, químicos y textiles) están vinculadas con las proyecciones generales de crecimiento económico para el país y región.

## Proyección del empleo

Las proyecciones totales de empleo deben basarse en el crecimiento industrial y proyecciones macroeconómicas para la región. Para evaluar dónde estarán localizados estos empleos en la ciudad, y el espacio requerido, se pueden aplicar estos procedimientos:

- Estudiar las tendencias de desarrollo y crecimiento pasadas
- Durante la consulta a las partes interesadas, determinar las posibles ubicaciones con mayor probabilidad de desarrollo de los sectores no residenciales
- Proyectar la superficie útil que se requerirá para cada actividad no residencial en el futuro, utilizando la siguiente ecuación:

$$FS_E = FA_E \times P_E$$

Donde,

$FS_E$  = requerimiento de superficie útil para empleo (para varios sectores)  $FA_E$  = superficie útil per cápita existente para empleo  $P_E$  = empleo proyectado (para varios sectores)

En consulta con las partes interesadas distribuye el espacio de superficie (para varios sectores) en la ZAT. El uso del suelo por ZAT puede computarse a partir del espacio de superficie computado por actividad.

## Proyecciones demográficas

La demográfica abarca las proyecciones de población para la ciudad, junto con otras variables demográficas como familia: tamaño, grupo etario, proporción de género, etc. Las proyecciones de población también deben considerar las tendencias migratorias en la ciudad y región en su conjunto.

La población estimada que residirá en cada zona en el futuro será una función de la normativa de control del desarrollo y del atractivo de esta área. El atractivo de una ubicación en particular para diferentes grupos puede depender de las características del vecindario, ubicación del empleo y autoselección del comportamiento residencial individual.

## Demanda Futura de Transporte

La segunda tarea importante, a la hora de elaborar el perfil del sistema urbano y de transporte existente, es conocer la demanda de este último. Dada la presente disponibilidad de datos y recursos en los países en vías de desarrollo, se recomienda que el modelado de la demanda para transporte de pasajeros se estime utilizando un modelo de cuatro pasos: véase Anexo 3 que contiene una descripción detallada del modelado de cuatro pasos.

El modelo de cuatro pasos se basa en insumos de comportamiento de viaje existentes, obtenidos del estudio en hogares (Formato de Encuesta N° 2), y de la infraestructura de transporte y calidad del servicio. El primer paso implica calibrar el modelo para el año base. Los flujos de tráfico proyectados por el modelo en diferentes vínculos de la vía se comparan con el recuento real del volumen de tráfico observado en varias ubicaciones de toda la ciudad. El modelo se vuelve a calibrar, entonces, de modo que coincida con el recuento real del volumen de tráfico.

El modelo de año base puede luego utilizarse para identificar y ensayar varias medidas de corto plazo que pueden incorporarse para mejorar el sistema de transporte existente. Una vez que el modelo de la demanda de transporte ha sido calibrado para el año base, es posible utilizarlo para estimar la demanda de transporte para los años futuros. Los insumos para este análisis serán las estrategias, cambios en los impulsores socioeconómicos planificados –es decir las proyecciones de población y empleo– y cambios en el uso del suelo. El escenario AH asume que el comportamiento de viaje de las personas (dentro del mismo grupo etario y socioeconómico) siguen el modelo del año base.

## **Transiciones de Combustible y Tecnología**

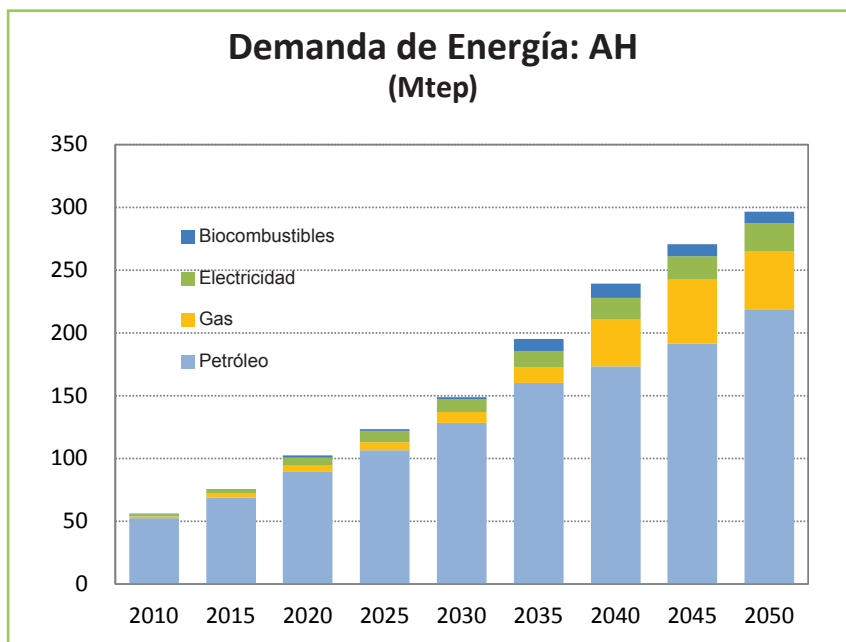
### **Combinación de combustible**

Actualmente, el sector de transporte depende en gran medida de los combustibles fósiles. Se espera que la futura combinación de combustibles se diversifique en combustibles más limpios, lo cual abarca GNC, biocombustibles y gasolina, así como diésel más limpios. Las ciudades cumplen un papel pequeño en la formulación de políticas de combinación de combustible, ya que son afectadas de manera significativa por políticas y reglamentaciones nacionales. Por tanto, no se debe asumir que la combinación futura de combustible se mantenga igual que para el año base. Esta combinación se debe decidir a partir de la argumentación sobre el escenario, en consulta con expertos, y de los análisis que se efectúen en el ámbito nacional (véase Recuadro 1). No obstante, las ciudades pueden asimismo desviarse de esta directriz si tienen planes específicos; p.ej. si una ciudad tiene planeado que todo el transporte público funcione con GNC.

### Recuadro 1. Transiciones en la Combinación de Combustibles para la India

Las transiciones en la combinación de combustibles para el sector de transporte en la India se analizaron utilizando la metodología del escenario y un modelo de sistema energético para el país en su conjunto. Se analizaron dos escenarios: uno que se ocupaba de las transiciones en la combinación de combustibles en el escenario de AH, y otro donde estas transiciones se analizaron para un escenario de bajo carbono. La combinación nacional de combustibles se utilizó en el ámbito de la ciudad como directriz por defecto. La figura 6 muestra las transiciones en el ámbito nacional para el sector de transporte en la India.

Figura 6: Proyecciones de Combinación de Combustibles para AH en la India



Fuente: Dhar, S., Pathak, M., & Shukla, P. R. 2013. *Low Carbon City: A Guidebook for City Planners and Practitioners*: UNEP Risoe Centre on Energy, Climate and Sustainable Development, Technical University of Denmark <[http://www.unep.org/Transport/lowcarbon/Pdfs/LowCarbonCity\\_Guidebook.pdf](http://www.unep.org/Transport/lowcarbon/Pdfs/LowCarbonCity_Guidebook.pdf)>

### Eficiencia del combustible

Con la creciente preocupación por el uso excesivo de energía y por las emisiones de gases de efecto invernadero debido al transporte de pasajeros, el enfoque para mejorar la eficiencia de combustible en los vehículos es mayor. La Iniciativa Mundial para el Ahorro de Combustibles (GFEI, por su sigla en inglés) ha propuesto objetivos para diferentes categorías de vehículos. Sin embargo, estos objetivos necesitarían adaptarse a países



específicos, debido a las diferencias en la actual eficiencia del combustible y a cómo evolucionará el parque automotor en el futuro (véase Anexo 6).

### **Creciente cuota de sistemas de transporte que funcionan con electricidad**

Se espera que la electricidad cumpla un papel cada vez más importante en el futuro del transporte en las ciudades debido a la introducción del metro, otros sistemas de ferrocarril para el transporte y una difusión más amplia de vehículos eléctricos: esto incluye a vehículos de dos ruedas, coches y buses. Aparte de las políticas y programas nacionales, las ciudades pueden proporcionar varios incentivos a los vehículos eléctricos, en cuanto a estacionamiento, impuestos, etc., a fin de mejorar su reparto. En muchos casos, la electricidad se suministra a las ciudades desde fronteras municipales externas, liberándolas así de los contaminantes locales –SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, partículas, etc. Con todo, las metrópolis están obligadas a responsabilizarse por la emisiones de CO<sub>2</sub>, considerando el alcance de las directrices del IPCC respecto a los inventarios de emisiones.

### **Indicadores de AH y Objetivos de los PMBC**

Los indicadores para los años en el horizonte del escenario de AH se evalúan utilizando el marco de los PMBC. Los indicadores se comparan con el punto de referencia para que los encargados de tomar decisiones tengan una idea de cómo puede y debe hacerse. Por ejemplo, el valor del punto de referencia para las PM 2,5 es 10 micro g/m<sup>3</sup>, y si el valor actual es 40, significa que se requiere una acción seria. No obstante, para obtener el punto de referencia se necesita tiempo. Por tanto, las partes interesadas deciden en consenso los objetivos del PMBC, teniendo en mente lo que se necesita y es factible para un año dado de horizonte.

### **Ciudades Pequeñas – Comparación cruzada con puntos de referencia**

En el segundo procedimiento (P2, Figura 1), las ciudades no desarrollarán un modelo de transporte para evaluar las demandas futuras de viaje, sino que en general abarcarían los siguientes pasos.

#### **Revisando los Indicadores del Año Base**

Como se muestra en el Anexo 5, se puede tabular una comparación cruzada de los indicadores de comportamiento de viaje con otros indicadores mencionados en el Cuadro 3. Las partes interesadas revisan estos indicadores para decidir cuáles son relevantes para la ciudad. Pueden o bien elegir una serie de indicadores o una subserie; por ejemplo indicadores de movilidad y accesibilidad o mejoras en la red peatonal. Las partes interesadas pueden asimismo optar por una combinación de indicadores; por ejemplo movilidad-accesibilidad, al igual que seguridad y vigilancia.

#### **Estableciendo puntos de referencia**

Luego de una revisión exhaustiva del cuadro de comparación cruzada y objetivos de movilidad de bajo carbono, los consultores pueden presentar una propuesta de punto de referencia, que luego es discutida y aprobada por las partes interesadas. La comparación cruzada del Anexo 5 ayudará a las partes interesadas a tomar decisiones sobre qué indicadores requieren intervención para lograr sus objetivos. Estos objetivos

podrían ser los puntos de referencia específicos del país; por ejemplo, el Gobierno de India ha establecido puntos de referencia en el servicio para algunos de los indicadores mencionados en el Cuadro 4.

### **Analizando Acciones respecto al Año Base**

Se debe efectuar una comparación entre indicadores para el año base y puntos de referencia a fin de identificar acciones/ intervenciones que pueden ayudar, a las partes interesadas, a lograr la serie de metas. Por ejemplo, pueden decidir que una serie de indicadores necesitan intervención para aumentar la cuota del modo de transporte público para viajes con propósitos de trabajo.

# Analizando Escenarios Alternativos de Bajo Carbono

---

En este paso se analizan escenarios alternativos de bajo carbono por medio de un método de cálculo retrospectivo para identificar acciones alternativas para alcanzar las metas del PMBC. Como se sugiere en la Figura 1, para las pequeñas ciudades se ignora el Paso 4 y se aplica directamente el Paso 5.

## Escenarios Alternativos de Bajo Carbono

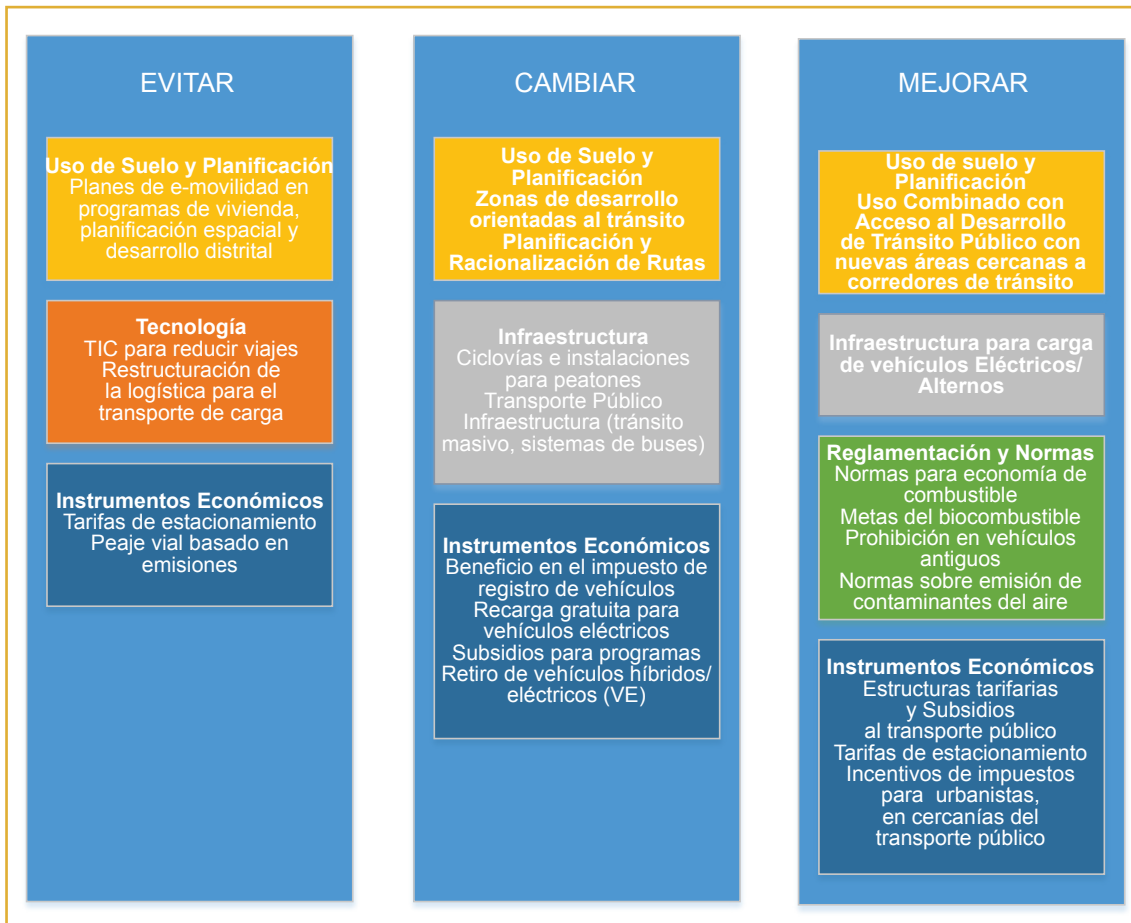
Las estrategias de bajo carbono se basan en acciones que: i. eviten viajes, lo cual podría incluir medidas para reducir su duración o número; ii. faciliten el cambio hacia modos de bajo carbono eficientes, entre ellos transporte público y no motorizado; y iii. opten por combustibles y modos más limpios (Figura 7).

El marco evitar, cambiar y mejorar ECM es útil para profundizar las diferentes opciones. Sin embargo, en aras de la simplicidad y de un mejor vínculo con estructuras institucionales en las ciudades los escenarios pueden desarrollarse en términos de cambios en las siguientes áreas generales:

1. Uso de suelo y planificación
2. Transporte no motorizado (TNM)
3. Transporte público
4. Vehículos
5. Reglamentaciones

Los escenarios de bajo carbono analizan estrategias en cada una de estas áreas generales tanto individualmente como de manera combinada. La preparación del escenario de bajo carbono se realiza con un método de cálculo retrospectivo, cuyo objetivo es lograr las metas para los indicadores de los PMBC relacionados con movilidad, accesibilidad, seguridad, inclusividad y medio ambiente, lo cual incluye las metas para las emisiones de CO<sub>2</sub>. El marco de análisis (Figura 4) es el mismo que para el escenario de AH. En las secciones posteriores se presentan diferentes escenarios para: i) uso de suelo y planificación; ii) TNM; iii) transporte público; iv) vehículos; y v) medidas reglamentarias y financieras.

Figura 7: Explorando Opciones para Movilidad de Bajo Carbono



Adoptado de UNEP (2012); MoUD (2014); Sims et al. (2015); Hoornweg et al. (2011)

## Uso de suelo y Planificación

El escenario tiene intervenciones que influyen en el uso de suelo para estimular modelos compactos, y uso combinado de suelos con el objetivo de reducir la demanda de viajes motorizados. Involucra lo siguiente:

1. Restringir el área de desarrollo de la ciudad
2. Incrementar la densidad de empleos (desarrollo policéntrico) y población
3. Mejorar el acceso a actividades, apropiándose del uso combinado de suelos
4. Disminuir el tamaño del distrito de desarrollo

A partir de la evidencia disponible, las medidas mencionadas anteriormente ayudan a disminuir las distancias de viaje y estimular un mayor uso del transporte público y modos no motorizados; por tanto, contribuyen tanto a evitarlos como a optar por otros. Los cambios en la reglamentación de la zonificación y tasa de superficie útil (TSU) incluyen algunas de las medidas de planificación y reglamentación que contribuirán a lograr un desarrollo compacto y de mayor densidad.

En los PMBC preparados para la ciudad de Rajkot se propuso desarrollar un nodo a lo largo de las vías de tránsito junto a estrategias de diversificación y uso combinado de suelos.

## **Transporte No Motorizado**

En este escenario se consideran varias mejoras en la infraestructura del TNM, p.ej. en las veredas y ciclovías. Estas mejoras contribuirían al logro de mayor accesibilidad y seguridad, así como la experiencia de usuario de peatones y ciclistas. El escenario considera asimismo campañas de sensibilización de los ciudadanos respecto a los impactos favorables del ciclismo para el medio ambiente, salud y de cara a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Otro aspecto que se toma en cuenta es la reducción de las barreras e impedimentos en las vías para mejorar la seguridad del ciclista. Al reducir los conflictos (posibilidades de accidentes) entre los modos no motorizados y motorizados se incrementaría moderadamente la velocidad de los buses.

## **Transporte Público**

El escenario del transporte público abarca el TNM que, como cualquier transporte público, incluye un componente de TNM para su ingreso y salida. Puesto que muchas ciudades en los países en vías de desarrollo carecen de un servicio confiable de buses, es posible considerar dos tipos de transporte público:

### **1. Servicio mejorado de buses compatible con infraestructura peatonal y ciclística**

En este caso, se presume que la infraestructura y operaciones de los buses mejorará para así contar con un servicio de buses en el que se pueda confiar, al menos en todas las arterias principales. Además de ello deben incorporarse ideas iniciales en las intervenciones operativas, como mejor asignación de rutas e itinerarios, mejoras en la frecuencia, diseño renovado de las paradas de buses, mayor velocidad del bus, seguridad general y comodidad para el usuario. También se debe considerar la opción de proporcionar modos de transporte paralelo en las arterias secundarias y vías de conexión. Esto ayudará a limitar el ingreso/ salida para viajes de una distancia menor a 1 km. Se debe poner énfasis en la dotación de infraestructuras de apoyo para los ingresos/ salidas de peatones y ciclistas. Los cambios antes mencionados deben utilizarse para verificar el modo alternativo preferido por los encuestados en el estudio de hogares, lo cual ayudará a computar el aumento de la demanda de transporte público en un escenario donde la infraestructura del transporte público y no motorizado se ha perfeccionado bastante.

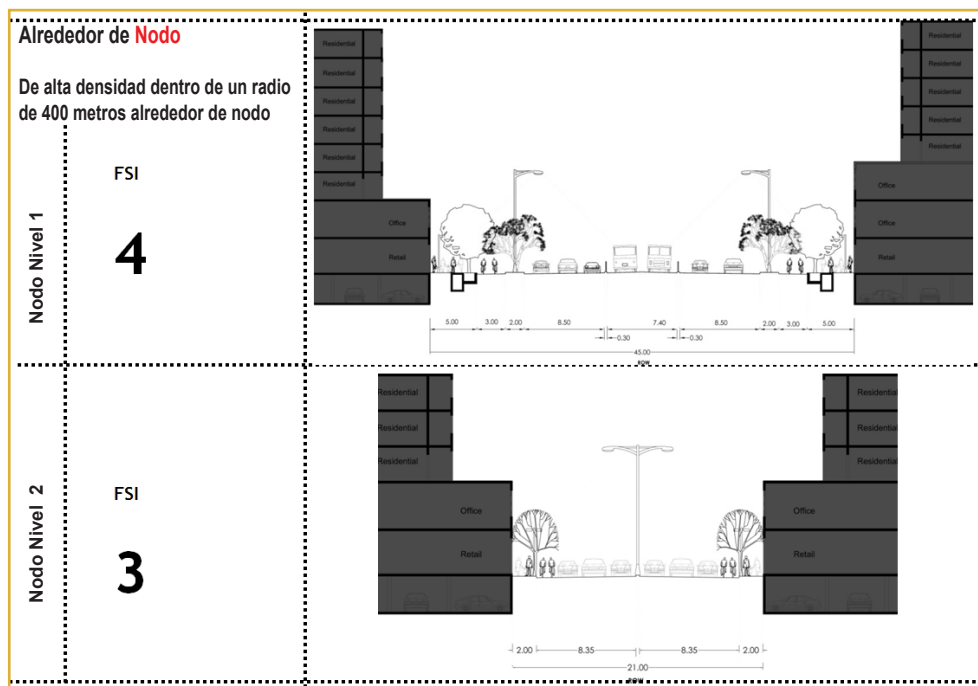
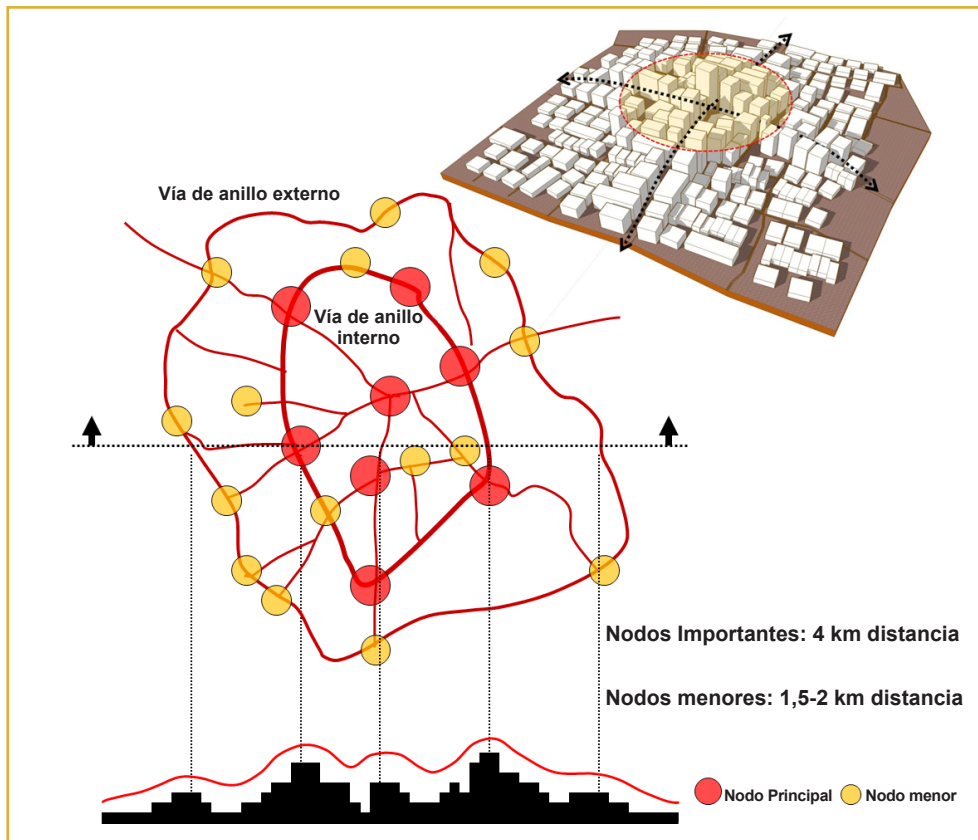
### **2. Servicio mejorado de buses y transporte masivo rápido compatible con infraestructura para peatones y ciclistas**

Este escenario incluye todas las mejoras antes detalladas en el escenario del servicio de buses, al igual que un sistema de tránsito masivo rápido en los corredores de tráfico seleccionados. Las opciones de tránsito masivo rápido podrían abarcar el BTR o bus de tránsito rápido (carriles exclusivos en todas las arterias principales), tren ligero, sistema de metro o monorriel.

## **Vehículos**

Los cambios tecnológicos comprenden tanto la tecnología de vehículos, como un cambio en la eficiencia o tecnologías vehiculares alternas: vehículos híbridos o eléctricos. A menudo, los cambios en estas tecnologías

Figura 8: Estrategia de uso de suelo en los PMBC Rajkot



se ven influidos por políticas nacionales; por ejemplo, las políticas nacionales sobre Vehículos Eléctricos, normas de Economía de Combustible, etc. Las ciudades pueden facilitar la adopción de tecnologías más limpias y de bajo carbono, proporcionando infraestructura de apoyo (p.ej. estaciones de carga para VE), por medio de incentivos (carga gratuita, subsidios) y su incorporación a los planes y pautas de uso de suelo existentes; p.ej. infraestructura y reglamentaciones para carga. Las ciudades pueden restringir el uso de los contaminadores vehículos antiguos, por medio de asistencia financiera, y estableciendo sistemas efectivos de monitoreo de emisiones. Las transiciones tecnológicas como la Tecnología de Información y Comunicación (TIC) podrían reducir el número de viajes en el futuro, lo cual a su vez daría paso a una menor demanda general de viajes en un escenario de bajo carbono.

## Medidas Financieras y Reglamentarias

Es posible implementar una gama de medidas reglamentarias y fiscales para facilitar el cambio de los modos de transporte privado a transporte urbano sustentable. Estas intervenciones hacen suyo el costo de las externalidades que imponen los vehículos privados. Entre los ejemplos de tales medidas están las políticas para estacionamiento, pago de cuotas por la congestión, impuestos al registro y al carbono. Estos se incorporan al modelo en forma de aumento generalizado al costo de viaje para los modos privados. A continuación se presenta un ejemplo del método para modelado de las políticas de estacionamiento.

### Políticas de estacionamiento (Instrumentos económicos + reglamentaciones)

El estacionamiento es en general de bajo costo, no gratuito, en la mayoría de las ciudades de países en vías de desarrollo. De manera que dejar de utilizarlos no constituye un desincentivo para los propietarios de modos de transporte privado como carros y vehículos motorizados de dos ruedas.

En este escenario, además de las mejoras en la infraestructura para peatones, bicicletas y transporte público, se incrementa el costo de estacionamiento. Para implementar una gestión sólida de estacionamiento en las calles y su sistema de aplicación, las ciudades deben reglamentar los espacios de estacionamiento. El sistema de gestión de estacionamiento existente –lo cual incluye ganancias y gastos, sistemas operativos y percepción del público– deben documentarse, evaluarse y mejorarse. El sistema ampliado y mejorado de gestión de estacionamiento puede facilitar la asignación eficiente de espacio en las vías, generar ingresos para proyectos de transporte sostenible, y estimular un cambio a modos más sostenibles. **En el modelo de cuatro pasos, estas medidas deben incrementar el costo generalizado de viaje de los modos motorizados respecto al TNM y al TP, lo cual favorecerá el uso de estos últimos.**

## Analizando los Indicadores y Metas de los PMBC

Las ciudades pueden dar prioridad a las intervenciones dependiendo del contexto, factibilidad de implementación e insumos de las partes interesadas. El siguiente paso es ensayar estas medidas dentro del modelo de cuatro pasos para estimar su impacto en la demanda de viaje para los diferentes modos, en virtud de los escenarios alternativos. Los escenarios de transporte de bajo carbono, mencionados en una sección anterior, deben ser operativos de manera integrada. El modelo de cuatro pasos, junto a los modelos de proyección de uso de suelo pueden utilizarse para analizar la medida mencionada anteriormente, cómo afectan a los indicadores mencionados en el Cuadro 3 y, finalmente, para contribuir al logro de los objetivos de los PMBC.

# Desarrollando un Plan de Movilidad de Bajo Carbono

---

Los PMBC deben desarrollarse a partir del análisis llevado a cabo en los Pasos 2-4, y en consulta con las partes interesadas. Puesto que los planes deben tomar en cuenta aspectos de implementación, si bien deben desarrollarse de manera integral, se sugiere que los PMVC se dividan de acuerdo a los planes que se describen a continuación. Por otra parte, todos estos planes deben contemplar las diferentes acciones/ actividades que se requerirán para su implementación, así como las entidades responsables.

## Retroalimentación para los Planes de Uso de Suelo

La retroalimentación para los planes de uso de suelo incluyen insumos específicos para el plan de zonificación y reglamentaciones para el control del desarrollo. La retroalimentación también debe abarcar cómo se conciben la densidad y agrupación del uso del suelo, a partir del análisis efectuado en el Paso 4, qué tipos de usos de suelo se desarrollarían juntos, y cómo se promueve la combinación de usos de suelo. Los planes de uso de suelo deben orientarse al desarrollo del transporte público, por tanto estos insumos deben incluir asimismo zonas de desarrollo orientadas al tránsito público y las reglamentaciones conexas.

## Planes para Mejorar el Transporte Público

Estos planes comprenderán específicamente planes y proyectos que se proponen para mejorar el transporte público en la metrópoli, basados en el análisis efectuado en el Paso 4. En función de ese análisis, esto abarcará planes para:

### A. Metro/carriles para Bus de Tránsito Rápido

1. Planes de red de buses para introducir mejoras en la movilidad/ accesibilidad/ desempeño financiero
2. Planes para mejoramiento de la red de paratránsito en la movilidad/ accesibilidad/ desempeño financiero

### B. Planes de integración intermodal

### C. Planes para el tráfico y para la emisión de boletos

### D. Planes para mejoramiento de la eficiencia vehicular



E. Planes tecnológicos para monitoreo de flotas de buses, cobro de tarifas, información para el pasajero y monitoreo de tráfico

F. Desarrollo alrededor de las paradas de transporte (junto con planes de uso de suelo) para mejorar los ingresos

## Planes para el Mejoramiento de la Infraestructura del TNM

Las infraestructuras de TNM –como carriles para bicicletas, veredas, etc.– son deficientes en la mayoría de los países en vías de desarrollo. Por tanto, abarcaría específicamente planes y proyectos que se proponen para mejorar las infraestructuras de TNM en la ciudad, a partir del análisis efectuado en el Paso 4.

### A. Plan maestro para Bicicletas

1. Red de ciclovías
2. Proyectos para compartir bicicletas
3. Planes para zonas libres de obstáculos
4. Planes de estacionamiento para bicicletas en la ciudad

### B. Plan maestro para peatones

1. Red de carriles
2. Plan de áreas peatonales y gestión del acceso

## Planes de Mejoramiento de la Red Vial

Los planes para mejorar la red vial tienen una estrecha relación con el transporte público y planes de infraestructura del TNM, y deben incluir otros para introducir mejoras en la red vial e intersecciones.

## Planes para el Transporte de Carga

El transporte de carga incluye tanto mercancías para la ciudad como las que están de paso. Los planes evalúan la trayectoria esperada de crecimiento del transporte de carga, teniendo en mente las tendencias pasadas, crecimiento en las actividades industriales y comerciales, crecimiento general de la urbe, etc., y en función de ello abarca:

1. Plan de distribución de mercancías para su movimiento entre ciudades
2. Plan para la distribución de mercancías para su movimiento dentro de las ciudades
3. Planes para la gestión de flotas y políticas para los proveedores de logística
4. Ubicación de los mercados mayoristas y terminales para el transporte de carga
5. Plan de entrega en destino final para vehículos no motorizados o eléctricos

## Plan de Medidas de Gestión de Movilidad

El transporte urbano en países en vías de desarrollo no puede transformarse únicamente mejorando la oferta de infraestructuras, también requiere políticas que modifiquen el comportamiento del consumidor. Estas políticas deben diseñarse con la perspectiva de mejorar el uso de los modos públicos o no motorizado que de por sí son más sostenibles y de bajo carbono. Algunas de las políticas pueden asimismo ayudar en la generación de utilidades en las ciudades y a su vez estar dirigidas a mejorar el transporte público e infraestructuras para el TNM. Si bien una gran variedad de políticas pueden adaptarse dependiendo de las circunstancias locales, a continuación se brinda una lista general de las políticas fiscales y no fiscales:

### A. Políticas Fiscales

1. Gestión y fijación de precios de estacionamiento
2. Gestión de acceso y tarifas viales
  - i. Medidas prioritarias para buses y TNM
  - ii. Acceso flexible a tráfico de transporte de carga y pasajeros mas limpio.
  - iii. Horas pico escalonadas
  - iv. Tarifario de congestión especialmente para los distritos comerciales más importantes
1. Gravámenes a vehículos (p.ej. impuesto ecológico)
2. Gravámenes al combustible
3. Incentivos para la utilización compartida de coches y para vehículos eléctricos, etc.

### B. Políticas no fiscales

1. Cierre del centro de la ciudad para tráfico de coches (ciertos días)
2. Disminución de los límites de velocidad o límites de velocidad dinámicos
3. Autorización de trabajo utilizando tecnología de información (IT, por su sigla en inglés)
4. Mejora/ servicios para caminar o conducir bicicleta (vinculados con el plan TNM)

# Implementar, Monitorear e Informar

---

Los diversos serían implementados como políticas, programas y proyectos, y durante su desarrollo se identifica también a las entidades responsables. El siguiente paso consiste en identificar los recursos necesarios para la implementación de programas /proyectos. Puesto que estos son limitados, especialmente en las ciudades de países en vías de desarrollo, se hace evidente la necesidad de priorizarlos. Los PMBC deberían, por tanto, orientar a las ciudades para la priorización de varios programas/ proyectos en el:

Corto plazo	0-5 años
Mediano plazo	5-10 años
Largo plazo	Más de 10 años

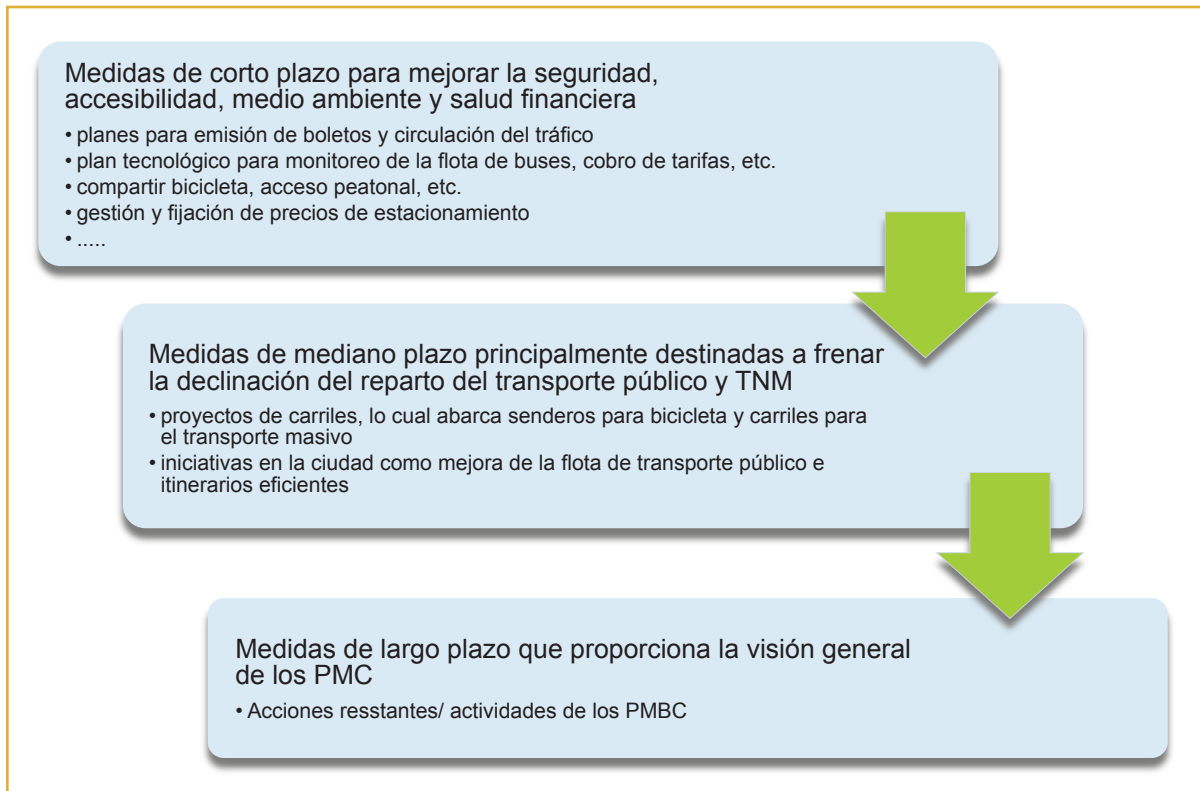
## Identificación y Priorización de Proyectos

Todos los programas/ proyectos y políticas deben presentarse a las partes interesadas de la ciudad y entidades ejecutoras para priorizarlos de cara a su implementación. Las directrices para la implementación de los PMBC pueden describirse gráficamente priorizando proyectos de corto, mediano y largo plazos. La figura 9 muestra una directriz sugestiva.

Una serie adicional de criterios para priorizar programas/ proyectos podría ser como sigue:

- Balance entre mejorar la infraestructura existente y crear una nueva en las áreas de desarrollo previstas. Es posible dar preferencia a proyectos que mejoren la infraestructura existente otorgándoles puntuaciones más altas.
- Beneficios medidos en términos de movilidad y accesibilidad, seguridad, energía, medio ambiente y mitigación de CO<sub>2</sub>.

Figura 9: Método para la priorización de programas/proyectos



Es posible utilizar técnicas de Análisis Multi Criterio (AMC) para facilitar las discusiones de las partes interesadas. Los proyectos identificados como medidas de corto plazo luego deben someterse a estudios detallados sobre implementación, estimación de costos, y probables entidades financiadoras.

## Financiamiento de Proyectos

La meta de largo plazo debe consistir en contar con un sistema de transporte financieramente sostenible. No obstante, el costo de los proyectos de transporte varía en gran manera; algunos requieren inversiones iniciales y también podrían necesitar subsidios. Las siguientes fuentes pueden apalancarse para financiar la infraestructura de transporte urbano:

1. Presupuestos Municipales: los proyectos que requieren presupuestos pequeños (p.ej. mejora del diseño de intersecciones) pueden financiarse enteramente a través de recursos locales. Siempre se requerirá cierta contribución local, incluso para proyectos de mayor envergadura, a fin de mostrar identificación y ofrecer comodidad a quienes otorgan los préstamos. Por tanto, es importante mejorar los ingresos municipales a través de cobros al usuario, mejor definición del objetivo de los subsidios, desarrollo de la propiedad, captación de valor, etc.
2. Asociaciones Público Privadas (APP): los proyectos pueden implementarse por medio de APP para reducir la presión en los fondos públicos. Los proyectos de APP implican una asociación entre una

entidad pública y una empresa privada, y la idea principal es transferir los riesgos financieros, técnicos y operativos al sector privado. Este puede obtener ganancias de los ingresos que genera el proyecto. Existen varios modelos para los acuerdos de APP, y es posible obtener más detalles al respecto en la página web del Banco Mundial.<sup>9</sup>

3. Programas Nacionales: los gobiernos nacionales pueden respaldar proyectos de transporte urbano, como la expansión de flotas de buses eléctricos, mejoras en la calidad del combustible, etc.
4. Financiamiento Alternativo: los proyectos que mejoran el desarrollo sostenible y la mitigación de CO<sub>2</sub> pueden ser idóneos para apalancar fondos ecológicos, fondos de carbono, y fondos de responsabilidad social corporativa. Muchos proyectos de transporte abordan problemas relacionados con la seguridad, contaminación del aire y emisiones de CO<sub>2</sub>, y, por lo tanto, pueden ser idóneos para fuentes alternativas de financiamiento.

## Monitoreo y Presentación de Informes

Se requiere un sistema sólido de Monitoreo e Informes para proporcionar retroalimentación a las ciudades y efectuar comparaciones con las evaluaciones *ex ante* realizadas en los Pasos 3 y 4. El sistema de Monitoreo y Presentación de Informes debe institucionalizarse en los ámbitos nacional y metropolitano. Deben asimismo ser parte de la implementación de varios programas y proyectos. El Monitoreo e Informes también necesitaría inversión en los Sistemas de Tecnología y Procesamiento de Datos. Es más, el Monitoreo y la Presentación de Informes deben vincularse con los indicadores y puntos de referencia desarrollados en los Pasos 2-4. Por último, a fin de asegurar que las ciudades tengan interés en el Monitoreo y la Presentación de Informes debe haber incentivos para lograr los puntos de referencia, que pueden ser suministrados creando programas nacionales; p.ej. un programa nacional para reducir las muertes accidentales en carreteras.

---

<sup>9</sup> <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/agreements>

# Bibliografía

---

- ARORA, A., GADEPALLI, R., SHARAWAT, P. K., VAID, A. & KESHRI, A. 2014. Low Carbon Comprehensive Mobility Plan: Rajkot. Copenhagen: UNEP DTU Partnership.
- Cuenot, F., & Fulton, L. 2011. International comparison of light-duty vehicle fuel economy and related characteristics. Paris: OECD/IEA.
- DE DIOS ORTÚZAR, J. & WILLUMSEN, L. G. 2001. *Modelling transport*, Wiley.
- DUTTA, R., BOSE, R., MAHAJAN, S., SANKU, D. P., NAMASANI, Y. & SHARMA, H. M. 2014. Low Carbon Comprehensive Mobility Plan: Udaipur. Copenhagen: UNEP DTU Partnership.
- EWING, R. & CERVERO, R. 2010. Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association*, 76, 265-294.
- GROVER, S., TIWARI, G. & RAO, K. R. 2013. Low carbon mobility plans: A case study of Ludhiana, India.
- JABBER, A. A. & GLOCKER, D. 2015. Shifting towards low carbon mobility systems. International Transport Forum and OECD.
- MUNSHI, T. 2013. Built form , Travel Behaviour and Low Carbon Development in Ahmedabad, India. PhD, University of Twente.
- MUNSHI, T., SHAH, K., VAID, A., SHARMA, V., JOY, K., ROY, S., ADVANI, D. & JOSEPH, Y. 2014. Low Carbon Comprehensive Mobility Plan: Rajkot. . Copenhagen: UNEP DTU Partnership.
- DHAR, S., PATHAK, M., & SHUKLA, P. R. 2013. Low carbon city: A guidebook for city planners and practitioners. UNEP Risoe Centre on Energy, Climate and Sustainable Development, Technical University of Denmark [http://www.unep.org/Transport/lowcarbon/Pdf's/LowCarbonCity\\_Guidebook.pdf](http://www.unep.org/Transport/lowcarbon/Pdf's/LowCarbonCity_Guidebook.pdf)
- SIMS, R., SCHAEFFER, R., CREUTZIG, F., NUNEZ, X. C., DAGOSTO, M., DIMITRIU, D., MEZA, M. J. F., FULTON, L., KOBAYASHI, S., LAH, O., MCKINNON, A., NEWMAN, P., OUYANG, M., SCHAUER, J. J., SPERLING, D., TIWARI, G., AMEKUDZI, A. A., BORBA, B. S. M. C., CHUM, H., CRIST, P., HAO, H., HELFRICH, J., THOMAS LONGDEN, A., LUCENA, F. P. D., PEETERS, P., PLEVIN, R., PLOTKIN, S., & SAUSEN, R. 2014. Chapter 8 : Transport, IPCC, WG III, AR5.
- PROCEDIA - Social and Behavioral Sciences, 104, 785 – 794.

- UNPD. 2014. The World Population Prospects: The 2013 Revision: United Nations Population Division
- GOEL, G., MOHAN, D., GUTTIKUNDA, S.K. AND TIWARI G. (2015). Assessment of motor vehicle use characteristics in three Indian cities. Transport Research Part D: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2015.05.006>
- IEA. 2012. Technology Roadmap: Fuel Economy of Road Vehicles. International Energy Agency, Paris
- UNEP. 2012. The Emissions Gap Report 2012. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi
- HOORNWEG, D., SUGAR L., AND TREJOS GOMEZ C. 2011. Cities and greenhouse gas emissions: moving forward. Environment and Urbanization. DOI: 10.1177/0956247810392270

### **Cajas de Heramientas de Referencia**

- MoUD 2014. Toolkit for Comprehensive Low Carbon Mobility Plan (CMP) Revised . Ministry of Urban Development. Government of India. [http://www.unep.org/transport/lowcarbon/PDFs/CMPToolkit\\_revised.pdf](http://www.unep.org/transport/lowcarbon/PDFs/CMPToolkit_revised.pdf) or [http://moud.gov.in/sites/upload\\_files/moud/files/pdf/CMP%20Report%20Revised.pdf](http://moud.gov.in/sites/upload_files/moud/files/pdf/CMP%20Report%20Revised.pdf)
- WRI 2014. Transport Toolkit: Six steps to a low emission transport system. World Resources Institute. <http://thecityfix.com/blog/transport-toolkit-six-steps-low-emission-transport-system-camille-cauchois-angela-enriquez-benoit-lefevre/>
- ADB. 2008. Guidelines and Toolkit for Urban Transport Development in Medium Sized Cities in India. Asian Development Bank. <https://sti-india-uttoolkit.adb.org/>

# Glosario

---

## **Accesibilidad**

La accesibilidad se define como el grado hasta el cual los sistemas de uso del suelo y transporte permiten a las personas llegar al lugar donde desarrollan sus actividades. En general, las personas que están en áreas más accesibles pueden llegar a muchas otras actividades o destinos rápidamente; en tanto que los que están en áreas inaccesibles llegarán a menos lugares en la misma cantidad de tiempo.

## **Año Base**

El año base es el año de referencia respecto al cual se evalúa el cambio para los años futuros.

## **Área de aglomeración urbana**

Un área de aglomeración urbana es la extensión continua de la ciudad y sus suburbios, vinculados en un área continua.

## **Balance energético**

Es una forma de representar el flujo de la energía agregada, del proveedor al consumidor. Los balances energéticos abarcan todos los combustibles y energía renovable en el lado de la oferta.

## **Biocombustible**

Combustible líquido producido de biomasa o aceites vegetales de desecho. Existen dos tipos de biocombustibles: etanol y biodiésel. Mientras el etanol puede mezclarse con gasolina para utilizarse en motores a gasolina, el biodiésel puede combinarse con diésel para utilizarse en motores a diésel.

## **Censo**

El censo es un procedimiento para adquirir sistemáticamente información acerca de toda la población de una región definida. Es diferente del muestreo, donde la información se extrae de una pequeña subserie de datos relacionados con toda la población. En general, las unidades geográficas son las fronteras nacionales; y debido a la amplia cantidad de datos que deben recolectarse se realizan con un intervalo mínimo de 10 años. Este ejercicio es emprendido por los gobiernos.

## **Cobeneficio**

En el debate sobre el cambio climático, los cobeneficios se refieren al efecto positivo que una intervención destinada a reducir las emisiones de GEI podría tener en otros objetivos; p.ej. desarrollo económico, medio ambiente, etc. Los cobeneficios se enfocan más en el aspecto positivo de los esfuerzos de mitigación, aunque también podrían convertirse en co-costos: p.ej. al desviar grandes extensiones de terreno hacia la producción de biocombustibles podrían surgir temas de seguridad alimentaria.



### **Combinación de usos de suelo**

Medida que denota cómo los diferentes usos de suelo –residencial, comercial, cultural, institucional, industrial o recreacional –se combinan entre sí.

### **Combustible mixto**

Es la combinación de combustibles que caracterizan a un sistema de transporte. Esto podría incluir una combinación de gasolina, diésel, GNC, etc.

### **Concepto de evitar, cambiar y mejorar**

Evitar Cambiar Mejorar (ECM) es un concepto que se promueve para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por el transporte. El concepto de ECM comprende intervenciones que: i) evitan o sustituyen la demanda de viaje, p.ej. a través de transporte integrado y planificación del uso de suelo; ii) desplazan la demanda hacia modos de bajo carbono, p.ej. de vehículos motorizados privados a bicicletas y transporte público, y iii) mejoran la eficiencia del vehículo o despliegan tecnologías vehiculares alternativas para reducir las emisiones.

### **Densidad Kernel**

El método kernel consiste en colocar un kernel (una densidad de probabilidad) en cada punto de observación de la muestra. Se superpone una grilla rectangular regular sobre los datos y se obtiene un estimado de la densidad en cada intersección de la grilla, utilizando información de toda la muestra. La densidad estimada en cada intersección es fundamentalmente el promedio de densidades de todos los kernels que se superponen en ese punto. Si se utiliza para intersecciones, indica la densidad promedio para la intersección dentro del área kernel.

### **Descarbonización**

La intensidad de carbono de la economías en general se mide en términos de tCO<sub>2</sub> por unidad del PIB. La descarbonización es el proceso a través del cual los países desconectan su crecimiento de la emisión de CO<sub>2</sub> y de esa manera reducen su consumo de carbono.

### **Eficiencia del combustible**

La eficiencia del combustible, respecto a los vehículos, es la cantidad de combustible consumida por actividad unitaria de transporte, y puede medirse en términos de la distancia abarcada con un volumen dado de combustible, o inversamente, la cantidad de combustible consumido en una distancia dada. Por lo general se mide en kilómetros por litro o litros de combustible por 100 km.

### **Escenario 2° C**

El escenario es consecuente con la meta de establecer las temperaturas globales en 2° C hasta finales de siglo (Véase también Escenario).

### **Escenario de Actividades Habituales**

Escenario definido por el supuesto según el cual el desarrollo futuro se hará de acuerdo a tendencias del pasado. A menudo se utiliza como una referencia hipotética o línea de base para evaluar las intervenciones mediante políticas. Al colocar a los países en vías de desarrollo dentro de este marco, en general se espera que, en este escenario para el desarrollo futuro, se aplique el uso intensivo en recursos de los países desarrollados. No obstante, este escenario tiene mejoras efectivas en cuanto a eficiencia energética, productividad laboral, etc., y por lo tanto no es un escenario de tecnología congelada. (Véase asimismo Escenario y Línea de Base.)

### **Escenario de bajo Carbono (EBC)**

Un Escenario de Bajo Carbono es comparable al Escenario de Actividades Habituales, pero su objetivo es un nivel mucho menor de emisiones de CO<sub>2</sub>. El nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> en escenarios de bajo carbono (EBC) generalmente está vinculado con una meta de estabilización global para las emisiones de CO<sub>2</sub> o de elevación de la temperatura global: por ejemplo 2° C de elevación de temperatura hasta 2100.

### **Escenario**

Un escenario es una descripción posible de cómo puede evolucionar el futuro, a partir de una serie de supuestos acerca de fuerzas impulsoras clave (cambio económico, social, tecnológico) y sus relaciones. Los supuestos deben ser coherentes e internamente consecuentes. Los escenarios no son ni predicciones ni pronósticos, pero son útiles para brindar una idea de las implicaciones de los desempeños y acciones.

### **Híbridos**

Los híbridos son vehículos que utilizan diferentes formas de energía para operar. Por ejemplo, un coche híbrido utiliza un motor eléctrico además de un motor de combustión interna (MCI) para propulsión. Una batería instalada en el vehículo proporciona energía al motor eléctrico, en tanto que los motores a gasolina o diésel proporcionan energía al MCI (Véase también Tecnologías Alternativas para Vehículos.)

### **Horizonte de planificación**

El periodo de tiempo (en años) para el cual se prepara un plan.

### **Inventario de emisiones**

Las emisiones de ciertos gases (p.ej. SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, etc.) provenientes de actividades humanas se consideran dañinas. Los inventarios de emisiones son una forma rastrear las emisiones en términos de diferentes fuentes, áreas geográficas y en un intervalo de tiempo especificado. Por ejemplo, los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero en el ámbito nacional, en términos de las fuentes que las originan, se constituyen en un requisito obligatorio para países signatarios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

### **Línea de base**

La línea de base (o referencia) es el estado respecto al cual se mide el cambio. (Véase también escenario de Actividades Habituales.)

### **Modo**

Para el transporte, los modos se refieren a la manera en que se transporta personas o mercancías. Para los pasajeros, esto incluiría coches, vehículos de dos ruedas, buses, bicicletas, trenes, etc. Para el transporte de carga, estos abarcarían ferrocarril, barcos, camiones pesados, vehículos comerciales livianos, etc.

### **Movilidad**

Facilidad de movimiento de personas y mercancías.

### **Paratransito**

Paratransito normalmente es un modo de transporte que responde a una necesidad no atendida ni por el transporte público ni por vehículos personales; habitualmente están a cargo de operadores privados. Los modos de paratransito en la India abarcan una amplia variedad de vehículos: autos compartidos de tres ruedas (p.e. Vikram), minibuses, mototaxis o motocarros (o rickshaws), furgonetas, etc.

**Partes interesadas**

Las partes interesadas son personas o grupos que se verían afectados por una acción o política específica.

**Pasajero kilómetro (pkm)**

Pasajero kilómetro representa la medida de transporte de un pasajero por un modo definido de transporte (vías, ferrocarril, aéreo, marítimo, vías navegables tierra adentro, etc.) en un kilómetro.

**PIB**

El Producto Interno Bruto (PIB) es una medida del valor de mercado de todas las mercancías y servicios finales producidos en un periodo. Los valores PIB por lo general se computan en el ámbito nacional. Sin embargo también puede calcularse para niveles subnacionales.

**Plan Maestro/Plan de Desarrollo**

Es un plan de largo plazo, establecido por ley, para orientar el desarrollo planificado de la ciudad.

**Reparto Modal del transporte de pasajeros**

Es la cuota de cada modo en el transporte tierra adentro, expresado en pasajero kilómetro (pkm).

**Tecnologías vehiculares alternativas**

Los vehículos de transporte en carretera tradicionalmente motores a gasolina o diésel. Sin embargo, los vehículos que emplean o combinan nuevos sistemas de motores, transmisión y dirección o combustibles no solamente dependen de la gasolina y diésel. Estos vehículos pueden dar lugar a significativas mejoras en la economía de combustible y a un mejor desempeño ambiental: p.ej., menos emisiones de partículas de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y emisiones de CO<sub>2</sub>. Entre los vehículos alternativos más comunes están los Vehículos Eléctricos (VE), Vehículos Eléctricos Híbridos Enchufables, Híbridos, Vehículos a Gas Natural, etc.

**Vehículo Eléctrico (VE)**

El vehículo eléctrico utiliza un motor eléctrico en lugar de un motor de combustión interna (MCI) para propulsión. Una batería instalada en el vehículo proporciona energía al motor eléctrico (Véase asimismo Tecnologías Alternativas para Vehículos.)

**Zona de Análisis de Tráfico (ZAT)**

Son unidades geográficas que se utilizan en estudios de transporte para inventariar datos demográficos, de uso de suelo y transporte.

# *ANEXOS*

# Anexo 1: Enfoque, Metodología y Fuentes para la Recopilación de Datos

---

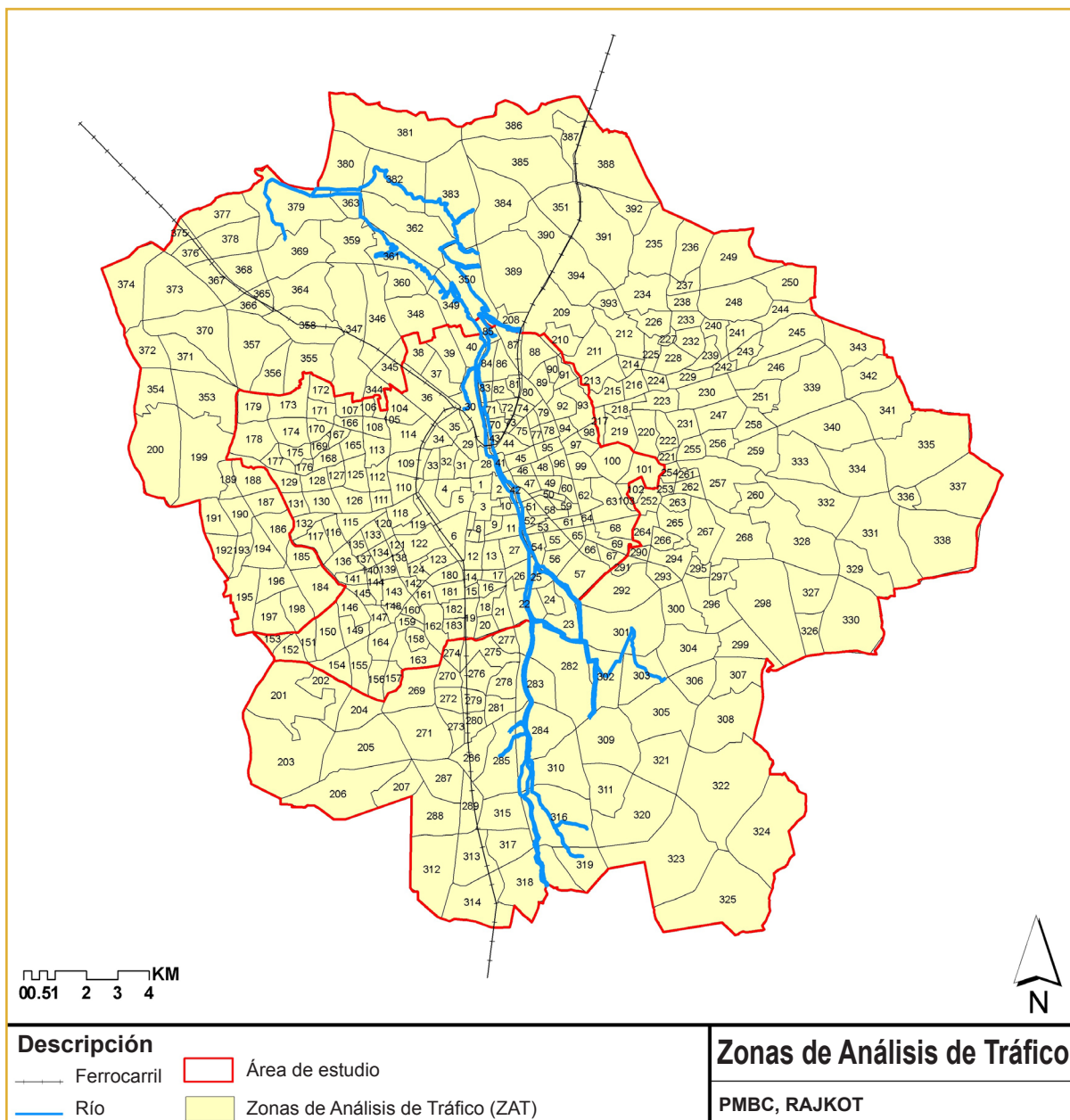
## Definición de las Zonas de Análisis de Tráfico (ZAT)

Como parte del ejercicio de recolección de datos, el consultor debe comenzar definiendo las Zonas de Análisis de Tráfico (ZAT) (la figura 5 muestra las ZAT para Rajkot). El tamaño de las zonas de análisis del tráfico determina asimismo la resolución con la cual se recopilan los datos y las interacciones de movilidad representadas en el área de estudio (para mayor información véase Anexo 3). No existen normas para definir las fronteras de ZAT, pero los siguientes criterios pueden ayudar a orientar la definición de las fronteras (de Dios Ortúzar y Willumsen, 200110):

- El tamaño de la zonificación debe ser lo más pequeño posible para así captar interacción espacial que es corta en términos de distancia. Esto es importante para el modelado de los viajes a pie y en bicicleta.
- Para evitar Problemas de Unidad de Área Múltiple, el sistema de zonificación debe ser compatible con las **divisiones administrativas**, p.ej. zonas censales;
- Las zonas deben ser todo lo homogéneas que sea posible en su composición de uso de suelo y/o de población.
- Las fronteras deben ser **compatibles entre sí** y, con los sistemas de zonificación utilizados en estudios anteriores (si están disponibles), así como las líneas de referencia que pueden utilizarse para mostrar los movimientos de pasajeros y mercancías inter e intraurbanos.
- La **forma de las zonas** debe permitir una determinación fácil de sus conectores centroides (que conectan el centro de las ZAT con la red vial).

- Las zonas no tienen que ser de igual tamaño; si acaso podrían tener **dimensiones similares en unidades de tiempo de viaje**, y por tanto generar zonas más pequeñas de áreas congestionadas respecto a las no congestionadas.
- Igualmente, las zonas del centro de la ciudad pueden ser más pequeñas y en la periferia más amplias en tamaño para así evitar viajes entre zonas.
- **Los generadores específicos de tráfico en el ámbito regional/ ciudad** como la estación de ferrocarril, complejos deportivos /centros importantes de flete, etc., podrían considerarse zonas separadas.

Figura i: ZAT para la Ciudad de Rajkot



### Datos de Uso de Suelo y Forma Urbana

Datos necesarios		Nivel de datos	Fuente
Población		Parcela, ZAT	Censo
Empleos		Parcela, ZAT	Estudio de Uso de suelo
Uso de suelo		Parcela, ZAT	Estudio de Uso de suelo

Es necesario recopilar datos sobre uso de suelo en dos niveles, uno en la parcela y el segundo en el ámbito del edificio. Para las ciudades donde no se dispone de suficientes recursos es posible obtener detalles del ámbito del edificio solo para los corredores seleccionados. Por ejemplo corredores de tránsito. Si los datos sobre uso de suelo de fuentes secundarias están disponibles, estos deben representarse tal como se muestra en el Formato de Encuesta N° 1.

Los datos sobre empleo pueden estimarse de manera desagregada utilizando datos sobre uso de construcción/ de suelo y una relación respecto a total de empleos en la ciudad. Asimismo, los datos de población disponibles de fuentes censales pueden desagregarse en el ámbito de la parcela sobre los datos de construcción/ uso del suelo residencial.

### Formato de Encuesta N° 1: Construcción y Uso de Suelo

#### Uso Predominante de Suelo (en el ámbito de la parcela)

Uso predominante de Suelo (en el ámbito de la Parcela)						
ZAT N°	Código de Área	Estudio N°	UID de Parcela (Autogenerado)	Uso Predominante de Suelo	Subcódigo de Uso de Suelo (Secundario)	Construcción N°

Códigos de Uso de suelo: RESIDENCIAL (R), COMERCIAL (C), INDUSTRIAL (I), SALUD (S), EDUCACIÓN (E), SERVICIOS PÚBLICOS (P), TERRENO BALDÍO (V), TERRENO AGRÍCOLA (A), TERRENO DESAPROVECHADO (WL), TRANSPORTE (T), INSTALACIONES PÚBLICAS (IP), COMBINACIÓN DE USOS DE SUELO (M), RECREACIONAL (RC), CURSOS DE AGUA (W), RELIGIOSO (RE), CANTERA (Q), BOSQUE (F), OTROS (O).





Códigos de uso en construcción									
COMERCIAL	C	SALUD	H	TRANSPORTE	T	RECREACIONAL	RC		
CAFÉ/RESTAURANTE/ COMEDERO	CR	HOSPITAL GUBERNAMENTAL	HG	ESTACIÓN DE FERROCARRIL	TR	COMPLEJO DEPORTIVO/ ESTADIO	RCS		
TIENDAS/ MINORISTAS	CS	HOSPITAL PRIVADO	HP	TERMINAL DE BUSES	TB	PROPIEDAD AGRO- PECUARIA SEMENTALES	RCSH		
CENTROS COMERCIALES/ MÚLTIPLES	CM	CENTRO DE ATENCIÓN PRIMARIA DE LA SALUD (GUBERNAMENTAL)	HHC	PARADAS DE BUSES	TS	RELIGIOSO	RE		
HOTELES	CH	DISPENSARIO/CLÍNICA GUBERNAMENTAL	HDG	PUESTO DE COCHE/JEEP	TA	TEMPLO	RET		
SALA COMUNITARIA	CC	DISPENSARIO/CLÍNICA PRIVADA	HDP	ESTACIONAMIENTO (FUERA DE LA CALLE)	TP	MEZQUITAS/DARGAH	REM		
BANCOS	CB	EDUCACIÓN	E	CENTRO DE LOGÍSTICA/ ESTACIONAMIENTO DE CAMIONES	TLH	IGLESIA	REC		
DEPÓSITO/ALMACÉN	CW	UNIVERSIDAD/COLEGIO MAYOR	EU	INSTALACIONES PÚBLICAS	PF				
OFICINA/EMPRESA	CO	PROFESIONAL EDUCATION (ITI/POLYTECHNIC)	EP	BAÑO PÚBLICO	PFT				
SURTIDORES DE GASOLINA	CPP	ESCUELAS SECUNDARIAS	EHS	BIBLIOTECA PÚBLICA	PFL				
PUESTOS INFORMALES	CI	ESCUELA PRIMARIA	EPS	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES/ OXIDACIÓN	PFSTP				
INDUSTRIAL	I	ESCUELA SECUNDARIA	ESS	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA/FILTRACIÓN	PFWTP				
MANUFACTURA	IM	GUARDERIA/PRESCOLAR	ED	ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS	PFWPS				
INDUSTRIAS ARTESANALES	ICO	HOSTAL RESIDENCIAL	EH	ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	PFSPS				
BASADO EN EL AGRO	IA	SERVICIOS PÚBLICOS	P	ESR/SUMIDORES DE AGUA	PFESR				
CERÁMICA	IC	ESTACIÓN DE POLICÍA	PS	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	PFESS				
LECHERÍA	ID	ESTACIÓN DE ELECTRICIDAD	PP	TORRES DE COMUNICACIÓN	PFCT				
MINERALES	IM	ESTACIÓN DE BOMBEROS	PF	SURTIDOR DE GASOLINA	PMP				
TEXTILES	IT	OFICINA DE CORREO	PO						
OTROS	IO								

\*Adaptado de CEP T. Elaborado por Estudio de Desarrollo Urbano

## Movilidad y Accesibilidad

### Comportamiento de Viaje

Datos necesarios		Nivel de datos	Fuente
Reparto de modo	Repartos modales por propósito de viaje, es decir trabajo, educación, salud y otros (Formato de Encuesta N° 11)	Muestra	Estudio sobre hogares
	Reparto modal por modo (Formato de Encuesta N° 11)		
	Reparto modal por grupos sociales, es decir por ingresos, hogares encabezados por mujeres (Formato de Encuesta N° 11)		
Empleos	Duración promedio de viaje por propósito/ modo (Formato de Encuesta N° 11)	Muestra	Estudio sobre hogares
	Promedio de duración de viaje por propósito de viaje bien ponderado y desagregado por grupos sociales (Formato de Encuesta N° 11)		
	Velocidad promedio de diferentes modos en vías (Formato de Encuesta N° 11)		
Uso de suelo	Distribución de la frecuencia de Duración Promedio de Viaje (DPV) (para todos los modos, incluso caminar, bicicleta, bus, paratránsito y vehículo privado) (Formato de Encuesta N° 11)	Muestra	Estudio sobre hogares
	DPV bien ponderado de modo, desagregado por grupos sociales (Formato de Encuesta N° 11)		
	DPV bien ponderado de propósito de viaje por grupos sociales (Formato de Encuesta N° 11)		

## Estudio sobre Hogares

### General o entrevista en Hogar

Las características sociodemográficas, los modelos de actividad y comportamiento de viaje están relacionados entre sí. Para conocer de manera efectiva la oferta y la demanda de transporte es necesario tomar en cuenta tanto características personales como sociodemográficas: edad, género, situación de empleo, tamaño de la familia, niveles de ingresos, etc. El estudio sobre comportamiento de viaje basado en estas características contribuirá asimismo a asegurar que las propuestas de transporte sean inclusivas (es decir, que los beneficios y costos se distribuyan proporcionalmente entre los sectores sociodemográficos). Por tanto, es fundamental recolectar la información antes mencionada durante el estudio de hogares para el plan exhaustivo e inclusivo de movilidad. Es posible que los datos sobre ingresos recopilados no sean representativos. Por tanto, para determinar la situación de los ingresos es importante que también se obtengan los detalles sobre los activos del hogar durante el estudio.

### Encuesta Individual

Para conducir la encuesta sobre hogares se debe utilizar un diario de viaje, en el cual se pedirá al/a la encuestado/a describir su comportamiento de viaje del día anterior, y de todos los viajes, y destacar los viajes en cadena, de corta distancia y casuales. Un análisis de comportamiento de viaje solo debe recurrir a datos proporcionados por personas que han sido entrevistadas en el estudio. Para que esta muestra sea verdaderamente representativa es importante recolectar e incluir datos sobre el comportamiento de viaje de mujeres, niños y personas de edad.

El cuestionario del estudio sobre hogares puede dividirse ampliamente en dos secciones: un estudio de preferencia revelada<sup>11</sup> y una alternativa de preferencia indicada<sup>12</sup>. El estudio de preferencia revelada debe incluir preguntas relacionadas con la información sobre el hogar y sus miembros, al igual que sus opciones en las condiciones existentes, en tanto que la opción de preferencia indicada incluye opciones alternativas, que podrían no existir.

Sobre la base de los indicadores identificados para los PMBC es necesario recopilar información respecto al uso y disponibilidad de modos existentes, y criterios relativos a la seguridad, vigilancia y costo. Asimismo, los datos sobre viaje en cadena deberían captar detalles sobre el uso multimodal e incluir información como modo de ingreso y salida, distancia, duración del viaje y costo.

### ***Muestreo para el estudio sobre hogares***

Los PMBC deben explicar las diferentes secciones transversales de la sociedad. De ahí la necesidad de estudio de una muestra representativa de todos los niveles de la sociedad. También es importante distribuir la muestra geográficamente. Si existen datos sobre la huella de edificio/ hogares y su/s cualidad/es (como en el caso del PMBC de Rajkot [Munshi et al, 2015]), estos se pueden utilizar para el ejercicio de muestreo.

### **Categorías amplias de zonas**

Distancia desde CBD	Residencial	Barrios marginados	Comercial/Industrial
0-1 km			
1- 3 km			
3 -5 km			
más de 5 km			

Si no están disponible los datos del edificio/ hogar, entonces se seleccionan ZAT de muestra para recopilar y estudiar los datos de las amplias categorías de zonas definidas en el cuadro anterior. Se prepara una muestra estratificada, a partir del perfil socioeconómico de la ciudad, de modo que sea significativa en un nivel de intervalo de confianza de 95%.

Las áreas urbanas son grandes y muy diversas. Por tanto, cuanto más diversificada la muestra, más y mejor los estratos identificados, más representativa será la muestra. Las áreas urbanas en una ciudad pueden seleccionarse como la primera capa de estratificación, la cual representa los siguientes criterios para la distribución espacial imparcial:

- I. La distribución espacial determinada por unidades administrativas (a partir del estudio demográfico) como distritos municipales para obtener unidades espaciales que representen a diferentes grupos económicos y sociales.
- II. Estructura del uso de suelo o morfología de la ciudad.
- III. Distancia del centro de la ciudad (ciudad núcleo, intermedia, periferia y periferia externa)
- IV. Distribución espacial determinada por zonas de análisis de tráfico

11 El estudio de Preferencia Revelada tiene como base el comportamiento real del mercado, el cual no puede predecir directamente la respuesta a una alternativa nueva. Requiere una muestra grande.

12 El estudio sobre Preferencia mencionado se basa en escenarios hipotéticos que puede deducir las preferencias de nuevas alternativas. Requiere una muestra más pequeña en comparación con el estudio de preferencia revelado.

Al mismo tiempo que se asegura una distribución espacial imparcial, como parte de estas muestras, es importante garantizar que también estén bien representados varios grupos socio económicos. Dentro de cada área/zona/ grupo de zonas espacialmente representativas se debe incluir en la muestra la vivienda del grupo de bajos ingresos u hogares barrio marginales. La muestra de viviendas de barrio marginal en cada zona/ área debe ser al menos igual a la población que reside en barrios marginales de la ciudad en porcentaje (o del ámbito de la zona si los datos están disponibles). Se debe asegurar que todos los grupos socio económicos estén bien representados; y que, durante el estudio de viviendas o barrios marginales de bajos ingresos también lo estén las tipologías de vivienda (es decir, casas precarias) y grupos socialmente vulnerables (es decir hogares encabezados por mujeres). En los barrios marginales, se debe tener el cuidado de elegir muestras de hogares en viviendas precarias a fin de tener una muestra de la población más empobrecida.

### ***Logística***

- Las encuestas de hogares deben realizarse en ambientes del hogar y ser respondidas por un miembro adulto de la familia.
- Debe haber un equipo de dos personas de mayor categoría para monitorear los equipos de encuestadores/as.
- Lo ideal sería que el ingreso de datos de las encuestas se realice simultáneamente, de modo que si falta información o es errónea, pueda enviarse nuevamente al encuestador.
- Esta es una guía genérica de muestreo para el estudio sobre hogares, relacionada con el transporte en ciudades. Estas últimas tienen una serie diversa de datos y situaciones; los investigadores pueden utilizar esta nota como orientación al tomar conocimiento de las diversas situaciones en las diferentes ciudades, a partir de sus propias percepciones e intuición.

### ***Instructiva para Encuestadores***

Se debe realizar un taller con los encuestadores para explicar el propósito de las encuestas y los datos que se necesita recopilar. Entre las instrucciones específicas están:

- Registrar los viajes realizados y necesidades de viaje en el último día. Esto incluye a todos los viajes únicos o múltiples realizados durante el último día por cada miembro del hogar.
- La parte de ingreso y salida de los viajes debe registrarse si se utilizaron modos alternativos de transporte. Significa que habrá un mínimo de tres segmentos por cada viaje: viaje de acceso, trayecto de enlace, y viaje de salida. Debe incluir el tiempo de embarque y desembarque, estaciones de embarque y desembarque, distancias de acceso/salida y modos de acceso y salida. Se debe definir como segmento diferente en caso de efectuarse transferencias para cambiar de bus u optar por otra ruta.
- Los encuestadores deben registrar los cambios de estacionamiento, si el encuestado/a o persona que realiza el viaje utiliza modos de transporte privado (lo cual incluye a la bicicleta).

### ***Revisiones cruzadas y Monitoreo continuo***

Los formularios de encuesta deben verificarse al azar, a intervalos regulares, para asegurar la calidad de la información que se está recopilando. Igualmente, se requieren revisiones cruzadas respecto al tipo de

información recolectada. Se recomienda que el consultor proporcione el número idóneo de supervisores para el personal encuestador. Otra manera de realizar la revisión cruzada es la triangulación de los datos, de modo que algunos datos se recopilen utilizando diferentes enfoques, a fin de observar las diferencias.

Comportamiento de viaje - Información de hogares	
Datos necesarios	Descripción
Información personal	Edad
	Género
	Educación
	Ocupación (para tener una idea de la demanda/ necesidad de viajes presentes y futuros)
	Ingreso mensual (en rango, quizás por variables representativas como activos del hogar)
	Propiedad de vehículo y su antigüedad, tipo de combustible (necesario para el factor de emisión)
	Gasto mensual en transporte
Información sobre la realización del viaje	Propósito del viaje
	Origen del viaje
	Destino del viaje
	Distancia del viaje
	Modo utilizado
	Modo y costo de acceso
	Modo y costo de salida
	Acceso a parada de Transporte Público (TP)
	Parada de salida de TP
	Distancia a la parada de acceso al TP
	Distancia de la parada de salida del TP
	Tiempo de viaje al acceso
	Tiempo de viaje a la salida
	Promedio de tiempo de espera para el TP (o auto compartido)
	Tiempo total de viaje
	Costo total del viaje
Gasto en combustible	
Kilometraje	
Modo alternativo utilizado	
Infraestructura de transporte	Percepción acerca de la seguridad
	Percepción acerca de la vigilancia
Calificación de los diferentes modos	Percepción de la comodidad
	Percepción del costo

## Formato de Encuesta N° 2

### Parte I (Encuesta de Preferencia Revelada)

#### 1. Referencia

Fecha:	Nombre del encuestador:	
Área:	ZAT N°:	Dirección /Número
Número de contacto de la encuestado/a (Fijo y móvil)	Dirección de correo electrónico:	

#### 2. Household Information

S. N°	Nombre	Relación cabeza de familia	Sexo (M/F)	Edad	Educación	Actividad Principal (Ocupación)
1		2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Activos que posee el Hogar	Si/No	Número
Coche		
Motoneta (M2 ruedas)		
Bicicleta		
Teléfono/ celular		
Refrigerador		
LPG Cocina / Cilindro/Conexión		
Nevera		
A.C.		
T.V.		
Computadora de escritorio / portátil		
Computadora de escritorio / portátil		

Ingreso Promedio Mensual*	
Gasto Mensual en Transporte*	

\*Varía de una ciudad a otra

Código (Relación con el/la cabeza del Hogar) (2)	Educación (5)	Actividades (6-7)
1. Uno mismo	1. Sin educación escolar	1. Empleo asalariado (sueldo regular)
Esposa / Esposo	2. Educación primaria (hasta octavo grado)	2. Empleo de jornal (trabajo casual)
3. Hijo / Hija	3. Matrícula / hasta 12vo grado	3. Autoempleado (trabaja en empresa h/h)
4. Madre / Padre	4. Graduado	4. Estudiante
5. Otros	5. Otros (especificar)	5. Desempleado
		6. Otros - especificar

### 3. Propiedad de vehículo en el hogar

Presente		Antes de 2 años					
Tipo	Modelo (Año)	Combustible	Kilometraje	Tipo	Modelo (Año)	Combustible	Kilometraje
1							
2							
3							
4							
5							

Tipo: Coche, motorizado de dos ruedas

### 4. Alternativa y Opciones

¿A qué distancia está el transporte público más cercano /lugar del transporte compartido de su casa?										
Nº	Modelo	Parado más cercana (distancia)	Tiempo que le toma llegar	Promedio de Tiempo de espera	¿Con qué frecuencia lo utiliza en una semana? (Nº de veces a la semana)	confiabilidad del servicio	Seguridad del modo	Costo del viaje (pasaje)		
1	Bus público					Bueno	Bueno	Bueno	Ok	Malo
2	BTR (si lo hay)					Bueno	Bueno	Bueno	Ok	Malo
3	Auto compartido					Bueno	Bueno	Bueno	Ok	Malo
4	¿Cree que es seguro y conveniente caminar en las calle de la ciudad de _____?					Bueno	Bueno	Bueno	Ok	Malo
5	¿Esta conforme con la forma en que viaja en la ciudad?								Sí	No
6	Si la respuesta es No, ¿qué cree usted que debe mejorarse?									

Instructiva para el diario de viaje: En la encuesta, el viaje que realiza la persona la persona encuestada es de ida y vuelta. Aquí el viaje está dividido en 6 segmentos. En cada segmento del viaje presenta la actividad adicional que se realiza, la cual puede consistir en cambiar de modo de transporte, intercambiar o realizarlo con un propósito adicional como comprar hortalizas o dejar a los niños. El propósito más importante del viaje es el viaje principal que realiza el encuestado. Por ejemplo, el viaje principal es ir al trabajo, mientras que dejar al hijo o comprar hortalizas en el camino es el viaje secundario. Si el número de segmentos en el viaje de ida y vuelta es mayor para un encuestado, para él o ella es posible utilizar otro cuadro para los detalles.

5. *Travel Diary (Similar format will be filled for each member of the household travelling on the previous day)*

Miembro del hogar N°:					Día del viaje		Lunes / Martes / Miércoles / Jueves /Viernes			
Seg.	Propósito*	Modo#	Ubicación de salida	Hora de salida	Tiempo de Espera	Ubicación de Llegada	Tiempo de viaje (min)	Distancia (km)	Pasaje / costo estacionamiento	Frecuencia de Viaje
1										
2										
3										
4										

\* *Propósito del viaje* 1-Hogar; 2-Trabajo; 3-Educación; 4\_Acceso a Transporte Público; 5-Acceso a Rickshaw/ Tempo; 6-Recreación; 7-Otros  
 # *Modo:* 1-Coche; 2-de 2 ruedas; 3-Bus; 4-Auto; 5-Auto compartido; 6-A pie; 7-Bicicleta; Ciclo-Rickshaw; 9-Taxi; 10-Cualquier otro (por favor especifique)

6. *Observaciones del Encuestador*

---



---

**Estudio de Hogares - Parte II (Encuesta de Opción de Preferencia Indicada)**

Este formato de encuesta está diseñado para captar el comportamiento de las personas al optar por el modo alternativo cuando está disponible y mejorado. Esto requiere brindar opciones a los encuestados, lo cual comprende alternativas mejoradas y existentes. Los encuestados pueden entonces sea elegir entre las alternativas dadas o elegir una en un escenario.

No obstante, existen algunos puntos de inquietud al formular la serie de alternativas en el escenario.

- Las personas podrían verse influenciadas hacia cierta alternativa ya sea en el lado negativo o positivo.
- El tiempo y costo son comparativamente fáciles de introducir y comprender; sin embargo es muy necesario abordar enfáticamente la modificación en los parámetros de seguridad y vigilancia.



- Es probable que los modos inferiores no sean tomados en cuenta como alternativa disponible para los grupos de ingresos medios y altos.
- Es extremadamente importante asegurar que no predomine una alternativa en una serie de estas, ya que es difícil determinar balances entre la diferentes alternativas.

Las encuestas de opción de preferencia señalada pueden ayudar al analista a identificar la probabilidad de que un encuestado cambie de un modo a otro, en condiciones variables y así estimar los cambios en escenarios alternativos para los PMBC. Esto requiere analizar el efecto de los factores en la selección que hacen las personas de un modo. Por tanto, en el estudio se presentan al encuestado varios escenarios que muestran variaciones en las cualidades de diferentes modos/opciones y se le solicita elegir el modo de viaje de su preferencia en cada escenario. Con variaciones en las cualidades de los modos y la elección del encuestador, el efecto de los parámetros puede determinarse al seleccionar la alternativa que puede extrapolarse sobre la base del perfil socioeconómico del encuestado. La metodología del estudio permite al analista conocer el impacto de mejorar la infraestructura, el régimen impositivo y la fijación de precios o introducir una nueva opción de modo en escenarios alternativos.

### 7. Encuesta de preferencia señalada y estudio de percepción

Descripción de escenarios: Series de alternativas (los ejemplos se muestran a continuación): muestra	Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3				
	A pie	Bicicleta	Bus	Motorizado de dos ruedas?	Coche	Automóvil A pie	Bicicleta	Bus	Motorizado de dos ruedas?	Coche	Automóvil
Precio del pasaje											
Comodidad											
Seguridad											
Tiempo de viaje											
Costo de estacionamiento											

¿Qué modo utilizaría usted para cada uno de los siguientes escenarios?

Miembro N°	Propósito de viaje	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
1	viaje por trabajo				
	compras por necesidades cotidianas				
	Ir a la Escuela				
2	viaje por trabajo				
	compras por necesidades cotidianas				
	Ir a la Escuela				
3	viaje por trabajo				
	compras por necesidades cotidianas				
	Ir a la Escuela				
4	viaje por trabajo				
	compras por necesidades cotidianas				
	Ir a la Escuela				

**Ejemplo: (Plan de Movilidad de Bajo Carbono en Vishakhapatnam)**

#### ESCENARIO 1

Cualidad	Coche	Vehículo de Dos Ruedas	Tránsito	Auto/ Taxi	Bicicleta	Caminando
Tiempo de viaje	Más debido a congestión	Más debido a congestión	15% Menos (Carril independiente)	Más debido a congestión	Comparable a coche (Carril independiente)	15% menos (vereda)
Costo de viaje	Más debido a aumento del tiempo de viaje	Más debido a aumento del tiempo de viaje	Igual	Más debido a aumento del tiempo de viaje	-	-
Frecuencia (Tránsito)						
Comodidad	Igual que hoy en día	Igual que hoy en día	Igual que hoy en día	Igual que hoy en día	Sin gradiente, mejor superficie, control de acceso, mayor anchura	Sin gradiente, vereda independiente, mejor superficie, más anchura
Seguridad	Igual que hoy en día	Igual que hoy en día	Igual que hoy en día	Igual que hoy en día	Mejor (carril independiente, control de velocidad del tráfico)	Mejor (carril independiente, control de velocidad del Tráfico)

### ESCENARIO 2

Cualidad	Coche	Vehículo de Dos Ruedas	Tránsito	Auto/ Taxi	Bicicleta	Caminando
Tiempo de viaje	Más debido a congestión	Más debido a congestión	15% menos (carril independiente)	Más debido a congestión	25% menos (carril independiente)	15% menos (vereda)
Costo de viaje	Más debido a mayor tiempo de viaje	Más debido a mayor tiempo de viaje	Precio del pasaje 25% más alto	Más debido a incremento de tiempo de viaje, incremento de pasaje	-	-
Frecuencia (Tránsito)	-	-	20% Más	-	-	-
Comodidad	Igual a hoy en día para vehículo	Igual que hoy en día	Más debido al margen de maniobra a nivel de abordaje, aire acondicionado	Igual que hoy en día	Sin gradiente, mejor superficie, control de acceso, mayor anchura	Sin gradiente, vereda independiente, mejor superficie, mayor anchura
Seguridad	Igual que hoy en día	Igual que hoy en día	Menos riesgo, iluminación de paradas	Igual que hoy en día	Mejor (carril independiente, control de velocidad de tráfico)	Mejor (carril independiente, control de velocidad de tráfico)

### ESCENARIO 3

Cualidad	Coche	Vehículo de Dos Ruedas	Tránsito	Auto/ Taxi	Bicicleta	Caminando
Tiempo de viaje	Más debido a congestión	Más debido a congestión	15% menos (carril independiente)	Más debido a congestión	25% Menos (carril independiente)	15% menos (vereda)
Costo de viaje	Más debido a incremento en el tiempo de viaje, en el costo de combustible, y costo de estacionamiento.	Más debido a aumento del tiempo de viaje	Precio del pasaje 2.5% más alto	Más debido a incremento en el tiempo de viaje, y en el pasaje	-	-
Frecuencia (Tránsito)	-	-	20% Más	-	-	-
Comodidad	Igual que hoy en día para vehículos, lugares de estacionamiento más lejanos	Igual que hoy en día	Más debido al margen de maniobra, espacio para viajar de pie, aire acondicionado	Igual que hoy en día	Sin gradiente, mejor superficie, control de acceso, mayor anchura	Sin gradiente, vereda independiente, mejor superficie, mayor anchura
Seguridad	Igual que hoy en día	Igual que hoy en día	Menos riesgo, iluminación de paradas	Igual que hoy en día	Mejor (carril independiente, control de velocidad de tráfico)	Mejor (carril independiente, control de velocidad de tráfico)

## Infraestructura de Transporte

### Técnica de muestreo para recopilar datos relacionados con la infraestructura

Para preparar un inventario de infraestructura es necesario recopilar información acerca del nivel existente de servicio y tipo de infraestructura para transporte no motorizado, transporte alternativo y público, así como transporte motorizado personal. Los datos sobre caminos y tipo de infraestructura son recopilados para tres categorías de caminos, sobre la base del derecho de paso (ROW, por su sigla en inglés) y su propósito: arterial o subarterial; vías alternas y locales. El inventario de vías para toda la ciudad se desarrolla en una plataforma GIS y los datos se recopilan utilizando una muestra de servicios e instalaciones públicos. De cada categoría amplia de zonas definidas anteriormente, la muestra de los ZAT se selecciona a partir de su distribución espacial. Se realiza, una encuesta de cada ZAT seleccionada, como mínimo en 50% de las vías seleccionadas aleatoriamente, las cuales abarcan vías arteriales, alternas y locales. Sobre la base de la característica de uso de suelo y de la distribución espacial de las ZAT, es posible obtener una relación para extrapolar el tipo de infraestructura.

Datos necesarios		Nivel de datos	Fuente
Inventario de la Red Vial	Infraestructura vial (Formato de Encuesta N° 3a)	Muestra	Encuesta Primordial
	Intersección (Formato de Encuesta N° 4)	Muestra	Encuesta Primordial
	Estacionamiento (Formato de Encuesta N° 6)	Muestra	Encuesta Primordial
Infraestructura para peatones	Vereda (Formato de Encuesta N° 3b)	Muestra	Encuesta Primordial
	Intersección (Formato de Encuesta N° 4)	Muestra	Encuesta Primordial
	Acceso (Formato de Encuesta N° 3b)	Muestra	Encuesta Primordial
	Carriles (Formato de Encuesta N° 3c)	Muestra	Encuesta Primordial
Infraestructura para bicicletas y ciclo-rickshaws	Tratamiento de intersección (Formato de Encuesta N° 4)	Muestra	Encuesta Primordial
Transporte Público (bus)/ servicios de rickshaw compartido.	Infraestructura (Formato de Estudio N° 9a y b)	Muestra	Encuesta Primordial
	Parada de bus (Formato de Encuesta N° 8c)	Muestra	Encuesta Primordial
Conteo de Tráfico	Imágenes en pantalla por modos (Formato de Encuesta N° 5)	Muestra	Encuesta Primordial
	En intersección por modos (Formato de Encuesta N° 5)	Muestra	Encuesta Primordial
	Retraso por modo (Formato de Encuesta N° 5)	Muestra	Encuesta Primordial
Retraso y longitud de fila	Velocidad de viaje por modo (Formato de Encuesta N° 7)	Muestra	Encuesta Primordial

**Formato de Encuesta N° 3: Inventario de vías**

3a. Inventario de Vehículos Motorizados

3b. Inventario de veredas

3c. Inventario de carril VNM

3d. Instalaciones de infraestructura a lo largo de la vía, Invasión y restricciones vehiculares

***Inventario de Vías para Vehículos Motorizados (Formato de Encuesta N° 3a)***

Nombre de vía	Número de nodo		Longitud (km)	N° de carriles	Dividido / no dividido	Carretera (Kerb a Kerb)			Carril de Servicio Ancho (m)		Iluminación calle (Si/No)	Ancho de carretera DER (m)
	De	A				Ancho IZQ (m)	Ancho de mediana (m)	Ancho DER (m)	IZQ	DER		

**Inventario de vereda (Formato de Encuesta N° 3b)**

Lado izquierdo						Lado derecho					
Tipo (P / ARRIBA)	Longitud (m)	Ancho (m)	Invasión*	Iluminación (Sí/No)	Diseño Libre de barrera**	Tipo (P / ARRIBA)	Longitud (m)	Ancho (m)	Invasión*	Iluminación (Sí/No)	Diseño libre de barreras

Nota: P: Pavimentado; ARRIBA: No pavimentado  
 \*estacionamiento/Proveedores/Árboles/Poste Eléctrico/Otros obstáculos  
 \*\*acceso a la entrada/adoquines orientadores/audible/ninguno

**Inventario de carril para VNM (Formato de Encuesta N° 3c)**

IZQ						DER					
Longitud (m)	Ancho (m)	Estado del pavimento	Herramientas para separar el carril de VNM de otro modo**	Invasión	Iluminación (Sí/No)	Longitud (m)	Ancho (m)	Estado pavimento*	Herramientas para separar el carril de VNM de otro modo**	Invasión	Iluminación (Sí/No)

Nota: \*Bueno/ Deficiente/Malo  
 \*\*marca pintada/encintado/ninguno  
 \*\*\*Estacionamiento/ Proveedores

**Instalaciones de Infraestructura y Puesta en Práctica a lo largo de la vía (Formato de Encuesta N° 3d)**

Cualquier Puesto de Automóvil		Cualquier Puesto de Taxis		¿Es ruta de buses? (Sí/No)	N° de estacionamiento en la calle		Invasión en la vía					Restricción vehicular				
IZQ	DER	IZQ	DER		IZQ	DER	IZQ			DER			VMP	VNM	TPI	
				(Si/No)			Ancho de vía invadida (m)	Tipo de Invasión	(Si/No)	Ancho de vía invadida (m)	Tipo de Invasión					

Nota: Los formatos de Encuesta N° 3a a 3d son uno solo

**Formato de Encuesta N° 4: Inventario de Intersecciones**

Nombre de Intersección	Tipo de intersección*	Tipo de operación de tráfico**	Instrumentos para descongestión de tráfico	Acceso libre de barreras	Otras instalaciones para VNM (caja VNM, etc.)	Diseño de bocacalle (N° de brazos)

\*1 - No  
señalizado  
\*\*M - Manual

2 - Señalizado  
A - Automatizado

3 - Desvío

4 - Desvío  
Señalizado

5 -  
Otros

**Formato de Encuesta N° 5: Recuento del volumen de Tráfico en línea directa, cordón y bocacalle**

	Ubicación		Dirección desde				Fecha/Mes Año													
	Estación de Recuento N°		Dirección	Derecha	Directo	Giro a izquierda	Día													
	Vehículo de pasajeros						Vehículo de mercancías													
	Pesado rápido		Liviano rápido				Lento				Pesado rápido		Liviano rápido		Lento					
Bus interurbano	Intercity bus	Mimibús	Coche	M2R	Automóvil	Furgoneta	Jeep	Taxi	Auto compartido	Ciclo-rickshaw	Peatón	Otro	Otro	Camión	MAV/Remolques	VBC	Otros	Carrito ciclo-rickshaw/carretilas	Otros	
6 - 7 am																				
.....																				
5 - 6 pm																				
....																				

**Formato de Encuesta N° 6: Estudio sobre Estacionamientos**

Estacionamiento en la calle (Formato de Encuesta N° 6a)																			
Nodo/ nombre	Nodo/ nombre		Longitud del estacionamiento	Recuento de vehículos						Tarifa de estacionamiento						Para de TP más cercana	Distancia de la parada de TP		
	Nombre de vía	Inicio		Final	Coche	Dos ruedas	Automóvil	Bicicleta	Tuc Tuc	Ritmo	Camión	Otros	Coche	2 ruedas	Automóvil			Bicicleta	Tuc Tuc



**Estacionamiento en la calle (Formato de Encuesta N° 6b)**

Nombre del predio de estacionamiento	Área del predio de estacionamiento	Recuento de vehículos								Tarifa de estacionamiento								Para de TP más cercana	Distancia a la parada de TP
		Coche	2 ruedas	Automóvil	Bicicleta	Tuc Tuc	Ritmo	Camión	Otros	Coche	2 ruedas	Automóvil	Bicicleta	Tuc Tuc	Ritmo	Camión	Otros		

**Formato de Encuesta N° 7: Estudio sobre Velocidad y Demora**

**Velocidad y Demora- Coche (Formato de Encuesta N° 7a)**

Sl. N°	Nombre de vía	Desde el Nodo	Al Nodo	Distancia (km)	Hora de inicio (min)	Hora de finalización (min)	Hora	Demora (seg)	Propósito de la Demora



## Sistema Paratransito

Datos necesarios		Nivel de datos	Fuente
Detalle de uso de la flota	Tipo de propiedad	Toda la ciudad	Autoridad de Transporte, sindicato de trabajadores de transporte alternativo y estudio
	Número de paratransitos por tipo (compartido y automóviles personales), combustible que utiliza y antigüedad.		
	Kilómetros vehiculares		
Detalles de ruta	Estudios de embarque y desembarque (a bordo si fuera posible) Formato de Encuesta N° 10e)	Muestra	Encuesta Primordial
	Estudio de pasajero en tránsito (viajes multimodales, último km, etc.) (Formato de Estudio N° 10f)		
	Inventario de ruta	Toda la ciudad	Autoridad de Transporte
	Tiempo de espera promedio por automóvil, ciclo-rickshaw y automóvil compartido	Muestra	sindicato de trabajadores de paratransito
	Costo de operación por km		
Costo y pasaje	Gravamen	Muestra	trabajadores de paratransito
	Estructura de pasaje	Toda la ciudad	sindicato
	Ingreso por km		
	Ganancia/pérdida		

### Formato de Encuesta N° 8: Inventario de Transporte Público

- 8a. Inventario para el BTR
- 8b. Inventario para Bus Urbano
- 8c. Terminal de Buses
- 8d. Inventario de Flota
- 8e. Costo y Pasaje
- 8f. Inventario de ruta
- 8g. Embarque y desembarque
- 8h. Estudio de intercambio



**Estudio de Terminal de Bus (Formato de Encuesta N° 8c)**

Hora	Número de Ruta de Bus	Nombre de la ruta	Tipo de Bus	AC/ sin AC	Observación

**Inventario de Flota (Formato de Encuesta N° 8d) - Datos Secundarios**

Propietario	Tamaño de la flota	Tipo de Flota (de acuerdo a <i>Urban Bus Specifications</i> , 2013)	Tasa de utilización de flota	km vehiculares	Antigüedad promedio del vehículo	Ocupación		Promedio de pasajeros por día
						Hora pico	Promedio	

**Costo y Precio del pasaje (Formato de Encuesta 8e) - Datos Secundarios**

Operador	Costo de operación por km (\$)	Gravamen (\$)	Tipo de estructura de precios de pasaje y Estructura de Pasaje	Ingreso por km (\$)	Ganancia/ pérdida (\$)	Eficiencia del combustible

**Inventario de Ruta (Formato de Encuesta N° 8) - Datos Secundarios**

Número de ruta	Longitud de ruta	Ubicación abarcada	Avance (minutos)	Pasajeros promedio \$/día	Tiempo de trayecto promedio (hora)		Demora Promedio (minuto)
					Hora pico	Promedio	

**Embarque/ Desembarque (Formato de Encuesta N° 8g)**

Hora	Nombre de la Parada de Bus	Nombre de la ruta	Embarque	Desembarque	A Bordo	Observación

**Estudio de Intercambio (Formato de Encuesta N° 8h)**

Tipo de Intercambio	Nombre	CCTV		Sistema de Información para el Pasajero (SIP)		Estacionamiento disponible para bicicleta/ ciclo-rickshaw en un área de 250 m	
		Si/No	Recuento	Si/No	Recuento	Si/No	Recuento

**Formato de Encuesta N° 9: Inventario para ciclo-rickshaws y automóviles**

- 9a. Inventario de Flota para ciclo-rickshaws
- 9b. Inventario de Ruta para Automóviles compartidos
- 9c. Costo y Precio de Pasaje para Automóviles Compartidos

***Inventario de flota Tuc Tuc (Formato de Encuesta N° 9a) - Datos Secundarios***

Propietario (propio/ alquilado)	Tipo de Flota (capacidad)	Uso (compartido o no)	Promedio km vehicular/día	Antigüedad promedio del vehículo	Ganancia promedio por día	Ocupación		Promedio de pasajeros por día
						Hora pico	Promedio	

***Inventario de ruta para Tuc Tuc compartido (Formato de Encuesta N° 9b) - Datos Secundarios***

Número de ruta	Longitud de ruta	Ubicación abarcada	Avance (minutos)	Promedio de pasajeros/día	Tiempo promedio de trayecto		Demora promedio
					Hora pico	Promedio	

**Costo y Precio de Pasaje de Automóviles Compartidos (Formato de Encuesta 9c) - Datos Secundarios**

Operador	Costo de operación por km	Gravamen	Estructura de pasaje	Ingreso por km (Rs)	Ganancia/pérdida (Rs)	Eficiencia del combustible

## Transporte de Carga

### Técnica de muestreo para el transporte de carga

#### Transporte de carga

Datos necesarios		Nivel de datos	Fuente
Estudio de vehículo de transporte de carga (Formato de Encuesta N° 9)	Puntos de origen y destino		
	Áreas de estacionamiento para vehículos de transporte de carga y costo	Muestra	Estudios primordiales
	Tipología de vehículo		

Es necesario encuestar tanto sobre vehículos motorizados como no motorizados que transportan mercancías, se dirigen a la ciudad y se mueven dentro de ella. Esto puede hacerse en los cordones y puntos de cordones externos muestreados, donde estos vehículos ingresan hacia el área central de la ciudad. Por ejemplo, en el caso de Visakhapatnam se seleccionaron cinco de veinte bocacalles muestreadas para recopilar datos relacionados con el movimiento urbano del transporte de carga. De ellos, tres eran de cordones externos, en tanto que dos correspondían a puntos de ingreso al área central de la ciudad. Se efectuaron recuentos de movimiento de 16 horas en cada una de estas bocacalles en un día típico de trabajo. Junto al origen y destino de los viajes, el estudio debe captar asimismo el tipo de vehículo utilizado y las mercancías transportadas (Formato de Encuesta N° 10).



### Formato de Encuesta N° 10: Estudio del Transporte de Carga

Estudio de Transporte de Carga (Formato de Encuesta N° 10)							
Fecha de la Encuesta:					Corredor de la Encuesta:		Desde:
Día de la encuesta:		Tipo de servicio de transporte proporcionado	Mercancías transportadas		Dirección de la encuesta:		A:
Hora	Tipo de vehículo		Tipo	Peso	Origen	Destino	Frecuencia de viaje

Vehículo	Código
VBC	1
Camión de 2 Ejes	2
Camión de 3 ejes	3
Vehículo de ejes múltiples	4
Tractor	5
Ritmo	6
TNM	7

Servicio de transporte	Código
Interurbano	1
Intraurbano	2

Frecuencia de Viaje	Código
Una vez al día (una sola dirección)	1
Dos veces al día (arriba y abajo)	2
Tres veces al día o más	3
Otros	4

### Seguridad respecto al tráfico

Elementos de la Encuesta	Descripción	Formulario de la muestra
Inventario de Accidentes de Tráfico	Recopilar estadísticas sobre accidentes de tráfico y describir las tendencias	Formato de Encuesta N° 11
Puesta en vigor	La puesta en vigor es un aspecto clave para un sistema de transporte urbano eficiente	Anexo 1, Formulario de Encuesta 3D

Datos necesarios		Nivel de datos	Fuente
Seguridad del tráfico		Muestra	Encuesta Primordial
Número de víctimas involucradas en	Modo por víctima		
instalaciones y ubicación del tráfico	Por vehículo impactado	Ámbito urbano	Policía de Tránsito RPI

**Formato de Encuesta N° 11: Seguridad Vial – Datos Secundarios**

*Estudio de tráfico - datos secundarios (Formato de Encuesta N° 11)*

Ubicación de Accidente	Tipo de Accidente (Fatal/ No fatal)	Tipo de vehículo involucrado en accidente	A lo largo de la vía / Intersección / Paso elevado

**Formato de Encuesta N° 12: Consumo de Energía del Transporte en el Ámbito Urbano**

Formato de Encuesta N° 12 (Consumo de energía del transporte: Nivel urbano)			ámbito urbano	Unidad: MTOE
Sr. N°	Elemento	Año1	Año2	Año3
	<b>Transporte</b>			
1	Vía			
	Gasolina (MS)			
	Diésel			
	Gas Natural Comprimido (GNC)			
	GLP			
	Electricidad			
2	Basado en ferrocarril			
	Diésel			
	Electricidad			
3	Basado en agua			
	Diésel			
	GNL			
	Otros (especificar)			

***instrucciones para llenar:***

- La prioridad debe estar en la recopilación de datos para el año más reciente o el año para el cual se recopila la información en otras actividades
- La información debe recopilarse como un nivel agregado de las respectivas Empresas Petroleras, Servicios de Electricidad, Transporte Público, Ferrocarriles u Operadores de Transporte Masivo.
- Si la información no está disponible en el ámbito urbano, se debe registrar figuras ponderadas del distrito. Para lograr coherencia con los PMBC como modelo se debe tomar a una la población del área de planificación.

**Formato de Encuesta N° 13: Inventario de vehículos**

*Formato de Encuesta N° 13 (Inventario de Vehículos - vehículos registrados en el ámbito urbano)*

Tipo de Vehículo	Combustible	Año 1	Año 2	Año 3	Año4	Año más reciente
Vehículos de dos ruedas	Gasolina					
	Eléctrico					
	Otros					
Vehículos de tres ruedas	Gasolina					
	Diésel					
	GNC					
	Eléctrico					
	Otros					
Vehículos de cuatro ruedas	Gasolina					
	Diésel					
	GNC					
	Eléctrico					
	Otros					
Taxis	Gasolina					
	Diésel					
	GNC					
	Eléctrico					
	Otros					
Buses	Diésel					
	GNC					
	Otros					
Camiones (LCV) (Hasta 7,5 toneladas)	Diésel					
	Otros					
Camiones (HCV)	Diésel					
	Otros					

## Formato de Encuesta N° 14: Estudio de Vehículo en el Surtido de Gasolina

### *Formato de Encuesta N° 14 (estudio de Vehículo en el surtidor de gasolina)*

Tipo de vehículo (elija uno)	Coche	SUV	Vehículo de tres ruedas	Vehículo de dos ruedas	Bus	Camión	Otro (Especificar)
Tipo de combustible (Elija uno)	Gasolina	Diésel	GNC	GLP	Electricidad		Otro (Especificar)
Fabricación			Modelo			Año de fabr.	
Kilometraje		km/litro	Lectura de cuentakilómetros				Kilómetros

### Metodología de muestreo para el estudio en surtidor de gasolina

La opción de gasolinera debe basarse en el muestreo de conveniencia, pero preferiblemente en áreas de la ciudad. Se estudian vehículos aleatorios en proporción de su reparto. Por ejemplo, en Rajkot se consideraron las siguientes proporciones para el estudio: 33% de coches, 33% de vehículos de dos ruedas, 10% de vehículos de tres ruedas, 12% de buses y 12% camiones para desarrollar un nivel de confianza de 95%. Simultáneamente, se necesita efectuar una revisión cruzada de la composición de vehículos (antigüedad y tipo) según el número de vehículos registrados. Se debe tomar **una muestra de al menos 3000 vehículos** (vehículos de dos ruedas, coches, buses, automóviles y camiones) a fin de abarcar el número suficiente de vehículos de diferentes épocas.

### Instrucciones para llenar el cuestionario:

Debe efectuarse en surtidores de gasolina o GNC y preferiblemente en los surtidores donde se han realizado pruebas de emisiones, de modo que también se puedan medir los parámetros de contaminación vehicular. Los vehículos muestreados debe estar en proporción con la población según el Formato de Encuesta N° 13.

## Anexo 2: Consulta a las partes interesadas

[Adaptado de Groenendijk y Dopheide (2003)<sup>13</sup>]

---

La implementación satisfactoria de las propuestas de los PMBC depende significativamente del involucramiento de las partes interesadas en su conceptualización, diseño y planificación. Es importante identificar los diversos conflictos de interés entre las partes interesadas, y evitar la resistencia a políticas y proyectos propuestos como parte de los PMBC. El involucramiento directo de las partes interesadas clave en el Análisis del Problema y ulterior planificación del proyecto origina pertenencia y compromiso para el proceso de planificación y de esa manera contribuye al éxito de los PMBC.

La consulta a las partes interesadas es un ejercicio importante por varias razones, entre ellas:

- a) Conocer la ciudad: es necesario comprometerse con las partes interesadas que trabajan en la urbe. La experiencia de las partes interesadas con la ciudad sobre el terreno es valiosa y debe captarse. Este ejercicio contribuirá al conocimiento no solo de las características de la ciudad, sino también de los principales cuellos de botella y fortalezas. Al comprender las limitaciones con las cuales trabajan es posible desarrollar escenarios más relevantes para la metrópoli y presentar mejores recomendaciones.
- b) Consulta a las partes interesadas: en épocas recientes se ha reconocido ampliamente como un ejercicio importante. El enfoque de arriba hacia abajo, con el cual las recomendaciones para una ciudad tienen lugar sin involucrar a las partes interesadas en el proceso de deliberación y utilizando su conocimiento ha sido muy criticado. Se reconoce que cada ciudad tiene sus propias características. Las recomendaciones que se hacen deben acomodarse a circunstancias únicas en virtud de las cuales funciona la ciudad.

---

<sup>13</sup> GROENENDIJK, L. & DOPHEIDE, E. 2003. Herramientas de planificación y gestión Libro de referencia. El International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, Países Bajos.

- c) Alcance del trabajo de cada organización: en la ciudad operan una serie de entidades. Muchas veces estarán involucradas múltiples entidades en un mismo área. Por ejemplo, las vías en construcción y mantenimiento en una ciudad no corresponderán a la jurisdicción de una única entidad: una serie de entidades se involucran en el proceso. Por lo general hay una clara demarcación del alcance del trabajo de cada entidad y, por lo tanto, es importante comprender la jurisdicción exacta de cada una. Esto ayudará a conocer las tareas exactas, cuya responsabilidad es asumida por cada organización y también áreas de identificación donde hay una superposición de tareas y responsabilidades.
- d) Desarrollando escenarios alternativos: los PMBC implicarán desarrollar escenarios alternativos para el transporte urbano. La diferencia entre las alternativas serán diferencias en políticas, marco institucional, planes de transporte en la ciudad, innovaciones tecnológicas, y otros detalles similares. La consulta a las partes interesadas ayudará a construir estos escenarios alternativos.
- e) Desarrollando sintonía con la ciudad: al comprometer a las partes interesadas se desarrollará una sintonía con la ciudad. Esto es vital porque será necesario poner en práctica las recomendaciones efectuadas en los PMBC. La sintonía con la ciudad garantizará que las recomendaciones se pongan en práctica sin dificultad y que los problemas y cuellos de botella se reduzcan al mínimo en la etapa de implementación.
- f) Cabe observar que es posible que algunas partes interesadas no contribuyan a la creación de PMBC, y más bien cuenten con poder suficiente para entorpecer su implementación. Comprometiendo a estas partes interesadas, manteniéndolas constantemente en el circuito del proyecto, y tomando en cuenta algunas de sus recomendaciones se ayuda a asegurar el máximo de la ciudad.

Los siguientes pueden distinguirse como objetivos fundamentales del Análisis de las Partes Interesadas:

- mejorar la efectividad del plan de movilidad de bajo carbono (políticas o proyectos) considerando explícitamente los intereses de las partes interesadas y los desafíos que representan;
- abordar mejor los impactos de distribución del desarrollo urbano y de los proyectos de transporte, desagregando el análisis, a fin de evaluar por separado los intereses e impactos de la intervención sobre las diferentes partes interesadas, con especial consideración de la equidad;
- garantizar la participación de todos los sectores de la sociedad, especialmente de las personas con discapacidad (el transporte acertado), en métodos participativos, al desarrollar los modelos urbanos y de transporte, así como insumos;
- fortalecer los mecanismos de comunicación y colaboración entre las partes interesadas;
- fortalecer la implementación de proyectos de transporte y acelerar las operaciones involucradas;
- conocer mejor las complejas situaciones de múltiples partes interesadas.

## Clasificando e Identificando a las Partes Interesadas

Entre las partes interesadas están actores o grupos que afectan y/o se ven afectados por políticas, decisiones y acciones de un proyecto (Groenendijk and Dopheide, 2003). Los sistemas representan a las partes interesadas con sus propios objetivos, recursos y sensibilidades. Los grupos especiales de partes interesadas

son los que “no tienen voz”, como la población urbana en situación de pobreza. Los intereses de estos grupos son promovidos por otros, como ONG, científicos o la comunidad internacional.

Es posible registrar y clasificar a las partes interesadas observando la división fundamental entre ellos: las partes interesadas que se enmarcan e implementan el desarrollo urbano, políticas y proyectos de transporte (es decir, toman decisiones o emprenden acciones), y los *afectados* por estas decisiones o acciones. Las partes interesadas están clasificadas igualmente de acuerdo a su relativa influencia e importancia: partes interesadas clave son las que pueden influir de manera significativa o son importantes para el éxito del proyecto (Groenendijk and Dopheide, 2003).

Por tanto, es importante estudiar las diferentes cualidades de la parte interesada y su interés en los proyectos de transporte mencionados. Algunas partes interesadas se beneficiarían con el proyecto y se mostrarían favorables a sus objetivos, en tanto que otras no porque el proyecto afectaría sus intereses. Basado en Groenendijk y Dopheide (2003), se sugiere que el consultor tome notas sobre cada parte interesada, en torno a:

- ¿Cuáles son las expectativas de cada parte interesada respecto al proyecto?
- ¿Qué probables beneficios tendría para la parte interesada?
- ¿Qué recursos estaría dispuesto (o no) o podría movilizar?
- ¿Qué otros intereses tiene la parte interesada que estarían en conflicto con el proyecto?
- ¿Cuál es su nivel de control sobre partes interesadas clave? (¿Puede usted influir en su participación?)
- ¿Cómo se refiere la parte interesada a otras de la lista?

La otra consideración importante en el análisis de la parte interesada es la influencia o poder que tiene sobre el proyecto del PMBC, en términos de toma de decisiones y de ejercer presión ya sea positiva o negativa para su éxito. También es importante la identificación de la influencia, qué personas, grupos u organizaciones (es decir personas interesadas) pueden persuadir o presionar a otras para que tomen decisiones y cierto curso de acción.

Si bien también es importante identificar a la persona interesada para priorizar los intereses en juego, en el proyecto es igualmente importante señalar la importancia de cada grupo de partes interesadas durante el proceso de consulta. Por supuesto, en esto influyen intereses y aspectos preponderantes del proceso de selección de la parte interesada. Siempre habrá partes interesadas, especialmente el sector vulnerable de la población (personas de edad, mujeres, niños, población en situación de pobreza, con impedimentos físicos, etc.), que otorguen gran prioridad al proyecto. Es posible que su capacidad de participar en el proyecto sea débil, y su poder influencia en las decisiones fundamentales limitada. Por ello es conveniente que, durante el proceso de consulta, se dé importancia y prioridad a sus puntos de vista y se escuchen sus voces.



## Clasificación de las personas a partir del papel que cumplen en el transporte.

- Organizaciones o personas responsables de tomar decisiones respecto al transporte. Estas organizaciones podrían estar involucradas ya sea en la planificación urbana del transporte, políticas marco u operaciones del transporte. Es decir, organizaciones gubernamentales que se enfocan primordialmente en el transporte y por tanto están directamente involucradas.
- Organizaciones o personas que no son parte del gobierno pero están directamente involucradas en las operaciones de transporte en la ciudad. Esto podría incluir sindicatos de Tuc Tuc, asociaciones de choferes de taxi, etc. Este grupo podría incluir asimismo actores privados que están involucrados con el gobierno en varias operaciones PPP del transporte, como operación de buses, vías con peaje, etc.
- Organizaciones o personas (gubernamentales o no) cuyas actividades tienden a configurar las necesidades y demandas de transporte en la ciudad. Esto incluiría a grandes unidades industriales, autoridades de desarrollo urbano, puertos, ferrocarriles, etc.
- Organizaciones o personas (del gobierno o no) que ocupan puestos destacados crean opiniones en la ciudad. Esto abarcaría a la prensa, universidades, colegios mayores y otros institutos educativos, ONG populares y otras organizaciones populares representativas como la Confederación Industrial de la India.

El siguiente cuadro muestra a partes interesadas clave que deberían estar involucradas en cualquier proceso de consulta de PMBC.

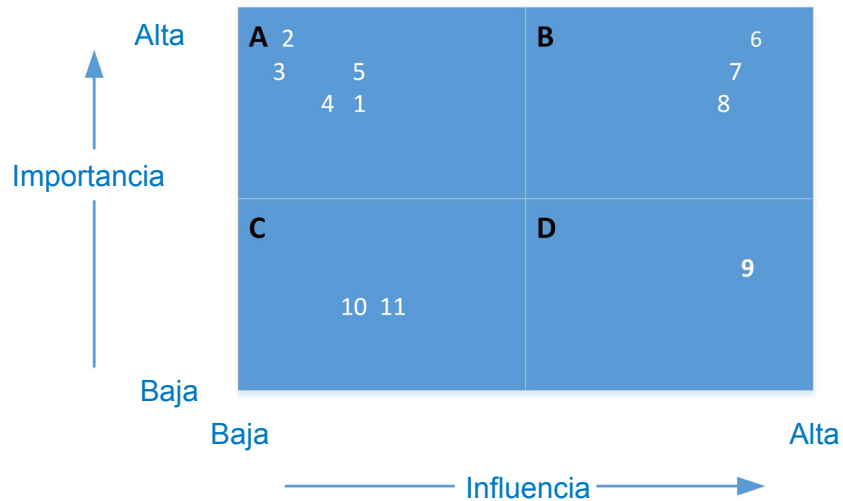
Gobierno	Comunidades/ Grupos sociales	Negocios	Políticos	Otros
Autoridades Locales y Regionales de Planificación Autoridades de transporte Policía de tráfico Otras entidades de transporte Gestores de servicios básicos Servicios de emergencia Otras organizaciones que controlan el uso del suelo y el transporte	Organizaciones no gubernamentales Organizaciones basadas en la comunidad Ciudadanos Ciclistas/ Grupos de personas que caminan TPI/asociaciones de transporte público (TP) Personas con impedimentos físicos Personas mayores Niños Mujeres	Operadores de transporte /proveedores Empresas petroleras Otros proveedores de energía para el transporte Cámara de Comercio Asociación de Constructores Asociación de Arquitectos Comerciantes al por menor Representantes del sector informal Pequeños negocios Industrias	Concejales Miembros del partido gobernante Miembros del partido de oposición	Institutos de investigación Universidades Expertos en uso de suelo y transporte

El cuadro que se muestra a continuación abarca solo a partes interesadas selectas con fines demostrativos.

	Intereses	Impacto del proyecto potencial	Prioridades relativas de los intereses
<b>Principales partes interesadas</b>			
1. Ciudadanos	Opciones de viaje Menor costo del Transporte	+ -?	=1
2. Personas con impedimentos físicos 3. Personas mayores 4. Niños 5. Mujeres	Accesibilidad Equidad	+ + -/+	=1
<b>Partes interesadas secundarias</b>			
6. Autoridades Locales y Regionales de Planificación 7. Autoridades de transporte 8. Otras entidades de transporte	Logro de metas Control de los fondos y actividades Eludir responsabilidad de todas las reacciones negativas	+ - -	3
9. Proveedores de transporte	Volumen de ventas Ganancias Imagen pública	+ +/- +/-	=2
<b>Partes interesadas externas</b>			
10. Grupos de investigación 11. Expertos en uso de suelo para el transporte	Aprendizaje institucional Insumos metodológicos	+/-	4

\* La presente es una lista con fines demostrativos adaptada de Groenendijk y Dopheide (2003)

El cuadro anterior muestra cómo cada parte interesada tiene varios intereses. El proyecto propuesto tendrá un impacto positivo sobre algunos de estos intereses, aunque no en todos. Identifica asimismo la prioridad que se dará a cada parte interesada de acuerdo al objetivo de los PMBC. Combinando la influencia y la importancia de cada parte interesada en un diagrama matriz es posible identificar supuestos y riesgos respecto a las partes interesadas.



*Esto es adaptado de Groenendijk y Dopheide (2003) con fines demostrativos*

En la figura anterior, los recuadros A, B, C son partes interesadas clave en el proyecto. Durante el proceso de consulta, las partes interesadas del recuadro A requerirán una iniciativa especial para proteger sus intereses, ya que son importantes pero tienen muy poca influencia. Los consultores necesitan construir una buena relación de trabajo con las partes interesadas en el recuadro B, ya que se requieren para el éxito de los PMBC. Las partes interesadas del recuadro C podrían plantear un gran riesgo al proyecto, y ejercen una gran influencia, pero no son muy importantes para el proyecto de los PMBC: estas partes interesadas necesitarán un monitoreo y gestión cuidadosos. No es muy probable que las partes interesadas del recuadro D planteen algún riesgo para el proyecto. Es importante conocer lo siguiente:

- ¿Cuáles son los papeles o respuestas de las partes interesadas clave que se deben asumir para que el proyecto tenga éxito?
- ¿Son estos papeles plausibles y realistas?
- ¿Es posible esperar respuestas negativas, considerando los intereses de las partes interesadas?
- Si se dan tales respuestas, ¿qué impacto tendrían en el proyecto? ¿Cuán probables son estas respuestas negativas, existen riesgos importantes?
- En suma, ¿qué supuesto plausible acerca del apoyo de las partes interesadas apoya o amenaza el proyecto?

A continuación se muestra a las partes interesadas que corresponderían a los recuadros B y C para el caso de Vishakhapatnam.

Modo	Jerarquía	Planificación y Políticas	Infraestructura	Operaciones	Monitoreo y Evaluación
TPI	Estado	VUDA		Operadores de TPI, Policía de Tráfico	RTA, APPCB
	Ciudad		GVMC		
	Centro	HPCL	NHAI		
Bus urbano	Estado	VUDA, APSRTC	APSRTC	APSRTC, Policía de Tráfico	RTA, APPCB
	Ciudad		GVMC		
	Centro	HPCL			
BTR	Estado	VUDA		APSRTC, Policía de Tráfico	VUTCL
	Ciudad	GVMC	GVMC		
	Centro	HPCL	NHAI		
Bus interurbano	Estado		APSRTC, AP R&B (PWD) Dept.	APSRTC	
	Ciudad				
	Centro	Ferrocarril de la Costa Este	Ferrocarril de la Costa Este	Ferrocarril de la Costa Este	
Ferrocarriles	Estado				
	Ciudad				
	Centro	AAI	AAI	Líneas Aéreas	DGCA
Aeropuerto	Estado				
	Ciudad				
	Centro	Ministerio de Transporte Marítimo	Ministerio de Transporte Marítimo, VPT	VPT	
Puerto	Estado				
	Ciudad				
	Centro		NHAI		
Mercancías	Estado	VUDA			
	Ciudad		GVMC	Operadores Privados	

*HPCL - Hindustan Petroleum Corporation Ltd., VUDA - Vishakhapatnam Urban Development Authority, NHAI - National Highway Authority of India, GVMC - Greater Vishakhapatnam Municipal Corporation, APSRTC - Andhra Pradesh State Road Transport Corporation, APR&B (PWD) - Andhra Pradesh Road & Buildings Public Works Department, RTA - Regional Transport Authority, APPCB - Andhra - Andhra Pradesh Pollution Control Board, VUTL - Vishakhapatnam Urban Transport Company Ltd., VPT - Vishakhapatnam Port Trust*

Una vez que se ha tomado una decisión sobre la lista de partes interesadas, el consultor puede comenzar a prepararse para la reunión. Groenendijk y Dopheide (2003) sugieren los siguientes pasos:

- Preparar
  - Reunirse con participantes antes la reunión (si fuera posible)
  - Distribuir información relevante con anticipación
  - Decidir quién facilitará la reunión
  - Enviar un borrador de la agenda a los participantes
  - Asegurar que todos los grupos puedan participar en la reunión
- Facilitar
- Uso de métodos
  - Conversación enfocada
  - Lluvia de ideas
  - Mapeo
- Preparar un informe de reunión e incorporar sugerencias a los PMBC

## Anexo 3: Modelado de Cuatro Pasos

---

### Marco del modelo (Modelado en cuatro pasos)

El método de modelado de cuatro pasos para el PMC debe responder por diferentes grupos sociales y de género (véase la Figura a continuación), al igual que por todos los modos de transporte, lo cual incluye al no motorizado (TNM), paratransito y al transporte público. Esto difiere ligeramente del modelado convencional de cuatro pasos, el cual no diferencia en términos de grupos socioeconómicos y género, donde se enfoca principalmente el transporte motorizado. Es posible utilizar software de modelado como QuantumGIS, ArcGIS, TransCAD, CUBE, VISUM, EMME, OmniTrans, etc. para crear el modelo de demanda de viaje para la ciudad.

Se requiere el modelo de la demanda de viaje de año base para replicar la red vial y modelos de viaje metropolitanos en el software de modelado, y probar varias medidas de corto plazo que se pueden tomar para mejorar los sistemas de transporte existentes. El siguiente cuadro proporciona los parámetros de insumos y las fuentes de datos utilizados para desarrollar el modelo del año base.

### Generación de Viaje

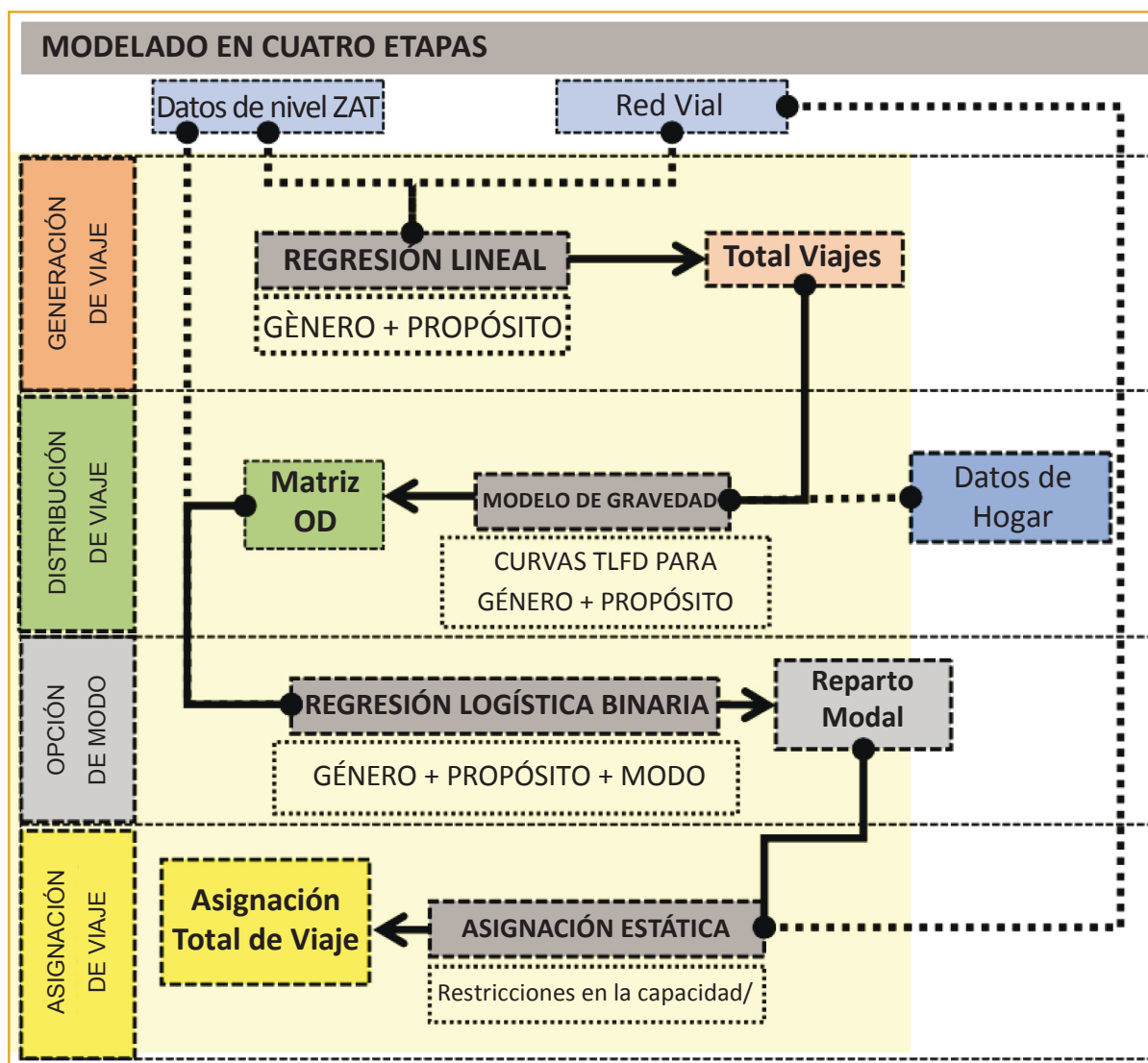
La generación de viaje implica estimar el número total de viajes producidos y atraídos a cada ZAT. La producción de viaje depende de las características socioeconómicas de los hogares dentro del ZAT, en tanto que la atracción de viaje depende del tipo de uso de suelo del ZAT, tal como se explica a continuación:

### Producción de Viaje

Los datos de la entrevista de hogares habitualmente se utilizan para estimar las tendencias de producción por varios tipos de hogares, en los siguientes pasos:

- Los viajes con propósito bien ponderado (p.ej. trabajo, escuela/ colegio mayor, social, recreación, etc.) producidos en cada hogar se derivan como función de cualidades socioeconómicas del hogar: tamaño del hogar, ingresos y posesión de vehículo.
- El número total de hogares en cada ZAT se estima a partir de los datos de censo o base de datos de impuestos a la propiedad, así como del número total de hogares y viajes producidos.
- Las características socioeconómicas de cada ZAT se derivan de los datos de las Entrevistas a Hogares.
- Si no están disponibles los datos detallados del hogar, se utilizan datos y parámetros de la ZAT, como población de la ZAT, oportunidades de empleo, etc., para obtener las producciones para cada ZAT.

*Marco para Modelado en Cuatro Pasos*



## Atracción de Viaje

En este paso se estima el número de viajes atraído a cada ZAT. El atractivo de una zona es una función del tipo de uso de suelo de cada zona. Por ejemplo, los usos de suelo residenciales producen viajes, en tanto que las áreas comerciales, institucionales e industriales habitualmente atraen viajes. Por tanto, la combinación de usos de suelos existentes se considera la variable crítica en la determinación de los viajes atraídos a cada ZAT. Los datos sobre uso de suelo en el ámbito metropolitano se proporcionan en el Plan Maestro, pero son únicamente indicativos, ya que se observa que la distribución del uso de suelo en el Plan Maestro y su uso real en la práctica varían ampliamente.

Los datos sobre impuestos a la propiedad de las corporaciones municipales mantienen el tipo de uso de suelo de construcción bien ponderado y su área de zócalo. Entre los tipos de uso de suelo en los edificios están Residencial, Comercial, Educativo, Industrial, Uso Público, Tiendas, Hospitales/Cines/ Pub, y otros. Con excepción del residencial, los demás tipos de uso de suelo atraen viajes. **Por tanto, es posible calcular el área total de zócalo de cada tipo de uso de suelo atractivo y emplearlo como una medida del atractivo del ZAT.**

**Los viajes con propósito bien ponderado atraídos a cada zona, a partir de las entrevistas con hogares se correlacionan con los tipos de uso de suelo en cada ZAT, utilizando la técnica de regresión lineal múltiple para derivar la relación entre los viajes atraídos y los usos de suelo de las ZAT.** A partir de estas ecuaciones, se vuelve a calcular el número de viajes atraídos a cada zona. No obstante, esto solo brinda el número de viajes a escala del tamaño de la muestra de datos, ya que los viajes de la muestra se utilizan para derivar la ecuación. Por tanto, tales atracciones se utilizan como el atractivo relativo de cada zona. **A continuación, las atracciones de cada zona se amplían proporcionalmente al total de atracciones en base a los viajes totales producidos para cada propósito.**

## Distribución de Viaje

La distribución de viajes se utiliza para derivar la matriz de Origen-Destino (OD) del cuadro de Atracción de Producción (AP) preparado en la generación de viaje. El método de gravedad generalmente se adopta para la distribución de viajes. En este método, los viajes entre la zona  $i$  y la zona  $j$  ( $T_{ij}$ ) se distribuyen en proporción al número de viajes producidos en  $i$ , número de viajes atraídos en  $j$ , y en la proporción inversa de la impedancia entre estas zonas: tiempo de viaje, costo de viaje, seguridad relativa, etc.

$$T_{ij} = P[(A_i F_{ij}) / (\sum A_i F_{ij})]$$

Donde,

$T_{ij}$  = viajes producidos en  $i$  y atraídos en  $j$ ,  $P_i$  = producción total de viaje en  $i$ ,

$A_j$  = producción total en  $j$ ,

$F_{ij}$  = (factor de fricción) o computado utilizando curvas DFDV  $i$  = zona de origen  $j$  = zona de destino

La distribución de viaje puede efectuarse en base al propósito o modo bien ponderado a partir de las características específicas de la ciudad. La distribución de la duración de viaje debe observarse tanto respecto



al propósito como al modo bien ponderado, y es necesario seleccionar cualesquier parámetro que defina más claramente las distribuciones de la duración de viaje. Si el tipo de modo afecta más la duración de viaje, es posible dividir el reparto del modo antes de la distribución de viaje. El siguiente es el procedimiento de paso prudente.

Se agregan los viajes en horas pico con propósito bien ponderado para obtener el total de viajes producidos y atraídos a cada ZAT. Los valores de reparto del modo bien ponderado de ZAT pueden derivarse de los datos de la entrevista de hogares y aplicarse al cuadro de AP para obtener el cuadro de AP para los viajes presentes en transporte público y en bicicleta.

Usuarios actuales: El reparto del modo del transporte público y bicicleta en cada ZAT se obtiene de los datos de la entrevista a hogares, y se utiliza para derivar el cuadro de AP para los viajes actuales en transporte público y bicicleta. El cuadro AP puede ser para la hora pico o para todo el día, sobre la base de los requerimientos del estudio.

Usuarios potenciales: Todos los viajes metropolitanos forman el potencial de usuarios de transporte público y bicicleta, y es importante modelar estos viajes de manera paralela para estimar su potencial cambio a transporte público y bicicleta, respectivamente.

Uno de los rasgos del proceso de modelado de la demanda en cuatro etapas es que se consideran únicamente los viajes interzonales para la tarea. Por tanto, la proporción de viajes intrazonales en cada ZAT se calcula a partir de los datos de la entrevista a hogares, y estos viajes se excluyen del proceso de modelado de la demanda.

El cuadro de AP que contiene los viajes interzonales de transporte público se utilizan como insumo para la distribución del viaje.

Para los viajes de transporte público se considera el costo generalizado como impedancia, lo cual se consigue a partir del tiempo tomado para acceso, espera, transporte de carga entre ciudades, transferencia, transporte de carga entre ciudades y salida, y la pérdida de utilidad de cada uno de estos en términos monetarios.

## **Selección de modo**

Los modelos de selección de modo deben desarrollarse para todos los modos de transporte, entre ellos el transporte público y paratransito. Como se describe en Anexo 1, el tamaño de la ZAT debe ser lo suficientemente pequeño como para atender los viajes a pie, bicicleta, y responder por el impacto de viajes de ingreso/ salida en transporte público.

## **Ecuaciones para la Selección de Modo**

Se computan a partir de la preferencia revelada y mencionada de las personas encuestadas en hogares. Se pusieron en funcionamiento modelos de un logito multinomial, modelos de logito Anidado o cualquier función de logito para resolver las ecuaciones de selección de modo. Como se señaló, la alternativa de modo

es la variable dependiente y la sociodemografía de la persona; los indicadores de forma, construidos en el origen y fin de viaje, así como los costos de viaje son variables independientes en la ecuación.

## **Alternativa de Modo para Caminar e ir en Bicicleta**

Una de las principales diferencias en el modelado de modo de TNM, en comparación con los modos motorizados, es el impacto de la velocidad en el modo seleccionado. La velocidad del TNM (ir a pie o en bicicleta) es constante, y el impacto de congestión es insignificante. Otros parámetros, como distancia que se va a recorrer, calidad de la infraestructura, seguridad y vigilancia tienen un impacto mayor en la selección del modo de caminar e ir en bicicleta. Junto a los parámetros relacionados con el modo es necesario explicar las necesidades de información socioeconómica para modelar el modo seleccionado para los modos de TNM.

## **Selección de modo para Transporte Público**

El servicio de transporte público tiene un mínimo de tres segmentos interrelacionados; es decir, viaje de acceso, transporte de carga entre ciudades y viaje de salida. Los estudios han mostrado que el viaje de egreso/salida tiene un impacto significativo en el transporte público como alternativa de modo. El impacto no solo es en términos de transporte público a origen/destino en los alrededores sino también en términos de incomodidad y pérdida de utilidad relacionados con los modos utilizados para viajes de acceso/ salida e intercambios entre modos. La función de servicio para el transporte público, por tanto, involucra el tiempo de espera e incomodidad de cambiar de modos, aparte de los parámetros relacionados con modo para viajes de acceso/salida y viajes entre ciudades.

## **Asignación de viaje**

Este paso es para determinar el número de viajes realizados por diferentes modos en cada uno de los vínculos de la red de transporte existente tanto en horas pico como fuera de ellas. La asignación de viaje para TNM debería explicar los parámetros de uso de suelo y densidad en los alrededores de la infraestructura/ instalación. La asignación de viaje para bicicletas también comprende parámetros relacionados con la calidad del pavimento, declives, volumen y velocidad del tráfico. Esto involucra utilizar el índice de compatibilidad ciclística y otras medidas similares.

Las matrices OD de viaje de personas para los usuarios actuales y potenciales se convierten en viajes de vehículo, a partir de la ocupación promedio observada en cada modo de la encuesta de ocupación realizada en la ciudad. Las poblaciones flotantes que llegan a la ciudad por los numerosos puntos de ingreso son captados de las encuestas de OD en estas ubicaciones. Estas encuestas de muestra se amplían a un volumen total basado en conteos de volumen de tráfico en esas ubicaciones. **Las matrices de OD de estas encuestas son agregadas al OD de la distribución de viaje para desarrollar la matriz OD general de la ciudad.**

Las matrices OD calibradas al modo bien ponderado, derivadas del paso anterior, son asignadas a la red vial utilizando métodos de Equilibrio de Usuario o Capacidad Restringida a partir del equilibrio Wardrops para modos motorizados. **Para ciclistas, en general se utiliza el método Todo o Nada (ToN), considerando**

**el ICC mínimo o distancia de viaje entre OD de los ciclistas como el factor determinante para la alternativa de ruta.** Se adopta el método ToN puesto que se asume que la mayoría de los vínculos tienen capacidad suficiente para ciclistas, y puesto que estos son más sensibles a temas de seguridad y vigilancia que a la velocidad.

## **Validación de Red**

Los flujos vinculados que se observan en la asignación de viaje se comparan con los flujos reales de tráfico observados a partir de los conteos de volumen de tráfico conducidos en varias ubicaciones de toda la ciudad. Si se observa que los flujos vinculados de la asignación de tráfico varían respecto a los conteos de volumen de tráfico, será necesario verificar la red para su exactitud. Algunos de los vínculos que faltan en la red vial se identifican mediante este procedimiento. Sin embargo, el factor de mayor contribución a este error puede ser la matriz de OD, derivada de la distribución de viaje, ya que debe ser recalibrada para que sea compatible con los conteos de volumen de tráfico. Para ello está disponible un proceso iterativo en el software de modelado, denominado estimación de la matriz de OD (TransCAD, CUBE)/ t-flow fuzzy [VISUM]). Utilizando este procedimiento, la red es calibrada de modo que sea compatible con los conteos reales de volumen observados en el terreno.

Para mayores detalles, véase el Módulo de Evaluación de la Demanda, disponible en: <https://www.dropbox.com/sh/99ngmessm2cgb76/IRv2lC9AwZ>

## *Anexo 4: Lista de Mapas cuya preparación es necesaria*

---

1. Mapas de forma urbana
  - a) Densidad de población (ZAT bien ponderada)
  - b) Cambio decadal en densidad de población (ZAT bien ponderado)
  - c) Uso promedio per cápita de espacio residencial/ clases sociales (ZAT bien ponderado)
  - d) Índice de entropía de uso de suelo
  - e) Área de terreno/ piso en virtud del uso de suelo
  - f) Tasa empleo/ vivienda
  - g) Acceso a empleos
  
2. Emisiones medioambientales
  - a) Emisión de CO<sub>2</sub>
  - b) Per cápita emisión de CO<sub>2</sub>
  
3. Mapas de Inventario de Red Vial, que comprende:
  - a) Ubicación de veredas existentes
  - b) Ubicación de las principales bocacalles
  - c) Ciclovías existentes y anchos
  - d) Ubicación actual de los carriles dedicados a bus
  - e) Paradas de bus existentes - con y sin cobertizo
  - f) Terminales y garajes existentes para buses

- g) Paradas de transporte existentes
  - h) Derecho de paso (DP) de todas las calles principales
  - i) Ubicación de estacionamiento en la calle/fuera de la calle
  - j) Ubicación de estacionamiento regulado
4. Mapas de Sistemas de Transporte Público
- a) Rutas fundamentales de bus
  - b) Rutas de paratransito
  - c) Conteos de frecuencia durante horas pico a lo largo de las rutas de tránsito (tanto bus como paratransito)
  - d) Conteos de ocupación en horas pico a lo largo de las rutas de tránsito (tanto bus como paratransito)
5. Mapas de seguridad vial:
- a) Ubicaciones clave de colisiones/ puntos negros

## Anexo 5: Indicadores y Comportamiento de Viaje

Elementos de la Encuesta	Medida		Término medio de la distancia de viaje	% de viajes a pie	% de viajes en bicicleta	% de viajes en TP	% de viajes en automóvil privado
Densidad	Empleos Población	$\bar{X} + 2\sigma$					
		$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
		$\bar{X} - 2\sigma$					
Uso de suelo	Índice de Entropía Tasa de empleo/vivienda Concentración de uso de suelo	$\bar{X} + 2\sigma$					
		$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
		$\bar{X} - 2\sigma$					
Descripción de la Red Vial	Densidad de vías	$\bar{X} + 2\sigma$					
		$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
		$\bar{X} - 2\sigma$					
Inventario de Red Vial Arterial	Densidad de vías arteriales	$\bar{X} + 2\sigma$					
		$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
		$\bar{X} - 2\sigma$					

Elementos de la Encuesta	Medida		Término medio de la distancia de viaje	% de viajes a pie	% de viajes en bicicleta	% de viajes en TP	% de viajes en automóvil privado
Inventario de pasos elevados y viaductos	Densidad de pasos elevados	$\bar{X} + 2\sigma$					
		$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
		$\bar{X} - 2\sigma$					
Inventario de Principales Bocacalles	Densidad de intersección	$\bar{X} + 2\sigma$					
		$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
		$\bar{X} - 2\sigma$					
Instalaciones para estacionamiento	Área de estacionamiento en la calle	$\bar{X} + 2\sigma$					
	Área de estacionamiento fuera de la calle	$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
		$\bar{X} - 2\sigma$					
Instalaciones para peatones	Densidad de área con veredas	$\bar{X} + 2\sigma$					
	Densidad de área con veredas de más de 2 m de ancho	$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
		$\bar{X} - 2\sigma$					
Instalaciones para VNM	Longitud de ciclovías	$\bar{X} + 2\sigma$					
Instalaciones para Transporte Público y Paratransito	Densidad de las ruta de TP						
	Distancia a la parada de TP más cercana	$\bar{X} + 2\sigma$					
	Porcentaje de población en área de 400 metros de red de tránsito primordial	$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
$\bar{X} - \sigma$							
Porcentajes de empleo en área de 400 m de red primordial de tránsito							
	$\bar{X} - 2\sigma$						

Elementos de la Encuesta	Medida		Término medio de la distancia de viaje	% de viajes a pie	% de viajes en bicicleta	% de viajes en TP	% de viajes en automóvil privado
Buenos accesos	Porcentaje de intermodales y en área de 1600 m de red primordial de movimiento de mercancías	$\bar{X} + 2\sigma$					
		$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
		$\bar{X} - 2\sigma$					
Uso de suelo y accesibilidad de la organización de transporte	% de población que cuenta con tienda de abarrotes en área de 500 m	$\bar{X} + 2\sigma$					
		$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
	Nº empleos a 30 minutos de viaje por TP/a pie/ en bicicleta	$\bar{X} - 2\sigma$					
Accesibilidad financiera	% de población que no puede solventar los pasajes del transporte público	$\bar{X} + 2\sigma$					
		$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
		$\bar{X} - 2\sigma$					
Accesibilidad física	% de paradas/ buses/ etc. de TP con acceso libre de barreras	$\bar{X} + 2\sigma$					
		$\bar{X} + \sigma$					
		$\bar{X}$					
		$\bar{X} - \sigma$					
	% de construcción con acceso libre de barreras	$\bar{X} - 2\sigma$					

*\*Solo una demostración, el uso de indicador real puede ser diferente*



## Ejemplo de método de clasificación cruzada

Densidad Población (pers. / ha)	Distancia Centro Ciudad	Miembro Hogar/ generador ingresos	Distancia media de viaje	Opción Transporte Público	Opción Bicicleta	Opción Vehículo 2 ruedas	Opción de caminar	Densidad Población (pers. ha)	Distancia Centro Ciudad	Miembro Hogar/ generador ingresos	Distancia media de viaje	Opción Transporte Público	Opción Bicicleta	Opción Vehículo 2 ruedas	Opción de caminar		
< 150	< 2.5	< 1						250 - 500	< 2.5	< 1							
		1-1.5									1-1.5	Comportamiento de Viaje C					
		1.5-3									1.5-3						
		> 3									> 3						
	2.5 - 5	< 1								2.5 - 5	< 1						
		1-1.5									1-1.5						
		1.5-3									1.5-3						
		> 3									> 3						
	5 - 7.5	< 1								5 - 7.5	< 1						
		1-1.5									1-1.5						
		1.5-3									1.5-3						
		> 3									> 3						
> 7.5	< 1							> 7.5	< 1								
	1-1.5								1-1.5	Comportamiento de Viaje B							
	1.5-3								1.5-3								
	> 3								> 3								
150 - 250	< 2.5	< 1						> 500	< 2.5	< 1							
		1-1.5									1-1.5						
		1.5-3									1.5-3						
		> 3									> 3						
	2.5 - 5	< 1								2.5 - 5	< 1						
		1-1.5									1-1.5						
		1.5-3									1.5-3						
		> 3									> 3						
	5 - 7.5	< 1								5 - 7.5	< 1						
		1-1.5									1-1.5						
		1.5-3									1.5-3						
		> 3									> 3						
> 7.5	< 1							> 7.5	< 1								
	1-1.5								1-1.5								
	1.5-3	Comportamiento de Viaje A							1.5-3								
	> 3								> 3								

Opción 1: El pronóstico sociodemográfico indica que en el siguiente año, el número de miembros del hogar por generador de ingresos se reducirá, lo cual significa que hay más generadores de ingresos en cada familia. El encargado de tomar decisiones puede hacerlo para aumentar la densidad en más de un área periférica de la ciudad. Esto significará que el pronóstico del comportamiento de viaje A (como se muestra en la figura anterior) para el mismo área se reflejará como comportamiento de viaje B (como se muestra en la figura anterior) para el siguiente año.

Opción 2: El/la encargado/a de tomar decisiones en este caso adopta todas las estrategias de la opción 1, pero también planifica convertir una ciudad monocéntrica en una policéntrica, asegurando que la distancia desde cualquier lugar de la ciudad a un subcentro de esta no sea mayor a 2,5 km. En este caso el comportamiento de viaje pronosticado será C.

De manera similar, los/las encargado/as de tomar decisiones podrán considerar varias opciones que les ayuden a lograr su objetivo de transporte sostenible e implementar el objetivo más idóneo. En el ejemplo anterior, solo se utilizan tres indicadores (densidad de población, distancia del centro metropolitano,

miembros del hogar por persona que genera ingresos en el hogar. No obstante, se puede utilizar una serie diferente de indicadores o más para generar un cuadro de clasificación cruzada para la toma de decisiones. Por ejemplo, para tomar una decisión relacionada con el TP, la distancia del indicador de /a la parada de TP puede incluirse como el cuarto indicador en este cuadro de clasificación cruzada. Para la alternativa de ir a pie o en bicicleta podría haberse incluido un indicador relacionado con la seguridad vial en este cuadro de clasificación cruzada.

## Anexo 6: Metodología para establecer la antigüedad de los vehículos

---

El desempeño del vehículo se deteriora con la antigüedad, lo cual también se relaciona con los estándares del vehículo que imperaban en ese tiempo. Para encontrar el número de vehículos de un tipo (p.ej. gasolina de coche) y época de  $Y_t$  en el actual  $Y_n$  ( $Car_{Y_t, Y_n}$ ) se debe conocer dos aspectos:

$$Car_{Y_t, Y_n} = Car Sold_{Y_t} - Car Retired_{Y_t, Y_n} \quad [1]$$

Primero el número de vehículos vendidos en  $Y_t$  ( $Car Sold_{Y_t}$ ), y segundo los vehículos retirados hasta  $Y_n$  ( $Car Retired_{Y_t, Y_n}$ ). El número de vehículos vendidos debe estimarse de los datos de registro de vehículos. Para estimar el número de vehículos retirados se pueden utilizar diferentes técnicas. Una forma simple es considerar una vida promedio del vehículo, la cual puede basarse en un estudio, consultas con expertos de transporte, comerciantes de vehículos viejos o una publicación de informe. Una metodología más avanzada para estimar la combinación de vehículos por antigüedad se describe en Goel y Guttikunda (2014).

Es posible incluir datos anuales bien ponderados para simplificación, como % de reparto, y colocarse en grupos de 5 años –todos los vehículos de más de 15 años pueden colocarse en un grupo (p.ej. 2005, en el cuadro a continuación). La época futura puede incluirse bajo la categoría avanzada.

Esta información sobre vehículos se utiliza posteriormente para calcular los coeficientes de emisiones (véase Anexo 7).

## Perfil de antigüedad de vehículos

Tipo de Vehículo	Combustible	Edad	% de reparte en el año en curso (Yn, por su sigla en inglés)	% de reparto en 2025	% de reparto en 2035
Coche	Gasolina	Avanzado*			
		(2010-15)			
		(2005-10)			
		(anterior a 2005)			
	Diésel	Avanzado			
		(2010-15)			
		(2005-10)			
		(anterior a 2005)			
Eléctrico	-				
Vehículo de dos ruedas	Gasolina	Avanzado			
		(2010-15)			
		(2005-10)			
		(anterior a 2005)			
	Eléctrico	-			
	-	-			
	-	-			
Bus	Diésel	-			
		-			
		-			
		-			
		-			
		-			
	-	-			
-					

\*Advanced refers to future technology advancement. This depends on the scenario assumptions.

## Anexo 7: Eficiencia futura del combustible

---

La eficiencia de combustible es la cantidad de combustible consumido por actividad unitaria de transporte, y puede medirse en términos de kilómetros por litro o litros de combustible por 100 km. La eficiencia promedio de combustible de vehículos nuevos dependerá de los cambios en las tecnologías de transmisión de los vehículos, y preferencias del consumidor por tamaño de vehículo: p.ej. si en el futuro las personas tienen preferencia por coches grandes, las mejoras en los viajes en ferrocarril podrían invalidarse.

La eficiencia de combustible podría mejorar con el tiempo, aún en el escenario de referencia, y estas mejoras pueden vincularse con las que tuvieron lugar en el pasado. Puesto que los escenarios alternativos son para un mundo de bajo carbono, es útil vincular las metas globales que se indican en el cuadro a continuación.

**Eficiencia Promedio de Combustible de la combinación de vehículos y Metas de Economía de Combustible para Escenario de 2 Grados (litros de equivalente a la gasolina/100 km)\***

	2010	2020	2030	2040	2050
Coche de pasajero	7.6	5.4	4.1		3.5
Camiones livianos/ medianos	13.4	10.7	9.5		
Camiones pesados y buses	35.9	31.8	27.1		
Vehículos de dos ruedas	2.9	2.6	2.3		

*Fuente: IEA (2012); UNEP*

## *Anexo 8: Estimando Factores Emisión de Contaminantes del Aire*

---

Factor de Emisión (FE) corresponde al factor de emisión promedio de una flota (g/km) para diferentes contaminantes de un tipo de vehículo. Esto diferirá por antigüedad (a) y combustible (c) para cada contaminante. El FE se estima para cada tipo de vehículo de un año base, al igual que el horizonte de años. Como un primer paso, el estándar de emisión imperante durante el periodo (p.ej. 2005-2010) para un tipo particular de vehículo se coloca en el cuadro a continuación y se mantiene igual en toda la fila. Estos valores de estándares de emisión luego se multiplican por el % de reparto de ese transporte de carga entre ciudades (véase Cuadro en el Anexo 6) y se suman para proporcionar el coeficiente promedio ponderado para la categoría particular de vehículo. Por tanto, es importante tener grupos de años iguales en los Anexos 6 a 8.

Las proyecciones sobre coeficientes de emisiones para el futuro deben colocarse en la fila avanzada, que dependerá de las políticas relacionadas con las normas de emisión: p.ej. la introducción de normas de registro de emisión. En consecuencia, el coeficiente de emisión variará con el año: p.ej. el valor de 2035 será más severo que el de 2025. En general, los países deben planificar la introducción de estándares de emisiones más avanzados, lo cual ayudará a anotar los valores.

## Plantilla para estimar los coeficientes de emisión de contaminantes del aire

			Factor de Emisión (g/km) (g/km)																		
Tipo de Vehículo	Combustible	Edad	Año Base					2025					2035								
			PM2.5	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	VOCs	PM2.5	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	VOCs	PM2.5	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	VOCs				
Coche	Gasolina	Avanzado																			
		(2010-15)																			
		(2005-10)																			
		(anterior a 2005)																			
		<b>Promedio</b>																			
	Diésel	Avanzado																			
		(2010-15)																			
		(2005-10)																			
		(anterior a 2005)																			
		<b>Promedio</b>																			
VE 4 ruedas		-	-	-	-																
Vehículo de dos ruedas	Gasolina	Avanzado																			
		(2010-15)																			
		(2005-10)																			
		(anterior a 2005)																			
		<b>Promedio</b>																			
	E 2 ruedas		-	-	-	-															
Bus	Diésel	Avanzado																			
		(2010-15)																			
		(2005-10)																			
		(anterior a 2005)																			
		<b>Promedio</b>																			
	Gas	-																			
		-																			
-																					
Bio combustible	Avanzado																				
VE	Avanzado																				









[www.unep.org](http://www.unep.org)

United Nations Environment Programme  
P.O. Box 30552 Nairobi, Kenya  
Tel: ++254-(0)20-762 1234  
Fax: ++254-(0)20-762 3927  
E-mail: [unep@unep.org](mailto:unep@unep.org)

