



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Marco para el diseño de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte público urbano en México

Juan Fernando Mendoza Sánchez
Omar Alejandro Marcos Palomares
Eduardo Adame Valenzuela

Publicación Técnica No. 616
Sanfandila, Qro.
2021

ISSN 0188-7297

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Infraestructura de Vías Terrestres del Instituto Mexicano del Transporte, por el M en C Juan Fernando Mendoza Sánchez y los Ingenieros Omar Alejandro Marcos Palomares y Eduardo Adame Valenzuela, investigadores del Grupo de Investigación de Transporte Sustentable y Cambio Climático.

Esta investigación es el producto final del proyecto de investigación interna II-13/20 Marco para la planeación de proyectos de transporte ambientalmente sustentable.

Se agradece la colaboración de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) el apoyo recibido en capacitación para la realización de la presente investigación.

Contenido

	Página
Índice de figuras.....	i
Índice de tablas.....	iii
Sinopsis.....	v
Abstract.....	vii
Resumen Ejecutivo	ix
Introducción.....	1
1 Principales problemas en el transporte público.....	3
2 Transporte ambientalmente sustentable	13
3 Estado del arte sobre guías, marcos, estrategias para el diseño de proyectos de transporte público ambientalmente sustentables	21
4 Marco para el diseño de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte	49
Conclusiones.....	111
Bibliografía	113

Índice de figuras

Figura 3.1 Sistema de transporte urbano sustentable.....	26
Figura 3.2 Resumen de la estrategia de movilidad urbana sustentable	34
Figura 3.3 Marco para la infraestructura sostenible	39
Figura 4.1 Marco para el diseño de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte público urbano.....	49

Índice de tablas

Tabla 3.1 Guía para la planificación de la movilidad urbana sustentable 37

Sinopsis

En el presente trabajo se desarrolló un Marco mediante el cual las autoridades de transporte del país, pueden planear y diseñar proyectos de transporte ambientalmente sustentable, para la movilidad de personas, protegiendo la salud pública y el medio ambiente, promoviendo la inclusión social y la accesibilidad para todos, asegurando la viabilidad económica y financiera, fortaleciendo las capacidades de las instituciones y los marcos legales, reduciendo los riesgos para aumentar la resiliencia al cambio climático y otras amenazas.

El Marco está integrado por 5 fases, que permiten contar con una estructura integrada que ayudará a las autoridades de transporte y movilidad planear proyectos integrales dentro de los sistemas de transporte actuales que puedan garantizar una sustentabilidad en el largo plazo y el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sustentable.

Para evaluar los resultados e identificar mejoras será necesario realizar una serie de actividades que se incluyen en la fase de monitoreo, la cual nos permitirá conocer la eficacia y eficiencia del proyecto, tanto en el transporte de personas, como el cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad.

Este Marco puede fortalecerse con ejemplos de diferentes ciudades y países para facilitar la transferencia de conocimiento, de tal manera que las autoridades de transporte cuenten con insumos basados en casos prácticos y exitosos para la toma de decisiones.

Abstract

In this research project, a framework was developed through which the country's transport authorities can plan and design environmentally sustainable transport projects for the mobility of people, protecting public health and the environment, promoting social inclusion and accessibility for all, ensuring economic and financial viability, strengthening the capacities of institutions and legal frameworks, reducing risks to increase resilience to climate change and other threats.

The Framework is composed of 5 phases, which allow for an integrated structure that will help transport and mobility authorities plan comprehensive projects within current transport systems that can guarantee long-term sustainability and fulfillment of the objectives of sustainable development.

To evaluate the results and identify improvements, it will be necessary to carry out a series of activities that are included in the monitoring phase, which will allow us to know the effectiveness and efficiency of the project, both in the transport of people, as well as the fulfillment of the sustainability objectives. .

This Framework can be strengthened with examples from different cities and countries to facilitate knowledge transfer, so that transport authorities have inputs based on practical and successful cases for decision-making.

Resumen ejecutivo

En México, la mayoría de las ciudades presentan similitudes en la problemática del transporte urbano, pero no se puede establecer un patrón específico, ya que cada ciudad presenta su propio contexto social, político, económico, ambiental y cultural, los cuales pueden hacer más fácil o mucho más complicado la toma de decisiones sobre las políticas para la gestión del transporte urbano.

Los problemas están asociados principalmente a la infraestructura para el transporte, a los vehículos del transporte público, las condiciones de conectividad y accesibilidad existente en la ciudad que suelen estar asociadas a la geoforma de su desarrollo y a la topografía, la población y las características de los viajes asociados, al tipo empleo y su ingreso, el medio ambiente, las políticas de las autoridades locales para la gestión del transporte público, y los organismos existentes o la falta de ellos, para la administración de la planeación/operación del transporte público.

Para coadyuvar a resolver la problemática del transporte se desarrolló un Marco, con base en los principios de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la cual define al transporte sustentable como aquel que no compromete la salud pública y el medio ambiente y resuelve las necesidades de movilidad para las personas y mercancías, basadas en el uso de fuentes de energía renovables y su tasa de regeneración, o el uso de fuentes no renovables de energía apropiadas al desarrollo de fuentes de energía alternas para ser sustituidas.

Un sistema de transporte sustentable debe proveer la accesibilidad a las personas, a los lugares, a las mercancías y los servicios, de una manera ambientalmente responsable, socialmente aceptables y económicamente viables.

En un largo plazo el transporte sustentable debe proteger la salud humana, asegurar la integridad de los ecosistemas, respetar los límites para la salud y ecológicos (niveles críticos y de recarga), prevenir al mínimo la contaminación, asegurar la sustentabilidad en el uso de fuentes de energía renovable y evitar cambios inducidos por los humanos en el sistema ambiental que impacten la atmósfera y los océanos, y proveer seguridad vial.

Un transporte sustentable, debe promover la movilidad sustentable en todas las ciudades.

La movilidad urbana sustentable son las acciones que ayudan a reducir los efectos negativos de la movilidad, la cual se basa en el uso de prácticas responsables para la movilidad de las personas, en el desarrollo de nuevas tecnologías que promuevan una movilidad sustentable, de las decisiones de las autoridades administrativas o de la sociedad para promover y concientizar sobre la movilidad sustentable.

Con base en las políticas de la OCDE, la experiencia de otras ciudades establecidas en sus estrategias, marcos o guías, se desarrolló el “Marco para el diseño de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte” para México.

Un proyecto ambientalmente sustentable para el transporte se definió como: “Proyectos de infraestructura para el transporte que son planeados, diseñados, construidos y operados, para la movilidad de personas y mercancías, protegiendo la salud pública y el medio ambiente, promoviendo la inclusión social y la accesibilidad para todos, asegurando la viabilidad económica y financiera, fortaleciendo las capacidades de las instituciones y los marcos legales, reduciendo los riesgos para aumentar la resiliencia al cambio climático y otras amenazas”.

De esta manera se construyó un Marco que incluye 5 fases para el desarrollo de proyectos para el transporte ambientalmente sustentables, que incluye la planeación, la integración, el diseño, la implementación y el monitoreo. La figura 4.1 muestra el esquema general del Marco.



Marco para el diseño de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte público urbano

La etapa de planeación considera el diagnóstico de la ciudad y del transporte, los cuales deben incluir la identificación de la problemática prevaleciente en la ciudad en relación a la movilidad urbana. En la planeación se deben integrar el marco legal existente, las consideraciones sociales, y una perspectiva ambiental y del cambio climático.

La etapa 2, de integración consiste en el desarrollo o actualización de los planes de desarrollo urbano, de ordenamiento del territorio, de movilidad sustentable, de ITS y la inclusión de otras políticas, las cuales trabajen de manera integrada, para que

a través de dichos instrumentos se puedan concebir proyectos de infraestructura para el transporte ambientalmente sustentable.

La etapa de diseño es en la cual se establecen las características mínimas que el proyecto de transporte ambientalmente sustentable debe considerar, tales como el diseño de proyecto de transporte, los costos y el financiamiento del proyecto, los pronósticos de demanda del proyecto, el diseño operacional del servicio, el diseño conceptual y ejecutivo de la infraestructura, la selección de los vehículos y los servicios conexos necesarios, el diseño de la arquitectura ITS y la integración modal.

La etapa 4, de implementación solo incluye algunas recomendaciones para una adecuada ejecución del proyecto, tales como la construcción de la infraestructura, el proceso de adquisición de las unidades, el desarrollo del plan para el seguimiento de los objetivos de sustentabilidad, las auditorías de seguridad vial, la integración modal y el control de calidad.

La etapa 5, de monitoreo permite darle seguimiento a la operación del servicio y al cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad. El resultado del monitoreo permitirá documentar las mejores prácticas para que se puedan replicar las mejores experiencias sobre proyectos de transporte ambientalmente sustentables en otras ciudades del país.

El Marco propuesto para el diseño de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte público urbano en México, representa una estructura integrada que ayudará a las autoridades de transporte y movilidad planear proyectos integrales dentro de los sistemas de transporte actuales que puedan garantizar una sustentabilidad en el largo plazo y el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sustentable.

Para asegurar la sustentabilidad de los proyectos de transporte, es importante considerar el mayor número de requisitos establecidos en cada una de las 5 fases del Marco, sin embargo, estas no son limitativas, ya que existe flexibilidad para que las autoridades de transporte establezcan el contenido mínimo para la planeación, integración, diseño, implementación y monitoreo.

Para evaluar los resultados e identificar mejoras será necesario realizar una serie de actividades que se incluyen en la fase de monitoreo, la cual nos permitirá conocer la eficacia y eficiencia del proyecto, tanto en el transporte de personas, como el cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad.

Este Marco puede fortalecerse con ejemplos de diferentes ciudades y países para facilitar la transferencia de conocimiento, de tal manera que las autoridades de transporte cuenten con insumos basados en casos prácticos y exitosos para la toma de decisiones.

Introducción

Los sistemas de transporte brindan servicios críticos que ayudan a formar y conectar comunidades. El propósito fundamental de los sistemas de transporte, incluido el tránsito, es satisfacer las necesidades sociales y económicas de los humanos "conectándolos con bienes, servicios y oportunidades que promueven la calidad de vida" (Fischer, 2013)". Por otro lado, los sistemas de transporte son un componente importante del crecimiento económico y la globalización. Esto hace que el transporte sea una de las principales necesidades de los seres humanos.

Un sistema de transporte sustentable está diseñado, construido y operado de una manera que fomenta la gestión ambiental, la prosperidad económica y el bienestar social dentro de la región a la que sirve. De las tres responsabilidades, la sustentabilidad ambiental se gestiona, mide e informa con mayor facilidad cuantificando las medidas de rendimiento relacionadas con el uso de la energía, la generación y el desvío de desechos y el uso del agua. La sustentabilidad social y económica es más difícil de cuantificar y, por lo tanto, a menudo se ignora y se gestiona en gran medida (NAS, 2019).

El transporte público es importante para la sociedad porque éste permite proveer la posibilidad para que la gente pueda asistir al trabajo, al sistema educativo, al sistema de salud, a las instituciones de cultura, a los servicios de entretenimiento y esparcimiento, a los sitios de negocios para compra, etc., (Butkevičius & Lingaitis, 2005). El transporte público es el más utilizado en la mayoría de las ciudades.

La presente investigación se centra en la parte de mejorar los sistemas de transporte, para que los usuarios puedan en un futuro cercano cambiar su forma de desplazarse, esto requiere la construcción de sistemas de transporte sustentables.

Para ello se construyó un Marco integrado en 5 fases para la planeación e implementación de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte público urbano en México, el cual se detalla en el capítulo 4 de la presente publicación, donde se describe cada una de las fases, de planeación, integración, diseño, implementación y monitoreo.

En el capítulo 1 se realiza un análisis sobre la problemática del transporte urbano, los problemas están asociados principalmente a la infraestructura para el transporte, a los vehículos para el transporte público, las condiciones de conectividad y accesibilidad existente en la ciudad, entre otras. Los problemas que se comentan son solo una lista enunciativa de la problemática actual en los sistemas de transporte público en el país.

Para establecer el concepto de transporte ambientalmente sustentable, en el capítulo 2 se plantean una serie de referencias sobre sustentabilidad, tales como la definición de desarrollo sustentable la cual permite encaminar el concepto a otras actividades, tales como el transporte.

En este capítulo se detalla la guía de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) sobre el Transporte Ambientalmente Sustentable (ETS, por sus siglas en inglés), donde dichos criterios permitieron replantear la problemática del transporte y de la movilidad, con una óptica de sustentabilidad, la cual se incluye en este capítulo también.

En el capítulo 3, se realiza una revisión del estado del arte sobre guías, marcos, estrategias para el diseño de proyectos de transporte público ambientalmente sustentables, la cuales permitieron identificar puntos de mejora de la guía para la presentación de proyectos del Programa de Transporte Masivo (PROTRAM) que actualmente se utiliza en México para el financiamiento de proyectos de transporte urbano.

Como se comentó anteriormente, el capítulo 4 muestra el “Marco para el diseño de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte” y detalla cada una de las 5 fases y los elementos que la integra.

Finalmente, se presentan las conclusiones las cuales hacen referencia a los resultados alcanzados y los beneficios esperados al hacer uso del Marco, así como dar pauta a cómo se puede mejorar el Marco a través de la inclusión de ejemplos prácticos implementados en diversas ciudades del país y del mundo.

1. Principales problemas en el transporte público

En México, la mayoría de las ciudades presentan similitudes en la problemática del transporte urbano, pero no se puede establecer un patrón específico, ya que cada ciudad presenta su propio contexto social, político, económico, ambiental y cultural, los cuales pueden hacer más fácil o mucho más complicado la toma de decisiones sobre las políticas para la gestión del transporte urbano.

Los problemas están asociados principalmente a la infraestructura para el transporte, a los vehículos de transporte público, las condiciones de conectividad y accesibilidad existente en la ciudad que suelen estar asociadas a la geoforma de su desarrollo y a la topografía, la población y las características de sus viajes asociados al tipo empleo y su ingreso, el medio ambiente, las políticas de las autoridades locales para la gestión del transporte público, y los organismos existentes o no para la administración de la planeación/operación del transporte público.

Los problemas que se comentan a continuación son solo una lista enunciativa de la problemática actual en los sistemas de transporte público en el país, por lo que a los ojos de otros especialistas podrá haber concordancias o discrepancias, pero tenemos la certeza de que habrá más problemas que agregar a la lista en función del criterio experto de cada especialista en transporte.

El capítulo busca tener una base de conocimiento mediante el cual, cada ciudad, cada organismo de transporte pueda realizar un ejercicio de lluvia de ideas y con ellas poder desarrollar un diagnóstico de la problemática del transporte público en sus ciudades.

1.1 Infraestructura

Los problemas de la infraestructura suelen ser los más importantes, pues implica contar con vialidades y espacio público urbano (banquetas, isletas, camellones, etc.) para la operación del transporte público, y todas las instalaciones necesarias para su operación, tales como paradas, estaciones, patios de mantenimiento, etc.

Una infraestructura vial deficiente, en términos de capacidad y calidad repercuten directamente en la eficiencia del servicio de transporte, incluyendo algunos parámetros que evalúa el usuario, tales como los tiempos de viaje, el confort, etc.

A continuación, se destacan algunos de los problemas relevantes que se han identificado en algunas ciudades del país.

- Las autoridades de transportes no cuentan con un inventario de la infraestructura para el transporte y su georreferenciación.
- La infraestructura vial es deficiente para incorporar proyectos masivos de transporte.
- Hay una falta de espacio público disponible para construir instalaciones de calidad para el transporte público, tales como paradas, estaciones, centros de transferencia, etc.
- No existe en muchas ciudades centros de transferencia para que los usuarios realicen el cambio modal, del auto privado a los autobuses o al metro, y viceversa, denominados “*park&ride*”.
- No se cuentan con carriles preferenciales o exclusivos para el transporte masivo que coadyuvaría a mejorar los tiempos de viaje.
- Solo en algunas ciudades se utiliza la infraestructura y las instalaciones del transporte para incorporar la venta de productos y servicios que permitan generar ingresos adicionales para el sistema.
- La superficie de rodadura (tipo de pavimento) no es la adecuada para las unidades del transporte público.
- La red vial (trama urbana) de la ciudad no permite construir rutas acordes a las necesidades de los usuarios (orígenes y destinos).
- Presupuesto insuficiente para el mantenimiento de las vialidades y la infraestructura para el transporte público.
- Diseños inadecuados de la infraestructura en relación a la demanda del proyecto, por lo que en plazos muy cortos la oferta es rebasada y requiere ampliaciones del proyecto.
- Las ampliaciones de los proyectos de infraestructura no se pueden ejecutar o resultan muy costosas debido a que el diseño original no es flexible, debido a que no contempló el futuro crecimiento de las instalaciones.
- La infraestructura no cuenta con las instalaciones y equipamiento necesario para satisfacer las necesidades de las personas con discapacidad (motriz, auditiva, visual).
- En la mayoría de las ciudades no se cuenta con talleres para la reparación y mantenimiento de las unidades del transporte público específicos para la empresa que provee el servicio.

- La mayoría de las ciudades no cuenta con infraestructura de Sistemas Inteligentes para el Transporte (ITS, por sus siglas en inglés de *Intelligent Transportation System*), para hacer más eficiente la operación del transporte y priorizar los corredores de transporte público, así como proporcionar información en tiempo real a los usuarios.
- Pocas ciudades han incursionado en el uso de transporte público de mayor capacidad como los metros, trenes ligeros (LRT, por sus siglas en inglés de *Light Rail Transit*), o el monorraíl, este último es un nuevo enfoque para el transporte masivo de pasajeros.
- Aunque se pueda realizar una optimización de frecuencias y capacidades en el servicio de transporte, la capacidad de la infraestructura del transporte no resulta suficiente en horas pico, generando largas filas en las taquillas, aglomeramiento en terminales, estaciones, escaleras, pasillos, entradas y salidas, etc.
- Falta infraestructura para el peatón, quienes deben moverse dentro de la poca o deficiente infraestructura urbana para poder acceder al transporte público. Lo que hace que su movilidad sea deficiente y poco segura.

1.2 Unidades para el transporte público

Los autobuses, los vagones de tranvías o metros, y otros tipos de unidades son las que reflejan la cara del servicio del transporte público en las ciudades. La calidad, la capacidad y las características asociadas al confort son primordiales para los usuarios.

Un análisis específico para este apartado ha permitido identificar los siguientes problemas.

- Antigüedad de la flota vehicular.
- Mal estado técnico de las unidades.
- Insuficientes aditamentos para la seguridad de los usuarios.
- El diseño, los asientos, etc., proporcionan poco confort para los usuarios y no garantían la accesibilidad para todo tipo de usuarios, incluyendo aquellos con alguna discapacidad.
- Las unidades no cuentan con sistemas de ventilación.
- Los vehículos del transporte público no cuentan con controles estrictos para el control de emisiones contaminantes. Las emisiones contaminantes de los motores a diésel son muy perjudiciales para la salud, por el alto contenido de partículas suspendidas.

- El tipo de vehículo y motores (principalmente a diésel) hacen que incremente la contaminación acústica.
- El deterioro de las unidades del transporte público contribuye significativamente en la salud pública.

1.3 Planeación del transporte público

La falta o poca planeación en general es un problema crónico en los sistemas de transporte urbano en el país. Aunque se requiere una visión a mediano y largo plazo, se deben implementar acciones inmediatas para mejorar el transporte público en el país.

Dentro de los problemas que se presentan en las ciudades por la falta de planeación son:

- En muchas ciudades no existe una adecuada planeación del uso del suelo y del ordenamiento del territorio. La planeación debe tener un enfoque orientado al transporte público.
- El planeador no cuenta con una zonificación adecuada de las actividades relevantes de la ciudad para poder planear las rutas de transporte público, mediante el cual los usuarios puedan acceder a ellas.
- En algunas ciudades, las rutas de transporte público no permiten acercar a los usuarios a los puntos de interés, tales como supermercados, hospitales, escuelas, oficinas de gobierno, etc., por lo que requieren caminar distancias importantes para acceder a dichos lugares.
- Los planes existentes sobre el transporte, la urbanización y el ordenamiento del territorio son desechados en cada ciclo político, por lo que no se logran consolidar.

1.4 Servicio del transporte público

La gestión del transporte permite proporcionar un servicio eficiente y de calidad para los usuarios.

Esta gestión requiere administrar la red de transporte, el sistema vial, las unidades de transporte, y las instalaciones para el ascenso y descenso del pasajero, así como el uso de tecnologías para hacer eficiente el servicio.

Los principales problemas del servicio que se han identificado en algunas ciudades son:

- Las rutas del servicio de transporte no se han actualizado en mucho tiempo, y se requiere una reingeniería en algunas ciudades para ampliar la cobertura de la red.
- Los horarios de operación no se adaptan correctamente a la dinámica laboral/educativa de las ciudades.
- La gestión de las flotillas de transporte es poco eficiente debido al casi nulo uso de Sistemas Inteligentes para el Transporte (ITS, por sus siglas en inglés de *Intelligent Transportation System*) para la operación de las redes de transporte y para proporcionar información a los usuarios.
- En muchas ciudades no existe información sobre la demanda de los servicios de transporte público, y sus necesidades de movilidad.
- El sistema de cobro se mantiene en muchas ciudades de manera tradicional mediante el pago en efectivo, pocos sistemas hacen uso del prepago mediante tarjetas y además que dichas tarjetas sean válidas para al menos todos los proveedores en una misma ciudad.
- Existe muy poca vigilancia de la autoridad del transporte hacia los transportistas.
- La longitud de las rutas en algunas ciudades es demasiado larga, por lo que tienen baja rentabilidad.
- En algunos sistemas de transporte la tarifa no ayuda a mantener en buenos estándares de calidad el servicio. La rentabilidad deseada no se puede alcanzar y se tienen que buscar apoyos gubernamentales para renovar las flotas vehiculares.
- Las tarifas preferenciales para estudiantes o adultos mayores son absorbidas por la empresa, cuando es un subsidio otorgado por el gobierno, quien tiene que hacer frente al proveedor de servicio para cubrir el diferencial del ingreso correspondiente.
- La capacidad del transporte público en rebasada en las horas pico, por lo que las unidades van completamente llenas, en ocasiones en situaciones muy incómodas que han recurrido a establecer espacios exclusivos para mujeres.
- En horas pico los usuarios toman mucho tiempo haciendo largas colas en las paradas, estaciones o terminales para abordar las unidades del transporte público.

1.5 Urbanización

Parte de los problemas en el transporte público están asociados a la urbanización de la ciudad, de la cual se desprenden variables como la forma de la mancha urbana, la zonificación de las actividades (vivienda, trabajo, compras, entretenimiento, escuelas, etc.), la densificación de la tierra, el ordenamiento del territorio, la geomorfología del emplazamiento de la ciudad, etc.

Estas características de las ciudades conllevan a problemas que afectan la operación y beneficios del transporte público, tales como:

- El crecimiento urbano derivado de los planes de ordenamiento territorial es cada vez más alejado de los centros de las ciudades, donde se continúan concentrando la mayoría de las actividades comerciales y gubernamentales.
- El tiempo de viaje es muy largo debido a la distancia por recorrer entre el lugar de residencia y el de trabajo.
- En algunas ciudades se está apostando por la densificación de los centros urbanos, permitiendo edificios de mayor altura, esta concentración de actividades genera más viajes dentro de una misma área, la cual genera una concentración de las rutas de transporte público. La densificación también demanda una mayor cantidad de espacios abiertos, los cuales en los centros de las ciudades no existen.
- De acuerdo al desarrollo urbano y a la forma de la ciudad, el congestionamiento se presenta en diferentes puntos de la mancha urbana y en diferentes horarios, los cuales impactan en la operación del transporte.
- La trama urbana de los centros urbanos en varias de las ciudades de México no permite el uso de transporte público de gran capacidad.
- El transporte público tiene que enfrentarse además con otros movimientos, como el estacionamiento, el acceso a propiedades, etc., cuando se trata de vialidades con poca capacidad localizadas en los centros urbanos.
- En arterias viales con poca capacidad y que se localizan en los centros urbanos, durante las horas de máxima demanda son prácticamente bloqueadas por el transporte público, debido a que se concentran la mayoría de rutas en ellas.

1.6 Políticas públicas

Para asegurar un transporte público de calidad se requiere de políticas públicas en planes y programas para el transporte, pero además de un marco legal adecuado para un correcto desempeño del transporte en las ciudades.

Parte de la problemática del transporte se debe a estos aspectos legales y de políticas.

- La autoridad de transporte debe estar claramente definida para cada ciudad, un solo ente a nivel estatal no puede planear, implementar, y monitorear los sistemas de transporte de todas las ciudades que integran el estado.
- Las ciudades conurbanas deben tener una autoridad metropolitana para organizar el transporte, y con ello evitar las barreras jurisdiccionales que se presentan en muchas ciudades.
- La responsabilidad de la planeación de las rutas de transporte debe ser de la agencia responsable del transporte público en la ciudad o en el estado, y la de los transportistas (proveedores de los servicios de transporte) proporcionar el servicio establecido por la autoridad, sin embargo, en muchas de las ciudades el transportista asume la planeación del transporte basados en su conocimiento empírico.
- Lo anterior se debe en algunos casos a que la autoridad de transporte solo funge como un ente regulador del servicio, mediante el otorgamiento de concesiones y la vigilancia del cumplimiento de las mismas, pero no cuentan con un área de planeación del transporte y los especialistas necesarios.
- En muchos casos, la autoridad del transporte no incluye en las concesiones del transporte público que el transportista informe periódicamente los datos básicos de servicio, tales como: pasajeros transportados, frecuencias, etc.
- No existen políticas claras que permitan sancionar a los transportistas en caso de incumplimientos.
- En muchas ciudades los gremios y las asociaciones de transportistas limitan la aplicación de las políticas públicas sobre el transporte público.
- Las políticas públicas no suelen vincular adecuadamente la operación del transporte entre los diferentes modos existentes.
- El peatón está categorizado como el más vulnerable dentro de los accidentes de tránsito. El transporte público fomenta la movilidad peatonal. Por lo que en muchas ciudades no existen políticas públicas enfocadas al peatón y sus necesidades de desplazamiento, para que sea eficiente y segura.
- La autoridad no considera las implicaciones que tiene el transporte al medio ambiente, específicamente las emisiones y el ruido.
- La autoridad no realiza una revisión adecuada de los costos de operación del transporte, para que se obtenga un costo razonable que sea transferido al usuario.

- La planeación no considera que existen muchas oportunidades para la mejora del transporte público, si el mercado es abierto a otros operadores privados mediante empresas que actualmente operan en el transporte interurbano.

1.7 Proveedores del transporte público

Un problema que enfrentan las ciudades es que existen múltiples empresas u organizaciones que proveen el servicio de transporte público, por lo que la autoridad de transporte debe generar las condiciones adecuadas para exista rentabilidad para los proveedores del transporte. Estas agrupaciones además están conformadas por concesionarios individuales, por lo que los implicados en el servicio son muchos más actores.

Sin un análisis claro de los problemas que enfrentan los proveedores de transporte, no se pueden encaminar las soluciones hacia un transporte sustentable desde el punto de vista económico.

A continuación, se enuncian algunos de los problemas identificados:

- La rentabilidad no es publicada por las empresas de transporte, por lo tanto, no se tiene información disponible para conocer qué tan rentable son las rutas/empresas.
- La autoridad de transporte no realiza los análisis necesarios para determinar la rentabilidad de los servicios de transporte en cada una de las rutas.
- Los títulos de concesión no mantienen las mismas condiciones de trabajo y de operación para los proveedores de transporte.
- Algunos títulos de concesión tienen más de 30 años, por lo que las condiciones otorgadas para la operación son obsoletas, y no permiten que se pueda proporcionar un servicio al nivel requerido en la actualidad.
- La planeación de las nuevas rutas debe considerar la demanda existente y la baja rentabilidad del servicio, por lo que se deben tener mecanismos de subsidio o compensación mediante otras rutas, a fin de garantizar los ingresos adecuados a los transportistas que proveerán el servicio.
- Los operadores de las unidades de transporte no cuentan con una formación adecuada, capacitaciones y actualizaciones sobre su actividad, para que estos proporcionen un servicio de calidad para los usuarios, pero que también hagan un manejo adecuado de las unidades para obtener una eficiencia operativa de las unidades en el consumo de combustible.
- Los proveedores del servicio de transporte suelen tener mucha resistencia a los cambios, ya sea de ruta, del número de paradas, de horarios, etc.

- Muchas de las empresas u organizaciones de transportistas, suelen ser cooperativas integradas por concesionarios denominados hombre-camión, por lo que no suelen proporcionar las prestaciones conforme la ley a los operadores.
- Las empresas u organizaciones de transportistas carecen de políticas de protección al medio ambiente.
- Los proveedores de servicio suelen tener limitaciones en el número de unidades por lo que, en caso de avería de alguna unidad, el tiempo de respuesta para el reemplazo puede ser muy largo, o se tiene que esperar a la frecuencia siguiente de la ruta, la cual en horas de máxima demanda no puede absorber esa cantidad de pasajeros.
- Los proveedores de transporte no suelen contar con capacitación para tener en cuenta los gastos de operación, mediante los cuales puedan construir indicadores básicos para la toma de decisiones.
- Las empresas u organizaciones de transportistas no ofrecen una cobertura suficiente para los usuarios de acuerdo a los seguros contratados.
- Los proveedores de transporte para proporcionar un adecuado servicio en horas pico, implica que las unidades en horas de baja demanda se mantengan paradas, lo cual impacta en la rentabilidad de las unidades. Si se continúa prestando el servicio, la tasa de ocupación es muy baja y de igual manera no resulta rentable para el transportista.

2. Transporte ambientalmente sustentable

En 1987, la Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo adoptaron por unanimidad el documento Nuestro futuro común o *Informe Brundtland*, que constituye el acuerdo más amplio entre científicos y políticos del planeta y que sintetiza los desafíos globales en materia ambiental en el concepto de desarrollo sustentable.

Brundtland parte de la idea de que el desarrollo y el medio ambiente están estrechamente ligados.

El desarrollo sustentable se definió como “aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”.

El concepto de desarrollo sustentable no implica límites absolutos, sino limitaciones impuestas por el estado actual de la tecnología y la organización social sobre los recursos ambientales, y por la capacidad de la biosfera para absorber los efectos de las actividades humanas. Sin embargo, la tecnología y la organización social pueden ser a la vez gestionadas y mejoradas para dar paso a una nueva era de crecimiento económico.

El desarrollo sustentable es una vertiente de los tiempos modernos donde se expresa que el crecimiento y desarrollo de los países debe ir directamente relacionados con las políticas de protección al medio ambiente y al desarrollo social de sus comunidades.

En ocasiones el desarrollo sustentable se entiende como un proceso. Una de las restricciones más importantes en este proceso es la explotación de los recursos naturales. Es necesario modificar de manera positiva y significativa los patrones actuales de producción y consumo, particularmente en los países desarrollados. Una estrategia trascendente es la reorientación de la tecnología hacia formas con menos impactos ambientales y menores consumos de energía fósil.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) definió al transporte sustentable como aquel que no compromete la salud pública y el medio ambiente y resuelve las necesidades de movilidad para las personas y mercancías, basadas en el uso de fuentes de energía renovables y su tasa de regeneración, o el uso de fuentes no renovables de energía apropiadas al desarrollo de fuentes de energía alternas para ser sustituidas.

Un sistema de transporte sustentable debe proveer la accesibilidad a las personas, a los lugares, a las mercancías y los servicios, de una manera ambientalmente responsable, socialmente aceptables y económicamente viables.

En un largo plazo el transporte sustentable debe proteger la salud humana, asegurar la integridad de los ecosistemas, respetar los límites para la salud y ecológicos (niveles críticos y de recarga), prevenir al mínimo la contaminación, asegurar la sustentabilidad en el uso de fuentes de energía renovable y evitar cambios inducidos por los humanos en el sistema ambiental que impacten la atmosfera y los océanos, proveer seguridad vial.

La OCDE desarrolló una guía mediante la cual se pretende asegurar el desarrollo hacia un transporte sustentable en los países miembros. Los factores clave para dicha guía fueron: los límites de CO₂, su crecimiento e impacto al cambio climático; la calidad del aire a nivel regional, en relación al NO_x y a los químicos orgánicos volátiles (VOC); la calidad del aire local donde existe una alta concentración de partículas volátiles (PM); el ruido originado por el transporte carretero y su impacto en la salud humana en zonas urbanas y sub-urbanas; el uso del suelo debido a los cambios que sufre por la generación de nueva infraestructura para el transporte, la cual contribuye a la fragmentación del hábitat, presión en la biodiversidad y desequilibrio en los ecosistemas.

A continuación, se muestra una serie de criterios que permiten construir sistemas de transporte ambientalmente sustentables, y de la tendencia actual, que es construir estos sistemas con base en una movilidad sustentable, cuyos criterios se muestran en el apartado 2.2. Estos criterios permitieron reflexionar a los autores para incorporar otros problemas del transporte público en el apartado 2.3, pero con base en los criterios de los apartados 2.1 y 2.2.

2.1 Transporte Ambientalmente Sustentable

La guía elaborada por la OCDE se denominó Transporte Ambientalmente Sustentable (ETS, por sus siglas en inglés que corresponden a *Environmentally Sustainable Transport*).

Los criterios que incluye el documento son los siguientes:

- Desarrollar una visión a largo plazo sobre el futuro del transporte que sea sustentable para proveer beneficios a la salud de las personas y al medio ambiente, y de accesibilidad y movilidad.
- Determinar las tendencias de transporte a largo plazo, considerando todos los aspectos del transporte, sus impactos ambientales y a la salud humana, y las implicaciones económicas y sociales de acuerdo a los métodos de operación presentes (Business As Usual).

- Definir los objetivos de calidad para la salud humana y el medio ambiente, basados en estándares y criterios, y en los requerimientos de sustentabilidad.
- Establecer las metodologías para cuantificar el cumplimiento de los objetivos especificados para el sector en los términos de calidad de la salud humana y el medio ambiente. La periodicidad de verificación y los hitos.
- Establecer las estrategias para lograr un ETS y la combinación de medidas para asegurar el crecimiento tecnológico y los cambios en el transporte.
- Evaluar las implicaciones sociales y económicas, y asegurar que éstas son consistentes con los componentes social y económico de la sustentabilidad.
- Construir conjuntos de medidas e instrumentos para alcanzar las metas y objetivos del ETS. Destacar las estrategias "ganar-ganar" que se incorporaron, en particular, la política tecnológica, la inversión en infraestructura, precios, la demanda de transporte y gestión del tránsito, la mejora del transporte público, y el impulso a la bicicleta y a los peatones; capturar sinergias (por ejemplo, las contribuyen a la mejora de la seguridad vial) y evitar contrarrestar los efectos entre los instrumentos.
- Desarrollar un plan de implementación que consiste en la aplicación correcta por fases de paquetes de instrumentos capaces de lograr un EST teniendo en cuenta las circunstancias locales, regionales y nacionales. Establecer un calendario claro y asignar responsabilidades para su implementación. Evaluar si las políticas propuestas, planes y programas contribuyen en el EST y los sectores asociados que utilizan herramientas como la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE).
- Establecer disposiciones para el seguimiento de la aplicación y de información pública sobre la estrategia del EST, el uso de indicadores de transporte sustentables coherentes y bien definidos para comunicar los resultados, garantizar medidas de seguimiento para adaptar la estrategia de acuerdo con las aportaciones recibidas y nuevas pruebas científicas.
- Construir un amplio apoyo y cooperación para la aplicación del EST, que incluya a las partes interesadas, garantizando su participación activa y su compromiso, y permitir una amplia participación pública, aumentar la conciencia pública y proporcionar programas de educación. Asegurar que todas las acciones son consistentes con la responsabilidad global para el desarrollo sustentable.

2.2 Movilidad Urbana Sustentable

La movilidad urbana sustentable son las acciones que ayudan a reducir los efectos negativos de la movilidad, la cual se basa en el uso de prácticas responsables para la movilidad de las personas, el desarrollo de nuevas tecnologías que promuevan una movilidad sustentable, de las decisiones de las autoridades administrativas o de la sociedad para promover y concientizar sobre la movilidad sustentable.

La movilidad urbana sustentable promueve alternativas o cambios en el comportamiento que sea más amigables con el medio ambiente y sustentables, tales como:

- Reducir las emisiones a la atmosfera de CO₂.
- Continuar con la lucha para eliminar la dependencia de la energía fósil en el transporte.
- Incrementar la eficiencia energética en los sistemas de transporte.
- Promover la penetración y consolidación de energías renovables en el transporte.
- Reducir el impacto y el costo de los viajes en las zonas urbanas.
- Implementar acciones para reducir el congestionamiento urbano.
- Fortalecer las capacidades y el conocimiento de las autoridades locales.
- Impulsar soluciones innovadoras limpias que mejoren el transporte urbano y la movilidad.

2.3 Un enfoque sustentable de los problemas en el transporte público

Con un enfoque basado en la sustentabilidad, los problemas en el transporte público pueden tener otra dimensión que permite ver desde otra perspectiva la deficiencia existente en los sistemas de transporte en México.

- a) La mayoría de las ciudades tienen una inadecuada planeación de los sistemas de transporte, debido a que no cuentan con un organismo responsable, ni tampoco especialistas en la materia.
- b) Falta de una estrecha vinculación entre los organismos de planeación del transporte y del ordenamiento territorial.
- c) Los planes de desarrollo urbano y para el transporte no se desarrollan con una visión a mediano y largo plazo. No se ha logrado tener una visión a largo

plazo de los planes de transporte y de ordenamiento del territorio más allá de los plazos políticos.

- d) Los problemas ambientales generados por el transporte son cada vez más relevantes en las principales ciudades del país.
- e) En ciudades de medias a grandes presentan muchos problemas de interconexión entre los diferentes sistemas de transporte urbano, e incluso el transporte suburbano e interurbano.
- f) Existe un alto impacto económico asociado al costo del congestionamiento en las ciudades que afectan el desempeño de los sistemas de transporte público.
- g) Múltiples organizaciones en los estados son los responsables de operar el transporte público, lo cual dificulta la coordinación y el seguimiento de las políticas de la autoridad local en materia de transporte público.
- h) Aunque el gobierno federal cuenta con un programa para el financiamiento de proyectos para el transporte público, no se ha dado un seguimiento adecuado de los resultados a fin de identificar mejores prácticas y poder replicar los casos de éxito en otras ciudades con características similares.
- i) Sobre los proyectos aprobados y apoyados por el gobierno federal, no existe una base de datos sobre el conocimiento acumulado, tanto de los estudios de planeación como de las experiencias de implementación y operación, la cual podría ser de mucha utilidad para otras ciudades.
- j) Los proyectos para el transporte masivo de personas no se implementan a tiempo, suelen estar desfasados a las demandas de movilidad actuales y no contemplan acciones de crecimiento a corto y mediano plazo dentro de los planes de transporte.
- k) Las instalaciones y las unidades del sistema de transporte carecen de elementos que faciliten la accesibilidad para personas con restricciones de movilidad y adultos mayores.
- l) Las tarifas que pagan los usuarios suelen estar por abajo del costo real de la operación del transporte, y se suele recurrir a subsidios como apoyos del gobierno para la renovación del parque vehicular.
- m) Para mejorar la recaudación de los sistemas de transporte se requiere que utilizar la infraestructura para obtener ingresos adicionales, como la renta de espacios para la venta de alimentos y productos, la publicidad, etc.
- n) La falta de sistemas de seguridad adecuados para evitar daños a los pasajeros en caso de accidentes de tránsito.

Las ideas mostradas en este apartado complementan la problemática del capítulo 1, las cuales pueden ayudar a las autoridades en el establecimiento de un diagnóstico de la problemática en el transporte público con especial enfoque en la sustentabilidad.

Los problemas de movilidad urbana afectan las cadenas de transporte, ya que al pasar por las ciudades reducen significativamente las velocidades por el congestionamiento, y aumenta sus tiempos de viaje. Estos impactos se reflejan en la productividad de la industria nacional.

2.4 ¿Cómo mejorar la movilidad urbana?

Para mejorar los problemas de movilidad en el transporte en las ciudades se tiene que hacer frente al problema del congestionamiento, el cual, para hacer las redes de transporte más funcionales, se requieren implementar tres aspectos principales para un transporte urbano sustentable: Evitar, Cambiar y Mejorar (ASI, de sus siglas en inglés de Avoid-Shift-Improve).

En primer lugar, se requiere mejorar la eficiencia del transporte y sus sistemas. A través del uso integrado de los diferentes modos de transporte, con prioridad a los modos de transporte masivo y con un uso adecuado del suelo. Se requiere una planificación adecuada de la demanda de transporte. Mejorar implica también la eficiencia de combustible (incluyendo otro tipo de energía alternativa) y de los motores (tecnología de los modos de transporte), así como en la optimización de Infraestructura.

Las ciudades en desarrollo tienen lecciones que aprender de las ciudades desarrolladas en cuanto a los roles de las nuevas tecnologías, las formas de gestión institucional y las consecuencias a largo plazo de las diferentes políticas de facto para el automóvil (Gakenheimer, 1999).

En segundo lugar, los instrumentos de “cambiar” buscan mejorar los viajes, en calidad y eficiencia. Esto implica un cambio modal, pasar de modos que más energía consumen en el transporte urbano (es decir, automóviles) hacia los modos de transporte más amigables con el ambiente, que son altamente deseables. En particular, cambiar hacia los siguientes modos alternativos, tales como el transporte no motorizado, como andar en bicicleta o caminar. O el uso del transporte público, el cual genera menos emisiones, y un menor consumo energético específico por pasajero-kilómetro.

Las ciudades en desarrollo han demostrado un liderazgo significativo en las restricciones del uso de vehículos, las nuevas tecnologías, la privatización, la gestión del tránsito, la innovación del servicio de tránsito, los precios del transporte y otras acciones. Sin embargo, solo unos pocos han logrado avances importantes para resolver el problema de la movilidad (Gakenheimer, 1999).

Por su parte, evitar implicar dejar de hacer viajes, lo cual se logra cuando existe una adecuada planeación del uso del suelo, donde lo que se requiere para la vida cotidiana se encuentra en la misma área de origen y destino de viajes, o actividades como el *home-office* o *tele-trabajo*, el cual cada vez cobra más auge en las ciudades. El objetivo principal es reducir o evitar la necesidad de viajar.

La presente investigación se centra en la parte de mejorar los sistemas de transporte, para que los usuarios puedan en un futuro cercano cambiar su forma de desplazarse, para ello se requiere la construcción de sistemas de transporte sustentables, esto nos lleva a revisar estrategias a nivel internacional y nacional que ya han sido implementadas y que pueden servir como base para construir un nuevo Marco para el desarrollo de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte público.

3. Estado del arte sobre guías, marcos, estrategias para el diseño de proyectos de transporte público ambientalmente sustentables

En el presente capítulo se realiza una revisión del estado sobre guías, marcos, estrategias que han desarrollado diferentes organizaciones mediante las cuales se establecen los principales elementos que deberán contener un proyecto de transporte público ambientalmente sustentable.

Los documentos mostrados han seguido la iniciativa marcada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) directa o indirectamente.

3.1 Estrategias para la planeación del transporte sustentable – Asociación del Transporte en Canadá

El concepto de transporte sustentable promueve un equilibrio entre los beneficios económicos y sociales del transporte y la necesidad de proteger el medio ambiente. Al articular esta idea, el Centro para el Transporte Sustentable ha definido un sistema de transporte sostenible como aquel que:

- Permite que las personas y las sociedades satisfagan sus necesidades de acceso de manera segura y coherente con la salud humana y del ecosistema, y con equidad dentro y entre generaciones.
- Es accesible, opera de manera eficiente, ofrece opciones de modo de transporte y es compatible con una economía vibrante.
- Limita las emisiones y los desechos dentro de la capacidad del planeta para absorberlos, minimiza el consumo de recursos no renovables, limita el consumo de recursos renovables conforme a un rendimiento sustentable, reutiliza y recicla sus componentes, y minimiza el uso de la tierra y la producción de ruido.

La estrategia está enmarcada por 12 principios.

- 1) Integrar el transporte y la planificación del uso del suelo.

- a. Realizar planificación de transporte y uso del suelo simultáneamente, para acomodar los efectos del uso del suelo en la demanda y oferta de transporte, y los patrones de desarrollo del territorio.
 - b. Utilizar las políticas para alentar la forma y diseño del territorio.
- 2) Proteger la salud ambiental.
- a. Usar criterios ambientales (por ejemplo, emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes del aire, consumo de recursos no renovables) en la evaluación estratégica del uso del suelo o escenarios de transporte.
 - b. Identificar estrategias para mitigar los impactos de actividades de transporte sobre la calidad del aire, el agua, el suelo, y la biodiversidad.
- 3) Incorporar objetivos sociales.
- a. Identificar estrategias para maximizar el acceso a personas con discapacidad, adultos mayores, etc.
 - b. Identificar estrategias para mejorar la salud pública y seguridad, como fomentar el transporte activo, mejorar la calidad del aire y reducir accidentes viales.
 - c. Identificar estrategias para reducir la calidad negativa de impactos de la vida de las instalaciones y las actividades del transporte (por ejemplo, reducción del tráfico, atenuación de ruido, etc.).
- 4) Apoyar el desarrollo económico.
- a. Identificar estrategias para apoyar el desarrollo o la reurbanización de áreas prioritarias, tales como centros urbanos, centros urbanos suburbanos, sitios abandonados y nodos turísticos.
- 5) Adoptar un enfoque estratégico.
- a. Establecer un marco estratégico integral, con una visión, metas y otros elementos, y mostrar claramente los vínculos con otros objetivos de la comunidad.
 - b. Considerar escenarios futuros alternativos para el uso del suelo y los sistemas de transporte, y evaluar sus requisitos e implicaciones.
- 6) Considerar todos los modos de transporte.

- a. Identificar estrategias para aumentar los viajes a pie, el ciclismo, el transporte público, los viaje compartidos, etc.
 - b. Evaluar las sinergias y tensiones entre los diferentes modos (por ejemplo, cambios estacionales entre el ciclismo y el tránsito, la competencia entre el tránsito y viaje compartido), y sus implicaciones para los objetivos de transporte.
 - c. Identificar estrategias para hacer la operación del transporte más eficiente, por ejemplo, el uso de ITS, la gestión del estacionamiento, la gestión semafórica en intersecciones, entre otras.
- 7) Gestionar la demanda de transporte.
- a. Dar prioridad estratégica a la gestión de la demanda de transporte.
 - b. Identificar actores clave en la implementación de acciones, junto con sus roles, responsabilidades y requerimientos de recursos.
- 8) Administrar la oferta de transporte.
- a. Identificar estrategias para maximizar la capacidad de la infraestructura actual (por ejemplo, prioridad del tránsito, accesibilidad, incentivar el uso de los diferentes modos de transporte, etc.).
 - b. Identificar estrategias para manejar la congestión recurrente y no recurrente.
 - c. Identificar estrategias para administrar los activos de transporte (por ejemplo, mantenimiento, reparación, rehabilitación, renovación).
- 9) Proporcionar guías para la implementación.
- a. Identificar una estrategia de implementación a corto y largo plazo.
 - b. Realizar acciones tempranas para generar impulso y sentar las bases para un cambio a largo plazo.
- 10) Proporcionar orientación financiera.
- a. Identifique los ingresos de transporte futuros esperados y costos de capital y operación (incluyendo el costo de programas, servicios, flotas, construcción y mantenimiento de instalaciones).
 - b. Identifique las brechas de financiamiento esperadas y las opciones para superar las brechas de financiación.

11) Medición del desempeño

- a. Se requiere de un programa de medición del desempeño para monitorear el progreso hacia las metas de planificación.
- b. Establecer un marco de medición del desempeño y una estrategia de informes para comunicar de manera efectiva los resultados de la medición del desempeño.

12) Crear un plan de vida con participación pública

- a. Involucrar al público en la planificación del transporte.
- b. Identificar un proceso para actualizaciones periódicas de programa de implementación, tales como una extensión del plan.

3.2 Pilares para un transporte público y una movilidad urbana sustentable - Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE, por sus siglas en inglés) ha establecido un documento para orientar hacia una movilidad mejorada, para garantizar una mejor accesibilidad, y a reducir las externalidades del transporte.

Del estudio realizado en 36 ciudades, se obtuvieron una serie de pilares para construir un transporte público y una movilidad urbana sustentable, los cuales se resumen a continuación:

1) Gestionar la demanda del transporte público y la urbanización

La urbanización necesita redes de transporte público eficiente y sustentable.

2) Conectividad y congestión

Uno de los objetivos del transporte público sustentable es reducir el congestionamiento y sus efectos negativos, por otro lado, asegurar la conectividad de la población en centros urbanos de forma eficiente y efectiva a las oportunidades de empleo, salud y educación.

3) Seguridad vial

El desarrollo del transporte público sustentable esta interrelacionado con la reducción de los accidentes de tránsito y con ello se incrementa la seguridad vial. Las zonas urbanas orientadas al transporte público con altas tasas de

utilización, tienen menos tasas de siniestralidad del tránsito, comparada con aquellas zonas que tienen más codependencia del automóvil.

4) Cambio climático

Las áreas urbanas son altamente susceptibles a verse afectadas por el cambio climático. Más del 50% de los gases de efecto invernadero son generados en zonas urbanas. El transporte público sustentable permite hacer frente en las ciudades para mejorar la contaminación del aire.

5) Accesibilidad

Un transporte público sustentable implica disponibilidad para todos. Las tarifas deben estar asociadas al poder de compra de la población y de la necesidad de asegurar la rentabilidad del transporte público.

6) Financiamiento del transporte público

El financiamiento de proyecto del transporte público sustentable debe mejorar la integración de todos los servicios en las zonas urbanas, incrementar la capacidad del transporte público e incrementar la accesibilidad a zonas marginadas para que tengan acceso a las oportunidades de empleo, y a los servicios de salud y educación.

7) Bienestar: Caminar y la Bicicleta

Promocionar los modos de transporte activo (caminar y andar en bicicleta) para realizar sus actividades de trabajo y ejercicio es un enfoque ganar-ganar. Además de promover beneficios a la salud, tiene efectos importantes en el medio ambiente, principalmente porque reemplaza los viajes que se realizarían por medios motorizados.

8) Sistemas Inteligentes para el Transporte

Los Sistemas Inteligentes para el Transporte juegan un rol importante en el futuro de la movilidad y el sector transporte. Existen múltiples estrategias y acciones que estos sistemas permiten promover un transporte público sustentable.

3.3 Sistemas de Transporte Urbano Sustentables – Comisión Económica y Social para Asia Pacífico

Para la comisión un sistema de transporte sustentable también requiere la provisión de un sistema diverso, integrado y servicios equilibrados de transporte público.

Las necesidades de transporte para los diferentes grupos son diferentes debido a las distancias que necesitan viajar, su propósito de viaje, ingresos, edad, género, capacidad física, etc. Una amplia gama de servicios de transporte público tiene una mejor capacidad de respuesta para cumplir con las necesidades de viaje de diferentes grupos.

Un sistema de transporte sustentable también requiere la provisión de un sistema de transporte público que proporcione buenas conexiones con las principales áreas de actividad de la ciudad.

Para lograr un sistema de transporte sustentable debe estar ampliamente vinculado con la planeación del transporte, debe existir un mecanismo institucional para su implementación. El uso del suelo urbano y la planificación del transporte debe estar integrada, y su impacto en el territorio debe ser analizada. La seguridad y la protección de los usuarios también es esencial para un sistema de transporte.

La Comisión creó un Marco para identificar 7 áreas esenciales para integrar un sistema de transporte sustentable, el cual se muestra en la figura 3.1.

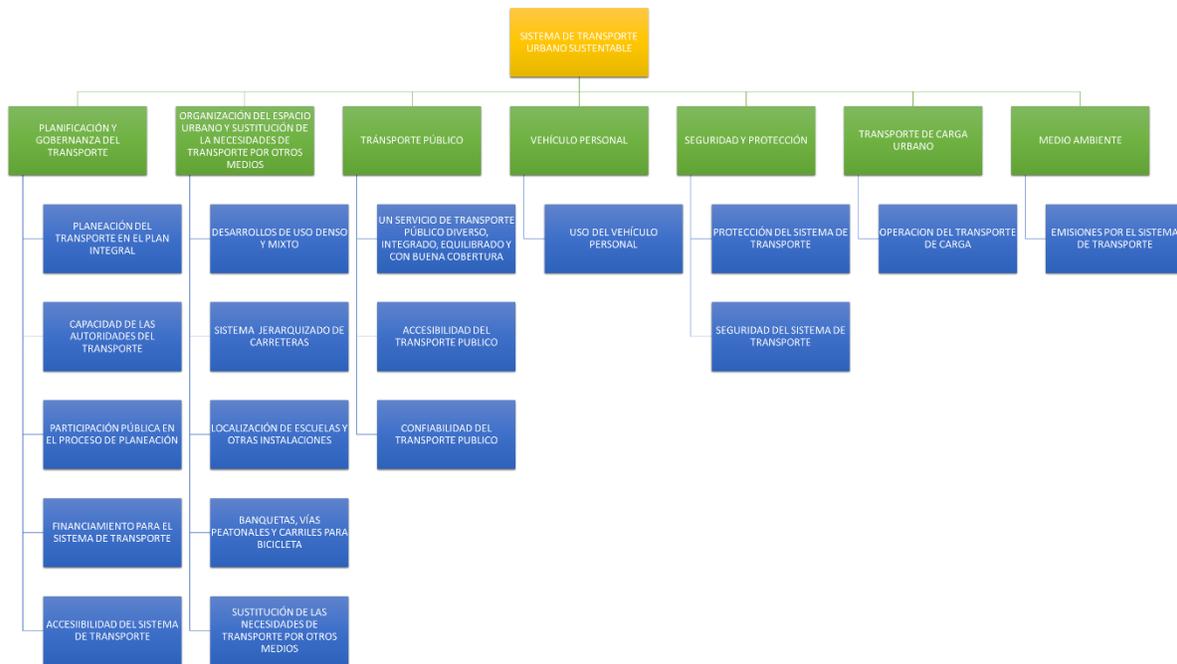


Figura 3.1 Sistema de transporte urbano sustentable

Fuente: UNESCAP, 2012

a) Planeación y gobernanza del Transporte

i. Planificación del transporte en el plan integral.

Es importante considerar los datos sociodemográficos, económicos y sociales para estimar la demanda del transporte y su crecimiento en función de diferentes escenarios.

ii. Capacidad de la autoridad del transporte.

El personal calificado es importante para operar y administrar los sistemas de transporte.

iii. Participación pública en el proceso de planeación

La participación de los interesados en el proyecto ayuda a identificar problemas, mejorar la calidad de los planes, desarrollo de una base consensuada del programa de trabajo, incrementa la concientización, identifica conflictos y empodera la participación social

iv. Financiamiento del Sistema de Transporte

La financiación es un tema clave para el desarrollo de un sistema de transporte para una ciudad urbana que permita satisfacer las demandas actuales y futuras de transporte.

Es importante identificar los fondos requeridos para el proyecto, la disponibilidad existente, los mecanismos innovadores de financiación y la disponibilidad de obtener apoyos del gobierno federal.

v. Accesibilidad de los servicios de transporte

El sistema de transporte debe ser accesible para todas las personas, la cual es muy importante para el éxito y la sustentabilidad de un sistema de transporte.

Es importante considerar el ingreso de las personas que utilizaran el sistema de transporte para poder establecer el precio del servicio.

b) Organización del espacio urbano y sustitución de la necesidad de viajes

i. Desarrollos con uso denso y mixto

Las políticas de uso del suelo deben promover un desarrollo de uso denso y mixto.

ii. Sistema jerarquizado de la red vial

Se debe contar con información de la longitud de vialidades y su tipo, para mantener un nivel aceptable de nivel de servicio, considerando

la demanda de viaje, modo de viaje, densidad del desarrollo y la clasificación de la vialidad.

iii. Ubicación de escuelas y otras instalaciones

La ciudad debe proveer escuelas de calidad en el nivel básico en todas las zonas residenciales de la ciudad. Dichas zonas deben contar también con todas las tiendas e instalaciones necesarias para la vida, tales como supermercados, farmacias, clínicas, estéticas, oficina postal, bancos, etc.

iv. Banquetas, caminos peatonales y ciclovías

El objetivo es incrementar la infraestructura para la movilidad activa.

v. Sustitución de las necesidades de transporte por otros medios

Se propone reducir el número de viajes mediante el uso de tecnologías de información y comunicaciones.

Los gobiernos deben modernizarse para aumentar la mayoría de los tramites en línea (e-gobierno).

Las personas cada vez más utilizarán el comercio en línea (*e-commerce*), el trabajo en cada (*homeoffice*) y el trabajo a distancia (*teleworking*).

c) Transporte público

i. Servicio de transporte público diverso, integrado, balanceado y con buena cobertura.

La ciudad debe planear y desarrollar un sistema de transporte público integrado, con diversas alternativas para el transporte masivo y su conectividad con la movilidad activa.

Se debe buscar un balance adecuado entre las opciones de transporte disponibles y las necesidades de las personas, y de la ciudad.

El servicio de transporte debe extender su cobertura para proporcionar el servicio a toda la ciudad.

ii. Calidad del transporte público

La calidad es el aspecto más importante del transporte público que atrae a los pasajeros. La calidad del transporte tiene muchas variables, como la confiabilidad de servicio, el tiempo de viaje en comparación con otras alternativas disponibles en la ciudad incluyen

el auto particular, la capacidad de la unidad (disponibilidad de asientos, número de personas viajando), la limpieza, la temperatura y la calidad del aire dentro del transporte público.

iii. Accesibilidad del Transporte Público

La accesibilidad de un transporte público depende de la distancia a recorrer hasta la estación o a la parada del autobús, la facilidad de acceder o abordar el tránsito y el tiempo de espera.

Es importante considerar las condiciones para la conectividad deben ser buenas y apropiadas, con banquetas amplias y libres de mobiliario urbano que puedan obstruirlas, cruces peatonales seguros, etc.

Un sistema de transporte público debe proporcionar acceso universal en términos de abordar y viajar en el transporte para todos, especialmente para que las personas con necesidades especiales puedan abordar el transporte de forma fácil y segura.

d) Vehículo particular

i. Uso del vehículo personal

El objetivo es considerar en el sistema de transporte que el propósito de contar con él, es que nos permita reducir la cantidad de viajes individuales que se realizan mediante los autos particulares, incluyendo las motocicletas.

Existen múltiples estrategias como el auto compartido, los autobuses escolares, el cargo por congestionamiento, cargos por estacionamiento, impuesto al combustible, etc.

e) Seguridad y protección

i. Seguridad en el sistema de transporte

La seguridad es un tema importante del servicio de transporte. Los accidentes pueden conducir a la pérdida de vidas, lesiones o daños a la propiedad y ninguno de estos debe ser aceptable.

La seguridad implica la realización de auditorías de seguridad en la red de transporte, incluyendo las intersecciones; implementación de políticas de diseño seguro para todos los usuarios; proveer los dispositivos de control de tránsito necesarios; contar con reglamento para regular el transporte, tanto a los proveedores como para los usuarios, y aplicarlo correctamente; inspecciones físico mecánicas

para las unidades del sistema; concientizar sobre la importancia de la seguridad.

ii. Protección para los usuarios del transporte

La protección en un sistema de transporte incluye todos los elementos necesarios para proporcionar seguridad de las personas mientras están viajando en las vialidades, las banquetas, las vías para bicicletas y también cuando están usando el transporte público.

f) Transporte de carga urbano

i. Operación del transporte de carga

Se debe considerar una gestión del volumen del tráfico de carga en las áreas urbanas para reducir su impacto adverso en la calidad del entorno urbano y para aumentar la eficiencia de la operación de la red transporte.

g) Medio Ambiente

i. Emisiones del sector transporte

Es importante reducir el impacto adverso al medio ambiente que genera la operación del transporte. Esto incluye una reducción de los gases de efecto invernadero y de partículas suspendidas.

Se debe incentivar el uso de modos de transporte con mejor eficiencia energética y con bajo impacto en carbono.

3.4 10 Principios para una Sistema de Transporte Urbano Sustentable – Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ)

Basado en el enfoque evitar-cambiar-mejorar, el equipo de movilidad urbana de GIZ ha establecido 10 principios para el transporte urbano sustentable, los cuales que van desde la planificación urbana densa, el fomento de viajes a pie y el ciclismo, así como el transporte público, hasta la promoción de vehículos limpios y para la mejora de la eficiencia de las operaciones de transporte.

I. Planear ciudades densas a escala humana

- Apoyar proyectos que crean viviendas asequibles en los centros de ciudades
- Priorizar modos que son a escala humana
- Integrar el transporte con el desarrollo urbano

- Tejido urbano pequeño
 - Crear cuadras con usos mixtos del suelo
 - Crear plazas urbanas
 - Calmar el tránsito
 - Viviendas sin carros
- II. Fomentar el caminar y el uso de la bicicleta
- Realizar evaluaciones sobre el impacto de nuevas construcciones sobre el transporte
 - Definir conceptos integrales de la bicicleta y el peatón
 - Estándares de diseño vial integral de alta calidad para andenes, ciclovías y “calles completas”.
 - Limitar la expansión de espacio vial para carros
 - Crear una red completa de ciclovías y autopistas para bicicletas
 - Crear zonas peatonales
 - Eliminar obstáculos peatonales
 - Sistema de bicicletas públicas
 - Mejorar la seguridad para peatones y ciclistas en las intersecciones
 - Nombrar inspectores específicamente para bicicletas y peatones en la gestión de tránsito
- III. Creando ciudades orientadas al transporte público
- Desarrollar sub-centros urbanos
 - Tener zonas comerciales en las principales estaciones de transporte público
 - Ubicar las oficinas cerca de estaciones de transporte público
 - Proporcionar estacionamientos para bicicletas en las estaciones de transporte
 - Crear cuadras residenciales de alta densidad alrededor de las estaciones de transporte público
- IV. Optimizar la malla vial y su uso
- Mejorar intersecciones críticas para peatones, ciclistas y transporte público
 - Reducir la velocidad máxima a 30 km/h o menos en zonas residenciales
 - Proveer información de tráfico (puntualidad, congestión, estacionamiento)

- Hacer cumplir las reglas de tránsito
 - Mejorar la conectividad urbana y reducir desvíos
 - Garantizar la captura de valor alrededor del transporte público
- V. Implementar mejoras en el transporte público
- Garantizar un servicio de transporte público de alta calidad basado en indicadores de rendimiento
 - Un sistema simple y justo para la venta de boletos
 - Establecer asociaciones de transporte público y así integrar horarios, tarifas y boletos
 - Redes de transporte público de alto rendimiento utilizando BRT y transporte férreo
 - Instalaciones de transbordo cómodas
 - Facilitar la integración de carros compartidos (*car-sharing*) a los sistemas de transporte público
- VI. Controlar el uso de vehículos
- Ubicar las zonas residenciales de menor densidad a una distancia óptima para bicicletas y proporcionar buenas conexiones para bicicletas
 - Tarifas basadas en distancia de viaje (pagar por conducir)
 - Eliminar gradualmente vehículos como beneficio laboral
 - Políticas empresariales de estacionamiento
 - Proporcionar boletos de trabajo
 - Incentivos para viajar en bicicleta o transporte público
 - Teletrabajo y horas flexibles
 - Centros urbanos de logística y distribución
 - Restricciones de viaje
- VII. Gestionar el estacionamiento
- Establecer tarifas de estacionamiento
 - Limitar la duración del estacionamiento
 - Controlar y dar seguimiento al cumplimiento a las reglas de estacionamiento
 - Reglamentos de estacionamiento (por ejemplo, requisitos de estacionamiento máximo)
 - Información de estacionamiento
 - Señalización clara de estacionamiento en vía

- Equilibrar la oferta de estacionamiento

VIII. Comunicar soluciones

- Promover productos regionales (reduciendo así la necesidad de transporte)
- Promover actividades locales de ocio
- Premios para empresas amigables con la bicicleta
- Campañas de marketing para andar en bicicleta
- Páginas web de operadores de transporte público amigables con el usuario
- Proporcionar acceso a datos para desarrolladores de aplicaciones para móviles inteligentes
- Marketing para mejor transporte público
- Programas de viajes compartidos

IX. Promover vehículos limpios

- Programas de chatarrización y retroadaptación
- Inspección y mantenimiento
- Reembolsos para vehículos eficientes
- Zonas de bajas emisiones
- Gravar y cobrar apropiadamente el combustible para el transporte
- Infraestructura para combustibles limpios
- Promover combustibles limpios y contratación ecológica para vehículos

X. Abordar los retos de manera exhaustiva

- Crear instituciones encargadas del transporte urbano sustentable
 - Autoridad integrada de planeación urbana y de transporte
 - Alianzas de transporte público
 - Alentar a la ciudadanía a formar ONG
 - Asociaciones de usuarios
- Integrar el transporte en los planes de acción para el cambio climático
- Cuantificar las emisiones
- Desarrollar, implementar y comunicar los planes integrales de movilidad urbana sustentable
- Monitorear la implementación y el desempeño de las medidas tomadas
- Crear un proceso de actores clave para evaluar y discutir las medidas

3.5 Plan de movilidad urbana sustentable – Ciudad de Malmö, Suecia

Los sistemas de transporte sustentable deben considerar todas las variables que representan la movilidad de la ciudad.

El Pla de movilidad urbana sustentable realizado para la ciudad de Malmö, describe un enfoque holístico de planeación para mejorar la calidad de vida de los residentes de la ciudad. La figura 3.2 muestra el esquema integral del plan.

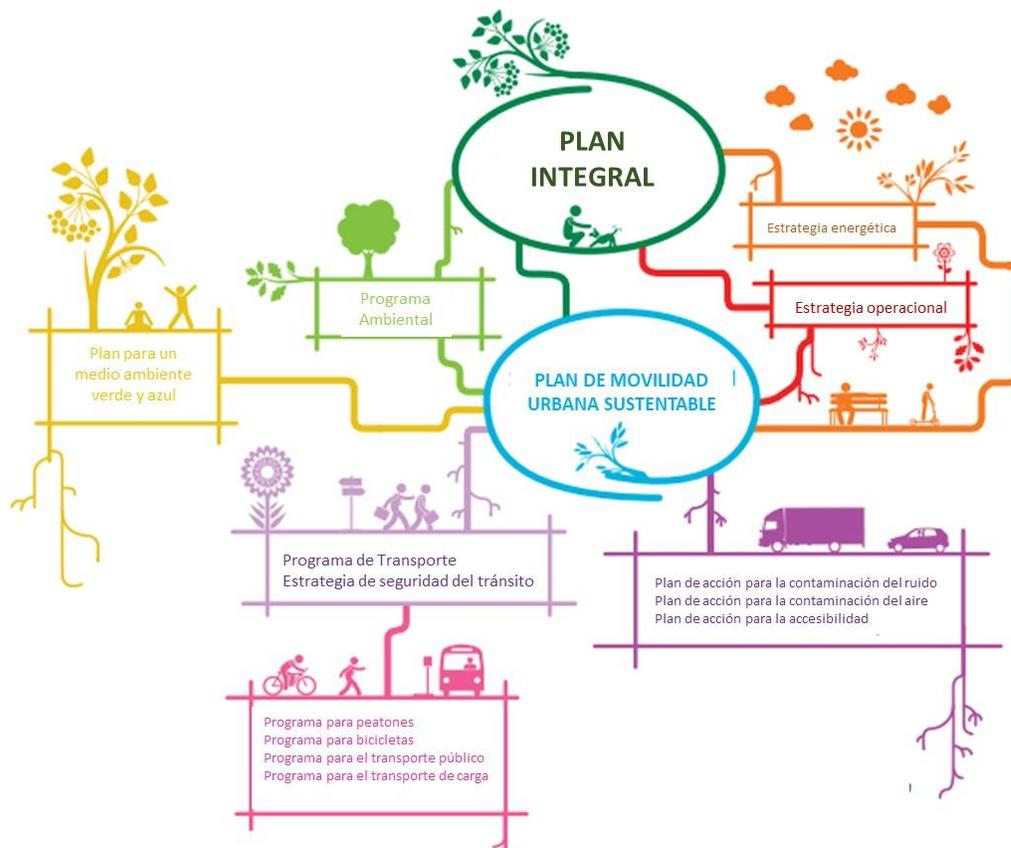


Figura 3.2 Resumen de la estrategia de movilidad urbana sustentable

Fuente: Malmö Stad

Los principales elementos del plan se presentan a continuación:

- I. Seres humanos
 - Accesibilidad a la ciudad – Una ciudad más equitativa
 - Condiciones socioeconómicas, ingresos y viajes
 - Equidad de género y liderar para mejorar la accesibilidad a un mayor número de personas
 - Incrementar las opciones para la movilidad de niños y jóvenes

- Mejorar la accesibilidad para los adultos mayores y las personas con discapacidad
 - Involucrar a las personas y planeación del tránsito para mejorar la salud pública
 - Incrementar la actividad física y la salud pública
 - Una ciudad verde y con opciones para la recreación
 - Disminuir el ritmo de vida y mayor seguridad en el tránsito
 - Gestión de la movilidad
- II. Tránsito y movilidad
- Cambios en los patrones de viajes para una movilidad más verde
 - Priorizar los modos de transporte terrestre más eficientes y reorganizar los espacios en las calles
 - Promover vehículos verdes, innovación tecnológica y uso de combustibles renovable
 - La demanda del transporte debe estar orientada hacia el usuario objetivo
 - Operación del tránsito de carga y pasajeros
 - Viajes adicionales de personas foráneas
 - Tránsito peatonal para la movilidad
 - Romper barreras para obtener un transporte público confiable
 - El tránsito vehicular sustentable y el incremento de oportunidades para vivir sin auto.
 - Estrategias para los viajes diarios
 - Cooperación entre los actores regionales
 - Planes de viaje verdes para zonas de trabajo atractivas
 - La bicicleta para los viajes locales
 - Mejorar la posibilidad de viajes locales con el transporte público
 - Puntos de transferencia modal a través de todo el viaje
 - Viajes en auto y acceso a estacionamientos
 - Transporte de carga sustentable y una logística urbana
 - Cooperación para incrementar el conocimiento del transporte de carga
 - Logística urbana para un medio ambiente urbano atractivo
- III. La ciudad

- Una ciudad densa, integrada y verde con viajes cortos que promuevan viajes sustentables
- Una división democrática del espacio urbano
- Las principales vialidades urbanizadas, constituyen un eje importante para la movilidad y la vida urbana.
- Establecer el diseño vial considerando la movilidad activa

IV. Implementación

- Organización
- Responsabilidad para la implementación
- Financiamiento
- Cooperación entre los grupos de interés
- Comunicación
- Evaluación del impacto

V. Seguimiento

- Monitoreo de las metas e indicadores

3.6 Guía para la planificación de la movilidad urbana sustentable – Unión Europea

El concepto de planes de movilidad urbana sustentable es claramente una historia de éxito europea a la que han contribuido muchos expertos y de la que se han beneficiado muchas ciudades (y ciudadanos).

Un Plan de Movilidad Urbana Sustentable es un plan estratégico diseñado para satisfacer las necesidades de movilidad de las personas y las empresas en las ciudades y sus alrededores para una mejor calidad de vida. Se basa en las prácticas de planificación existentes y tiene debidamente en cuenta la integración, la participación y los principios de evaluación.

El Plan se basa en 8 principios:

- i. Plan de movilidad sustentable en el "área urbana funcional"
 - a. Equilibra y responde a las diversas demandas de servicios de movilidad y transporte de residentes, empresas e industria;
 - b. Orienta un desarrollo equilibrado y una mejor integración de diferentes modos de transporte;
 - c. Cumple con los requisitos de sostenibilidad, equilibrio la necesidad de viabilidad económica, equidad social, salud y calidad ambiental;
 - d. Optimiza la eficiencia y la rentabilidad;

- e. Hace uso efectivo del espacio urbano y de los existentes infraestructura y servicios de transporte;
 - f. Mejora el atractivo del entorno urbano, la calidad de vida y la salud pública;
 - g. Mejora la seguridad vial y la seguridad;
 - h. Reduce la contaminación atmosférica y acústica, los gases de efecto invernadero, las emisiones y el consumo de energía;
 - i. Contribuye a un mejor rendimiento general de la red transeuropea de transporte.
- ii. Cooperar a través de las fronteras institucionales.
 - a. Cooperación para asegurar la consistencia y complementariedad de los planes de transporte y movilidad, con políticas y planes en sectores relacionados con el transporte (por ejemplo, uso del suelo y planificación territorial, servicios sociales, salud, energía, educación, aplicación de la ley y vigilancia policial).
 - b. Intercambio cercano con las autoridades pertinentes en otros niveles de gobierno.
 - c. Coordinación con proveedores del sector público y privado de servicios de transporte.
 - iii. Involucrar a los ciudadanos y a los grupos de interés.
 - iv. Evaluar el desempeño actual y futuro.
 - v. Definir una visión a largo plazo y un plan de implementación bien definido.
 - vi. Desarrollar todos los modos de transporte de una forma integrada.
 - vii. Implementar el monitoreo y evaluación
 - viii. Asegurar la calidad

Estos principios son la base de los 12 pasos que debe contener un Plan de movilidad urbana sustentable, cuyos pasos se describen en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Guía para la planificación de la movilidad urbana sustentable

Fase 1. Preparación y análisis	
Paso 1.	Establecer la estructura de trabajo.
	1.1 Evaluar capacidades y recursos.
	1.2 Crear un equipo central interdependencias.
	1.3 Garantizar la propiedad política e institucional.
	1.4 Planificar la participación de los interesados y ciudadanos.
Paso 2.	Determinar la planeación del Marco.
	2.1 Evaluar los requisitos de planificación y definir el alcance geográfico ("área urbana funcional").

	2.2 Vincularse con otros procesos de planificación.
	2.3 Acordar cronograma y plan de trabajo.
	2.4 Considere obtener soporte externo.
Paso 3.	Analizar la situación de movilidad.
	3.1 Identificar fuentes de información y cooperar con los propietarios de los datos.
	3.4 Analizar problemas y oportunidades (todos los modos).
Fase 2. Desarrollo de la estrategia	
Paso 4.	Construir y evaluar escenarios conjuntamente.
	4.1 Desarrollar escenarios de futuros potenciales.
	4.2 Discutir escenarios con ciudadanos y partes interesadas.
Paso 5.	Desarrollar visión y estrategia con las partes interesadas.
	5.1 Co-crear una visión común con ciudadanos y partes interesadas.
	5.2 Acordar objetivos que aborden problemas clave y todos los modos.
Paso 6.	Establecer metas/indicadores e indicadores.
	6.1 Identificar indicadores para todos los objetivos.
	6.2 Acuerde objetivos medibles
Fase 3. Medir la planificación	
Paso 7.	Seleccionar paquetes de medidas con partes interesadas.
	7.1 Crear y evaluar una larga lista de medidas con las partes interesadas.
	7.2 Definir paquetes de medidas integradas.
	7.3 Crear y evaluar una larga lista de medidas con las partes interesadas.
Paso 8.	Acordar acciones y responsabilidades.
	8.1 Describa todas las acciones.
	8.2 Identificar fuentes de financiamiento y evaluar capacidades financieras.
	8.3 Acordar prioridades, responsabilidades y cronograma.
	8.4 Garantizar un amplio apoyo político y público.
Paso 9.	Preparar la implementación y el financiamiento.
	9.1 Desarrollar planes financieros y acordar costos compartidos
	9.2 Finalizar y asegurar la calidad del documento del "Plan de Movilidad Urbana Sustentable"
Fase 4. Implementación y monitoreo	
Paso 10.	Gestión de la implementación
	10.1 Coordinar la implementación de las acciones.
	10.2 Adquirir bienes y servicios
Paso 11.	Monitoreo, adaptación y comunicación
	11.1 Monitorear el progreso y adaptarse
	11.2 Informar e involucrar a ciudadanos y partes interesadas
Paso 12.	Revisión y aprendizaje de lecciones
	12.1 Analizar éxitos y fracasos.
	12.2 Compartir resultados y lecciones aprendidas
	12.3 Considerar nuevos desafíos y soluciones.

3.7 Marco para la infraestructura sostenible - BID

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) estableció un Marco para la infraestructura sostenible, cuya base es el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y alcanzar las metas comprometidas en el Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Este Marco ha sido utilizado para el análisis de infraestructura sostenible para algunos de los proyectos del portal Proyectos México, cuyos resultados pueden ser consultados en el sitio <https://www.proyectosmexico.gob.mx/sostenibilidad/>.

Este Marco establece que la infraestructura sostenible se refiere a proyectos de infraestructura que son planificados, diseñados, construidos, operados y desmantelados, asegurando la sostenibilidad económica y financiera, social, ambiental (incluyendo la resiliencia climática), e institucional a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

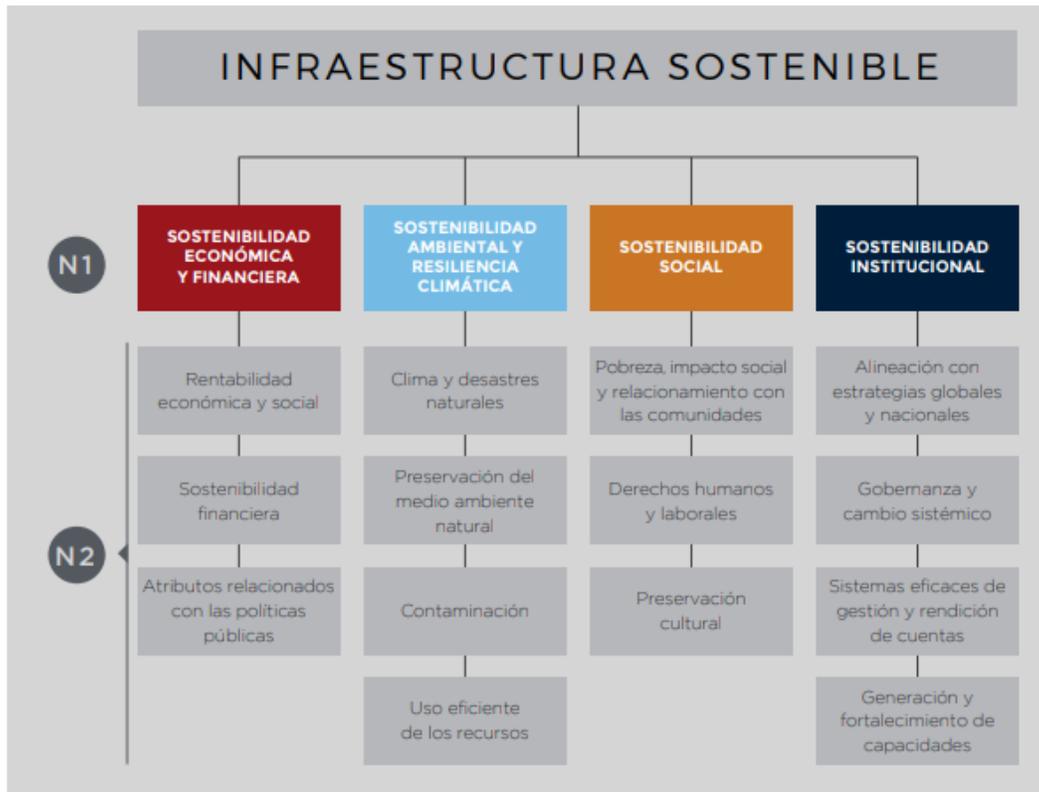


Figura 3.3 Marco para la infraestructura sostenible

Fuente: BID, 2019.

La figura 3.3 muestra el contenido del Marco en 4 pilares como atributos para la sustentabilidad “económica y financiera”, “ambiental y resiliencia climática”, “social” e “institucional”.

A continuación, se muestran las subdivisiones y atributos para cada uno de los pilares.

- **SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA**
 - Rentabilidad económica y social a lo largo del ciclo de vida del proyecto
 - Crecimiento, productividad y efectos indirectos
 - Creación de empleo
 - Acceso, calidad, confiabilidad y asequibilidad del servicio
 - Índice adecuado de rentabilidad ajustado al riesgo
 - Claridad en los flujos de ingresos
 - Asignación y gestión eficaz de los riesgos
 - Rentabilidad operativa
 - Rentabilidad del activo
 - Valor presente neto positivo del activo
 - Ratio de liquidez
 - Ratio de solvencia
 - Movilización de financiamiento local
 - Regulación eficaz
 - Deuda y sostenibilidad fiscal
 - Precios y alineación de incentivos
 - Mantenimiento y uso óptimo del activo

- **SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y RESILIENCIA CLIMÁTICA**
 - Reducción de las emisiones de GEI
 - Riesgo climático y resiliencia
 - Gestión del riesgo de desastres
 - Biodiversidad
 - Capital natural, áreas de alto valor ecológico y tierras de cultivo
 - Conectividad ecológica y servicios ambientales
 - Manejo de suelos
 - Especies invasoras
 - Equipamientos públicos
 - Contaminación del aire
 - Contaminación del agua
 - Otras formas de contaminación

- Materiales peligrosos
- Uso eficiente del recurso hídrico
- Uso de materiales y reciclaje
- Uso de energía y fuentes renovables
- Gestión de residuos y reciclaje
- SOSTENIBILIDAD SOCIAL
 - Distribución equitativa de beneficios
 - Involucramiento de los grupos de interés y participación juvenil y consulta comunitaria
 - Mecanismo de reclamación y reparación
 - Reasentamiento y desplazamiento económico
 - Acceso comunitario a los recursos
 - Indemnización de la comunidad y distribución de beneficios
 - Movilidad y conectividad de la comunidad
 - Discapacidad y accesibilidad
 - Salud y seguridad de la comunidad
 - Salud y seguridad ocupacional
 - Preservar los derechos de los grupos afectados
 - Normas laborales
 - Seguridad de la comunidad y prevención del delito
 - Diseño de proyecto con perspectiva de género
 - Recursos culturales y patrimonio
 - Pueblos indígenas y tradicionales
- SOSTENIBILIDAD INSTITUCIONAL
 - Compromisos nacionales e internacionales
 - Integración sectorial, del uso del suelo y de la planeación urbana
 - Estructuras de gobierno corporativo
 - Marco anticorrupción y de transparencia
 - Diseño y viabilidad del proyecto
 - Cumplimiento del proyecto
 - Licitaciones y adquisiciones sostenibles
 - Evaluación integrada del impacto ambiental y social

- Sistemas de gestión y rendición de cuentas
- Monitoreo de la información del proyecto y seguimiento de la sostenibilidad
- Gestión de pasivos existentes
- Integración de los avances tecnológicos
- Transferencia de conocimiento y colaboración
- Capacidades regulatorias, institucionales y locales
- Recolección de datos, monitoreo y evaluación
- Capacidades para la implementación

3.8 Programa de Transporte Masivo – México

El Programa Federal brinda apoyo financiero a ciudades para Proyectos de Inversión en Transporte Masivo con alta justificación social, integradas a planes de movilidad sustentable, así como para promover el fortalecimiento institucional de la planificación, regulación y gestión de los sistemas de transporte público urbano.

El Programa de Transporte Masivo (PROTRAM) funciona bajo un esquema de financiamiento suministrado por el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN). El fondo actúa como enlace con los promotores del transporte público. Los promotores son autoridades locales que incluyen agencias o entidades públicas de los gobiernos estatales, municipios, distritos federales u organismos intergubernamentales responsables de la planificación, regulación y desarrollo del transporte público urbano o metropolitano.

Los proyectos de infraestructura elegibles para el transporte masivo que respalden el fondo serán aquellos necesarios para resolver el problema de la movilidad sustentable en ciudades grandes o medianas, áreas metropolitanas o conurbaciones, cuya población actual o su pronóstico para 2010 excede 500,000 fijo y flotante, como en el caso de ciudades turísticas y fronterizas.

El PROTRAM establece pautas para evaluar proyectos con un enfoque de sustentabilidad.

Los promotores de proyectos de infraestructura de transporte masivo deben presentar la solicitud de soporte, incorporando los documentos y estudios enumerados en la Guía de presentación y evaluación de proyectos de infraestructura de transporte masivo.

EVALUACIÓN SUSTENTABLE DE PROYECTOS

Las directrices incluyen los siguientes documentos y estudios para evaluar la sostenibilidad.

i. Diagnóstico.

Diagnóstico de la situación actual y los problemas del transporte urbano en la ciudad o área metropolitana, cuyo objetivo es mejorar a través del desarrollo del proyecto de infraestructura de transporte masivo propuesto.

El diagnóstico incluye: características de la expansión urbana (crecimiento económico y demográfico); problemática de la movilidad urbana: volumen de viajes de pasajeros, desequilibrio en el modo dividido por patrón de propósito de viaje y origen-destino, crecimiento de vehículos privados y otros vehículos motorizados, infraestructura vial primaria y secundaria con conteo de tráfico vehicular, identificación de problemas de congestión, etc.; deficiencias del transporte público urbano: estado de los servicios de transporte colectivo existentes, red de rutas de autobuses, minibuses y furgonetas, número de taxis, estado de la flota de cada modo de transporte público, tarifas y subsidios, costos y usuarios del tiempo de viaje, desarticulación, exceso de oferta y competencia; externalidades negativas: congestión, contaminación local y global, accidentes de tráfico, ineficiencia energética, presión sobre la infraestructura vial, impactos en la imagen urbana y la productividad de la economía urbana y la calidad de vida; planificación, regulación, coordinación y gestión del transporte público urbano: normativa legal, agencias de planificación local, estructura de empresas de transporte público y privado.

ii. Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable

El plan integral incluye:

a) Plan de desarrollo urbano de la ciudad o área metropolitana.

El plan describe la estrategia de gestión y el crecimiento urbano, identificando tendencias de expansión y densificación de áreas de la ciudad o área metropolitana, definiendo la planificación del uso del suelo para áreas residenciales, industria, comercio y servicios, o recreación, así como de servicios públicos y gubernamentales como educación y salud.

b) Plan de movilidad urbana sustentable.

El plan describe los principales proyectos viales y el programa de modernización del servicio de transporte público, como parte de un sistema integrado de infraestructura y transporte, que incluye la demanda y las tendencias existentes, contribuyen a inducir el orden y el desarrollo urbano planificado bajo criterios de sustentabilidad para promover un cambio en el patrón de movilidad urbana para racionalizar el uso de la infraestructura vial, prioridad del transporte público sobre los automóviles individuales.

Describe las políticas o acciones sobre transporte y gestión de carreteras, con un programa para el desarrollo eficiente del transporte público, así como la implementación de un programa de apoyo no motorizado (peatones y bicicletas).

c) Proyecto de movilidad sustentable

El proyecto incluye el plan de desarrollo y el plan de movilidad, a través del cual promueve las necesidades de desarrollo económico y social, y protege el medio ambiente.

El proyecto de transporte público integral debe satisfacer la demanda actual, las tendencias y el análisis de los beneficios de su implementación.

El proyecto identifica corredores de movilidad prioritarios a corto plazo y su crecimiento a mediano y largo plazo.

iii. Viabilidad técnica del proyecto.

a) Características técnicas principales del proyecto de infraestructura.

Definición de corredores de transporte: Selección de la línea y longitud de los corredores en función de la demanda.

Selección de tecnología para el transporte público. Sistema de autobuses, autobuses de tránsito rápido, tranvías, trenes ligeros, subterráneos, trenes suburbanos. Para la opción de tecnología seleccionada se definirá la infraestructura y los equipos necesarios.

Especificaciones generales del proyecto. Son el conjunto de obras, instalaciones y equipos (derechos de paso, construcción de la carretera con sus instalaciones de comunicaciones, control y señalización y electrificación, número y diseño de las estaciones, número y características de vehículos de transporte, talleres y bodegas).

b) Características básicas de la calidad del servicio de transporte público.

La sección describe las características generales del servicio que se ofrecerá. Viajes y tiempos de espera (nivel aceptable). Tarifas y sistemas prepagos (financieramente accesibles). Estaciones y paradas a distancias apropiadas con accesibilidad para todos los usuarios, para transferencias a otros modos de transporte y rutas de alimentación y para comenzar y / o finalizar su viaje a pie, en bicicleta o en automóvil privado. Calidad de servicio (nivel aceptable), que también implica tiempo de viaje, comodidad basada en el diseño y tamaño del vehículo de transporte, de acuerdo con el número de asientos y pasajeros de pie permitidos, seguridad, protección contra la contaminación.

c) Pronóstico de demanda para el proyecto

La sección incluye un pronóstico de la demanda esperada de pasajeros para un horizonte de planificación de 20 años de acuerdo con las siguientes variables: número anual de pasajeros, número anual de pasajeros-km, demanda en días laborables y fines de semana, demanda en el pico y fuera de pico, pasajeros subiendo y bajando en cada estación, número de pasajeros en el "tramo cargado" (hora pico), por dirección (sección máxima demanda), viajes promedio.

También describe los supuestos utilizados para pronosticar la demanda, incluido el crecimiento económico, el crecimiento de la población de la ciudad y las áreas urbanas y suburbanas, las tarifas y el tiempo de viaje, los intervalos de tiempo futuros entre los servicios y los tipos de oferta de nuevos servicios (local, limitado, expreso), el valor del tiempo de viaje considerado de acuerdo con el propósito del viaje.

Indica las características principales del modelo de transporte utilizado para la proyección de pasajeros esperados. También se describirá un modelo de simulación de transporte, los viajes entre los pares de origen-destino más comunes en el nuevo proyecto de transporte masivo.

d) Diseño del proyecto

Diseño operacional del servicio

El capítulo incluye la capacidad de transporte del sistema en términos de pasajeros por hora por dirección con demanda anual estimada desde las operaciones de inicio durante los primeros cinco años y otros cinco años hacia adelante; frecuencia de los servicios o el intervalo entre ellos; factor de confort de los vehículos; factor de carga de pasajeros, que indica el porcentaje de la capacidad total del vehículo (pasajeros sentados y de pie); velocidad máxima y velocidad comercial; tiempo de parada en las estaciones; etc.

Diseño de infraestructura

El diseño debe incluir: características técnicas de las vialidades; características técnicas de las terminales, estaciones y centros de transferencia con otros modos de transporte; características técnicas de la señalización y control de tráfico y monitoreo del servicio; características técnicas de la instalación eléctrica (si lo requiere el proyecto).

Diseño de equipos de transporte (vehículos), talleres de reparación y patios.

Este capítulo incluye: características técnicas de los vehículos; características técnicas de los talleres de reparación y mantenimiento de vehículos; Características técnicas de los patios o depósitos, para el almacenamiento o estacionamiento de vehículos.

Servicio de sistemas operativos comerciales

El diseño del servicio describe las características técnicas del sistema de recolección y control de tarifas y las características técnicas de los sistemas de información de viaje para pasajeros.

Diseño de infraestructura urbana adicional

Es el trabajo requerido para que el proyecto permita la armonía urbana correcta, con otros modos de transporte y de acuerdo con el nivel de confinamiento de la línea de transporte masivo.

Integración intermodal y rutas alimentadoras

El proyecto debe explicar cómo se integrará con otros modos de transporte, especialmente los peatones y otras rutas de autobuses que alimentan la red.

Costos estimados de inversión y operación del Proyecto de Transporte Masivo

Los costos de inversión, operación y mantenimiento del proyecto se indicarán cada año, con el correspondiente informe de cálculo.

Ahorro para los usuarios en costos y tiempos de viaje

El informe muestra los ahorros para el usuario en costos y tiempos de viaje de acuerdo con el nuevo proyecto de transporte masivo.

iv. Análisis de costo-beneficio

Este capítulo se refiere al análisis de costo-beneficio que presentará el promotor del proyecto para demostrar la rentabilidad del proyecto.

El análisis debe incluir: costos directos (inversión en infraestructura, equipo, obras inducidas e interrupción, impactos negativos durante la construcción, el valor del derecho de paso); beneficios directos: beneficios para los usuarios (ahorro en tiempos de viaje para pasajeros del transporte público, ahorro en tarifas integradas de viaje), beneficios en la operación del servicio (ahorro de costos operativos a través de un servicio más eficiente, ahorro de equipos para un transporte más eficiente) beneficios de infraestructura (conservación de ahorro de costos de infraestructura vial, terminales de ingresos inmobiliarios y estaciones); externalidades: reducir los efectos de la contaminación en los pasajeros, reducir la contaminación local, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (cambio climático), reducir los accidentes, mejorar la eficiencia energética; beneficios indirectos y cualitativos: mejora de la imagen urbana, mejora de la planificación urbana, ahorro de infraestructura vial, uso más racional, mejoras para peatones y bicicletas para el inicio y / o finalización de su viaje, beneficios para redirigir a los automovilistas, mejor circulación, aumento de los valores de las propiedades cercanas en los corredores y estaciones y terminales.

v. Evaluación financiera

Evaluación financiera para determinar si el proyecto puede generar un flujo de recursos positivos para abordar todas las obligaciones del proyecto y lograr una tasa de rendimiento esperada.

La evaluación financiera debe incluir proyecciones de flujo, con una memoria de cálculo correspondiente que mostrará con el tiempo la entrada de fondos y las fuentes de reembolso, incluidos los intereses, que demuestren su solvencia.

Algunos de los costos son: costos de inversión del proyecto, costos de operación y mantenimiento, ingresos propios al operar el servicio, así como la identificación de fuentes de financiamiento de inversión del proyecto.

vi. Marco legal

Este capítulo describe las principales leyes y regulaciones que afectan el proyecto identificando sus niveles federales, estatales y locales. También deben mencionarse las órdenes que se aplicarán durante la etapa de planificación, otorgando la concesión, construcción del proyecto, cargo por servicio y supervisión de la operación, entre otros. Se identificarán, si existen, cambios propuestos, ordenanzas legales y fundamentos legales para la creación de nuevas agencias.

vii. Organización institucional.

Este capítulo tiene como objetivo aclarar la organización institucional que sostendrá y promoverá la etapa inicial que conduce a la implementación del proyecto y la etapa de operación y gestión.

viii. Evaluación de impacto ambiental

El proyecto debe tener una Evaluación de Impacto Ambiental, que demostrará y cuantificará el impacto positivo que tendrá el proyecto en el medio ambiente, y las acciones para mitigar los efectos negativos

4. Marco para el diseño de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte

En el presente proyecto y con base en la investigación bibliografía se define como proyecto de transporte ambientalmente sustentable de la siguiente manera:

“Proyectos de infraestructura para el transporte que son planeados, diseñados, construidos y operados, para la movilidad de personas y mercancías, protegiendo la salud pública y el medio ambiente, promoviendo la inclusión social y la accesibilidad para todos, asegurando la viabilidad económica y financiera, fortaleciendo las capacidades de las instituciones y los marcos legales, reduciendo los riesgos para aumentar la resiliencia al cambio climático y otras amenazas”.

De esta manera se construyó un Marco que incluye 5 fases para el desarrollo de proyectos para el transporte ambientalmente sustentables, que incluye la planeación, la integración, el diseño, la implementación y el monitoreo. La figura 4.1 muestra el esquema general del Marco.



Figura 4.1 Marco para el diseño de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte público urbano

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla cada una de las etapas a considerar en el Marco, y los subtemas en cada una de ellos.

4.1 Planeación

La etapa de planeación considera el diagnóstico de la ciudad y del transporte, los cuales deben incluir la identificación de la problemática prevaleciente en la ciudad en relación a la movilidad urbana. En la planeación se deben integrar el marco legal existente, las consideraciones sociales, y una perspectiva ambiental y del cambio climático.



4.1.1 Diagnóstico de la ciudad

Cada proyecto debe describir el contexto de la ciudad en donde estará inmerso. Los principales aspectos a considerar se muestran a continuación.

- Determinar el crecimiento económico y demográfico de la ciudad (Incluye indicadores actuales y pronósticos)
- Patrón físico de la expansión urbana (SIG)
 - Análisis temporal del crecimiento de la ciudad (cada 10 años) histórico y futuro
- Zonificación de la ciudad (por tipo de uso del suelo, por nivel socioeconómico, etc.)
- Actividades principales de la ciudad como centro atractor (industria, turismo, etc.) – Visión de la ciudad
- Cantidad de superficie ocupada por la infraestructura del transporte en la ciudad por modo de transporte
- Políticas para influir en la forma y diseño del territorio.

4.1.1.1 Determinar el crecimiento económico y demográfico de la ciudad

En el diagnóstico se debe establecer el crecimiento demográfico de la ciudad en periodos de 10 años de acuerdo a la información disponibles del INEGI.

Se debe determinar la tasa de crecimiento económico de la ciudad en función de las principales actividades económicas.

La información debe contar con las fuentes de referencia necesarias, y los análisis deberán tener como base metodologías existentes documentadas.

4.1.1.2 Patrón físico de la expansión urbana

Es importante conocer el desarrollo de la ciudad en periodos de 5-10 años con base en información geoespacial, tanto el crecimiento histórico, como las tendencias futuras de desarrollo ya autorizadas.

La forma de la ciudad permite definir el tipo de configuración que deben tener las rutas de transporte y alcanzar la máxima cobertura posible.

Toda la información debe estar disponible en formato digitales con base en sistemas de información geoespacial.

4.1.1.3 Zonificación de la ciudad

La mancha urbana deberá ser seccionada para zonificar adecuadamente la ciudad, en función del tipo de uso del suelo, la densidad del suelo, el nivel socioeconómico, las regulaciones existentes sobre el ordenamiento del territorio.

4.1.1.4 Actividades principales de la ciudad

Se debe describir las actividades económicas principales de la ciudad, las cuales la caracterizan como centro atractor de viajes y de desarrollo, por ejemplo, turismo, industria, etc.

Es importante considerar los planes de desarrollo económico de la ciudad, es decir la visión a largo plazo.

4.1.1.5 Superficie ocupada por la infraestructura del transporte

Es importante determinar la superficie que se utiliza actualmente para el transporte, y de manera específica para cada modalidad con la cuenta la ciudad.

Se debe considerar mediciones lineales y de superficie, de manera total y por zona de la ciudad, mediante sistemas de información geográfica.

4.1.1.6 Políticas para influir en la forma y diseño del territorio

El desarrollo urbano suele estar influenciado por políticas locales o de otra escala, por lo que resulta importante identificar las políticas existentes que han determinado la forma y diseño del territorio, así como la vigencia de las mismas.

4.1.2 Diagnóstico del Transporte

Todo proyecto de transporte debe considerar un diagnóstico que permita establecer la línea base de conocimiento, sobre el estado actual, las tendencias, las capacidades, etc.

- Modos de transporte disponibles (oferta/capacidad existente)
- Número y tipo de empresas de transporte prestadoras del servicio
- Número de viajes de personas (modelo de 4 pasos)
 - Encuestas O-D / Biga Data de servicios móviles
 - Propósito del viaje
 - Selección modal
- Análisis de la infraestructura para el transporte
 - Infraestructura vial (primaria y secundaria)
 - Estado físico de la red vial
 - Capacidad vial (características geométricas de las vialidades)
 - Nivel de servicio
- Volumen vehicular
 - Clasificación vehicular
- Análisis de la infraestructura para la movilidad activa
- Determinación de los viajes interurbanos y suburbanos
- Determinación de los viajes del transporte de carga urbana
- Políticas federales y estatales (vinculación y coordinación)

4.1.2.1 Modos de transporte

En el diagnóstico se debe incluir información sobre los modos de transporte existentes en la ciudad, detallando la capacidad para cada uno de ellos, y la infraestructura con la cuentan, así como la demanda de viajes atendida, con información de al menos 10 años.

Se debe acompañar con un estudio reciente sobre la oferta y demanda del transporte público en la ciudad.

4.1.2.2 Empresas de transporte

Se debe dar a conocer el número de empresas, cooperativas o modalidad hombre-camión que participan en la prestación del servicio de transporte público. Esto incluye una clara descripción de la modalidad/esquema mediante el cual prestan el servicio.

La información de cada empresa debe incluir la infraestructura con la cuentan, el número y estado de las unidades que prestan el servicio, el número de personal ocupado, detallando las capacidades de los operadores del transporte público.

4.1.2.3 Número de viajes

Se requiere un estudio para conocer el número de viajes que se realizan en la ciudad. Esto incluye conocer características como el modo de transporte utilizado, las horas de viaje, el propósito del viaje.

La información debe provenir de un estudio Origen-Destino, ya sea mediante encuestas u otro método que permita tener una buena confiabilidad y representatividad de los viajes que se realizan en la ciudad.

Actualmente los estudios Origen-Destino, se acompañan de calibraciones con información de plataformas digitales que recaban información en relación a la movilidad de sus usuarios.

La Big Data de estas plataformas no debe ser la única fuente para la obtención de viajes, dado que existen diferentes proveedores de la información, y solo recaba los datos de los usuarios que lo autorizan.

La información debe estar perfectamente depurada y confiable, para que permita realizar los pronósticos de viaje futuros.

4.1.2.4 Análisis de la infraestructura para el transporte

En el diagnóstico se determinó la cantidad de superficie destinada para el transporte, pero es necesario analizarla de manera detenida para conocer su estado físico.

En relación a la infraestructura vial es necesario determinar además de la cantidad en kilómetros de vialidad, conocer sus características físicas de manera detallada, para conocer la cantidad de carriles en cada una de las vialidades (cantidad de vialidades km-carril), anchos de carril, la clasificación de la red vial (primaria, secundaria, o arteria principal, colector, calle local).

El estado físico de la red vial resulta importante para la capacidad vial y para la calidad del servicio de transporte, por lo que se deben establecer indicadores para evaluar la calidad del estado físico, tales como el estado superficial de los pavimentos mediante el índice de rugosidad internacional, edad del activo, estado

físico de los dispositivos para el control del tránsito (en el caso de los semáforos se debe especificar qué tipo de tecnología utilizan), etc.

En función de volumen vehicular, para cada arteria se debe estimar la capacidad vial y determinar el nivel de servicio de operación. Es importante determinar parámetros como velocidad, volumen y densidad de las arterias.

4.1.2.5 Análisis de la infraestructura para la movilidad activa

Es importante analizar la infraestructura para otros modos de transporte, particularmente para la movilidad activa. Esto incluye la cantidad y calidad de la infraestructura para peatones y para ciclistas.

Se deben establecer indicadores de capacidad, y determinar las características geométricas de las vías peatonales (banquetas, calles, senderos, etc.) y las ciclovías (exclusivas o compartidas, senderos, etc.).

4.1.2.6 Volumen vehicular

Para la determinación de la capacidad vial y su nivel de servicio, es necesario conocer el volumen vehicular para cada una de las arterias de la ciudad.

Con la información de los volúmenes vehiculares se pueden determinar las horas de máxima demanda y el factor horario de máxima demanda en la ciudad o por zonas, ya sea para cada arteria y/o cada intersección vial.

Además de conocer la cantidad de vehículos, se debe conocer la composición vial, de acuerdo a la clasificación vehicular de la SCT.

4.1.2.7 Determinación de los viajes interurbanos y suburbanos

El sistema de transporte debe considerar la cantidad de viajes de personas que la ciudad atrae diariamente, tanto de otras ciudades, como de las poblaciones y comunidades que se localizan de manera próxima al entorno urbano.

En algunas ciudades, esta cantidad de viajes resulta significativa, ya sea por negocio o turismo, lo que hace necesario cuantificar esta demanda para sumarla al número de viajes propio de la ciudad.

Se debe considerar los modos de transporte en que se realizan esos viajes, y realizar una prospectiva de que instalaciones demandan esos viajes, incluyendo la infraestructura para realizar conexiones dentro de la ciudad para utilizar otros modos de transporte.

4.1.2.8 Determinación de los viajes del transporte de carga urbana

Los viajes que se generan por el transporte de mercancías en las ciudades o la logística urbana, tienen un impacto significativo en los sistemas de transporte en las

ciudades, por ello es importante determinar la cantidad de viajes que las empresas generan diariamente para mover sus productos, el tipo de empresas y productos que transportan, los horarios en los que se realizan los viajes, etc.

Es necesario identificar los viajes del transporte de carga de paso, y el que tiene como destino la ciudad de estudio, que si bien, son viajes interurbanos de carga, al ingresar a la ciudad, ya sea a un parque industrial o a un centro de distribución, la movilidad y el viaje se realizan dentro de la ciudad.

4.1.2.9 Políticas federales y estatales

Como parte del diagnóstico, es importante identificar las políticas federales y estatales sobre el transporte.

Se deben analizar detalladamente para entender cómo se vinculan y como se pueden coordinar ambas políticas.

Adicionalmente debe identificarse las barreras legales existentes que puedan obstaculizar el desarrollo de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte urbano.

4.1.3 Problemática de la movilidad urbana

Ligado al diagnóstico del transporte se encuentra la problemática de la movilidad que se presente en la ciudad.

La calidad de los desplazamientos es uno de los factores que mejoran la calidad de vida de las personas y que también son determinantes para la atracción de inversiones para la ciudad.

Los tiempos de viaje, la infraestructura disponible, el consumo de energía, etc., son aspectos que deben incluirse en la planeación de proyectos.

- Análisis de la situación actual de la movilidad
 - Tiempos de viaje por modo de transporte
 - Problemas de congestionamiento
- Situación actual de los servicios de transporte
 - Rutas de transporte público (número de autobuses, capacidad de las unidades, tarifas, tiempos de viaje, etc.)
 - Estudio de Oferta-Demanda
- Infraestructura para el transporte
- Movilidad activa
- Accidentes de tránsito
- Consumo de energía (por tipo, por servicio)
- Número de taxis y otros servicios (Uber, Cabify, Didi, etc.)

4.1.3.1 Análisis de la situación actual de la movilidad

Derivado de los estudios de origen-destino, es importante evaluar la calidad de los desplazamientos, particularmente el tiempo de viaje por modo de transporte. Este factor nos permite conocer el tiempo que diariamente invierten las personas en sus viajes, y nos permite evaluar la fluidez de la movilidad. Adicionalmente se deben evaluar aspectos sobre la seguridad de los desplazamientos y el confort del viaje en los sistemas de transporte público.

Se deben considerar los problemas de congestionamiento, identificando las zonas y los horarios donde se presentan. Para ello se debe acompañar con estudios de tiempos de viaje y demoras, para determinar la velocidad global de viaje en las principales rutas de la ciudad.

4.1.3.2 Situación actual de los servicios de transporte

La mayoría de los viajes en las ciudades en México se realiza mediante el transporte público, por lo que es necesario conocer la situación prevaleciente.

Se requiere información de las rutas del transporte público, las cuales deben estar georreferenciadas, incluyendo la longitud, el número de intersecciones semaforizadas y no semaforizadas, las paradas establecidas en la ruta y sus características (isleta, bahía, sobre carril, etc.).

Se debe dar a conocer la cantidad de autobuses que sirven en cada ruta, el estado físico que guardan las unidades, la capacidad de las unidades, etc.

Se requiere información de las tarifas del transporte público y la forma en la que esta aplica en los viajes urbanos.

Sobre la calidad de los viajes, es importante determinar los tiempos de viaje, la velocidad global y de marcha en cada una de las rutas del sistema.

Sobre la operación del sistema, se deben conocer los horarios de servicio, la frecuencia del servicio en cada una de las rutas (tanto en horas valle como en horas pico), y si existe un programa de servicio semanal/mensual para cada ruta de transporte.

Para conocer la cantidad de personas que se mueven en cada ruta, es necesario realizar un estudio de Oferta-Demanda en las rutas del sistema.

4.1.3.3 Infraestructura para el transporte

Se requiere un inventario de la infraestructura disponible para el transporte público, considerando las paradas de transporte, carriles exclusivos, las estaciones o terminales, patios y talleres, semáforos para el transporte, oficinas y centros de control, etc.

4.1.3.4 Movilidad activa

La movilidad activa incluye a los peatones y a los ciclistas. Es necesario conocer la infraestructura destinada para ellos, determinando en lo posible, parámetros como longitud, calidad, capacidad, etc.

En el caso de la infraestructura para ciclistas, es importante conocer si existen instalaciones tales como estacionamiento y donde se localizan. Si existen puntos para el soporte técnico en la red, o los talleres que ofrecen el servicio de mantenimiento de bicicletas.

4.1.3.5 Accidentes de tránsito

Uno de los principales problemas en la movilidad en las ciudades son los accidentes de tránsito, por lo que el diagnóstico debe considerar información sobre el número de accidentes en un periodo de al menos 10 años a la fecha, el cual incluya un análisis de las causas de los accidentes, los factores que influyeron en ellos, etc.

El análisis de los accidentes debe incluir estadísticas de lesionados y muertos.

Se requiere también un análisis específico de la vulnerabilidad de los usuarios vulnerables de la red de transporte, tales como el número de accidentes de peatones y ciclistas.

4.1.3.6 Consumo de energía

Todos los modos de transporte consumen energía directa o indirectamente, por lo que se requiere contar con estadísticas del consumo de energía en la operación de las unidades de transporte, en las instalaciones (terminales, etc.), y en la infraestructura (alumbrado público, señalización, etc.).

El consumo de energía permite considerar estrategias para reducirlo, y mitigar el impacto en la generación de emisiones contaminantes asociadas.

4.1.3.7 Taxis y transporte bajo demanda digital

La demanda de renta de autos para la realización de viajes es una actividad importante para la movilidad en las ciudades.

Para ello es necesario conocer el número de taxis públicos registrados y autorizados en la ciudad, y la infraestructura que utilizan (bahías exclusivas, paraderos, lugares de sitio, etc.). Los taxis se pueden clasificar por grupos o asociaciones de acuerdo a donde se encuentren agremiados.

Se recomienda revisar los títulos de concesión, duración, características, requisitos, etc.

Sobre el transporte privado de renta que se accede bajo plataforma digitales (Uber, Cabify, DiDi, Beat, etc.), la autoridad de transporte local debe contar con un registro de la cantidad de unidades que prestan el servicio para cada una de las compañías.

De ser posible, acceder al registro de los viajes de las plataformas digitales podrá ayudar a complementar información sobre el origen-destino de los viajes en la ciudad.

4.1.4 Marco legal

La legislación en materia de transporte y movilidad es muy importante, ya que ella es la base para la planeación y la toma de decisiones.

El marco legal, puede ser una barrera en la planeación y desarrollo de proyectos ambientalmente sustentables, por lo que conocer las leyes y las regulaciones, y las potenciales mejoras son parte fundamental del éxito para éste tipo de proyectos.

- Identificación de las instituciones responsables de la planificación
 - Vinculación inter e intrasectorial
- Leyes y regulaciones para el desarrollo urbano (todos niveles)
- Identificación de las instituciones responsables del transporte y la movilidad
- Leyes y regulaciones para la infraestructura para el transporte y la movilidad
- Reglamentos de tránsito (todos los niveles)
- Planes vigentes sobre el transporte
- Planes vigentes sobre movilidad
- Identificación de los vacíos legales que impactan en los planes de transporte, movilidad y desarrollo urbano

4.1.4.1 Identificación de instituciones para la planeación

En la etapa de planeación de un proyecto de transporte ambientalmente sustentable es importante identificar las instituciones responsables de la planificación, y revisar su fundamentación jurídica y alcance.

Se recomienda identificar si las instituciones realizan sus actividades conforme lo establece su marco legal en su ley orgánica, y si existen barreras para su correcto funcionamiento como institución.

Un aspecto relevante es la vinculación que las administraciones públicas tienen entre los diferentes sectores y al interior de su sector. La comunicación es la base para el éxito de las políticas de planeación.

4.1.4.2 Leyes y regulaciones para el desarrollo urbano

Se deben identificar todas las leyes y regulaciones en relación al desarrollo urbano, ordenamiento del territorio, y uso del suelo, en todos los niveles de gobierno, y analizar cómo estos son vinculantes.

Es importante analizar las regulaciones vigentes, por ejemplo, revisar el año de creación para examinar su actualidad y pertinencia.

Finalmente identificar barreras que limiten la planeación e implementación de proyectos de transporte ambientalmente sustentables.

4.1.4.3 Identificación de las instituciones responsables del transporte y la movilidad

En la etapa de planeación de un proyecto de transporte ambientalmente sustentable es importante identificar las instituciones responsables de la planificación del transporte y de la movilidad, así como revisar su fundamentación jurídica y alcance.

Se recomienda identificar si las instituciones realizan sus actividades conforme lo establece su marco legal en su ley orgánica, y si existen barreras para su correcto funcionamiento como institución.

Un aspecto relevante es la vinculación que las administraciones públicas tienen entre los diferentes sectores y al interior de su sector. Por otro lado, evaluar la vinculación entre el estado rector y la operación en las ciudades.

4.1.4.4 Leyes y regulaciones para la infraestructura para el transporte y la movilidad

Se deben identificar todas las leyes y regulaciones en relación a la infraestructura para el transporte y la movilidad, en todos los niveles de gobierno, y analizar cómo estos son vinculantes.

Es importante analizar las regulaciones vigentes, por ejemplo, revisar el año de creación para examinar su actualidad y pertinencia.

El marco jurídico debe considerar todos los modos de transporte, por eso habrá que identificar la posible falta de legislación para la movilidad activa u otros modos que recién se han incorporado a la movilidad, tales como el transporte mediante el *scooter eléctrico* o monopatín.

Finalmente identificar barreras que limiten una adecuada movilidad, por ejemplo, una desarticulación a diferentes niveles sobre la planeación y operación de la infraestructura para el transporte.

4.1.4.5 Reglamentos de tránsito

La operación del tránsito requiere ser regulada en todos los niveles, por lo que es necesario identificar los reglamentos de tránsito municipales, estatales y federales, para cada una de las ciudades, en el caso de zonas conurbadas o metropolitanas, deben considerarse los reglamentos de tránsito para cada una de ellas.

Es importante analizar los reglamentos vigentes, por ejemplo, revisar el año de creación para examinar su actualidad y pertinencia.

Se requiere identificar el alcance del reglamento, es decir, que medios o modos de transporte regula.

Verificar en el reglamento que la sección de dispositivos de control del tránsito se encuentre actualizada conforme a las normas oficiales mexicanas vigentes.

4.1.4.6 Planes vigentes sobre el transporte

Dado que cada gobierno establece sus políticas de trabajo sobre el transporte, es necesario analizar dichas políticas vigentes, para evaluar el camino establecido por la autoridad en turno.

Se recomienda revisar los planes de transporte anteriores, si existieran, para evaluar si existe concordancia o seguimiento de proyectos en el largo plazo.

Es muy probable que se requiera un rediseño del plan de transporte, para que éste pueda considerar una correcta planeación de proyectos para el transporte, que incluya aquellos que son ambientalmente sustentables.

4.1.4.7 Planes vigentes sobre movilidad

Solo algunas ciudades del país han incursionado en desarrollar planes de movilidad, ya que han decidido ver al transporte no solo desde la óptica de desarrollar infraestructura para el movimiento de las personas, sino cambiar el enfoque a evaluar la movilidad de las personas y de las mercancías, y con base en ello planear infraestructura para mejorar la movilidad.

Estos planes suelen considerar una priorización de los usuarios y modos de transporte en las ciudades.

En el caso de existir, es importante revisar los planes y políticas locales en materia de movilidad, para identificar que el concepto se está aplicando correctamente, y cuál es el enfoque de aplicación que desean dar las autoridades a sus ciudadanos.

Es importa investigar si existen estudios sobre la movilidad en la ciudad que hayan servido de base para el desarrollo del plan.

4.1.4.8 Identificación de los vacíos legales

Se sugiere realizar algún ejercicio metodológico, para la identificación de los vacíos legales que impactan en los planes de transporte, movilidad y desarrollo urbano.

Derivado del ejercicio, la autoridad podrá tomar decisiones en establecer las instituciones y capacidades necesarias en la materia, en el desarrollo y validación de planes y programas a corto y mediano plazo.

4.1.5 Consideraciones sociales

Un proyecto de transporte ambientalmente sustentable tiene que considerar las necesidades y requerimientos de la sociedad en general, ya sean usuarios o usuarios potenciales.

La percepción social de los proyectos de infraestructura ha cobrado en años recientes un papel importante, lo cual es comprensible, ya que son los usuarios, quienes pueden verse beneficiados o afectados por la implementación de proyectos que no son socialmente aceptados.

- Estadísticas del personal que labora en el sector transporte
- Población
 - Edad
 - Genero
 - Ocupación
 - Ingreso mensual de la población económicamente activa
 - Personas con discapacidad y adultos mayores
- Consultas ciudadanas
 - Calidad del transporte por modo
 - Calidad de la infraestructura para el transporte
 - Movilidad y Accesibilidad
- Identificación de los actores involucrados y relevantes para el proyecto
- Visión ciudadana de la ciudad

4.1.5.1 Estadísticas del personal que labora en el sector

En la planeación se requiere conocer la cantidad de personas que laboran en el sector transporte en el estado y de manera particular en la ciudad.

La estadística comprende todos los ámbitos, desde las personas que laboran en la autoridad, en las empresas, en los proveedores de servicios, etc.

Se deben especificar además del número de empleados y empresas, el nivel de ingresos que mensualmente o anualmente perciben o facturan.

4.1.5.2 Población

La principal actividad es compilar información sobre la población, tales como edad y su intervalo por clase poblacional, el género (todos los proyectos actualmente deben considerar la perspectiva de género), la ocupación (el tipo de empleo de las personas permite diseñar los horarios de servicio y las rutas), el ingreso mensual de

la población económicamente activa (esto permite tener una aproximación del costo máximo que el usuario puede pagar y asegurar la asequibilidad del servicio), el número de personas con discapacidad (identificarlas por grupo, es decir, discapacidad visual, auditiva, física, etc., y la ubicación para fines de planeación), y los adultos mayores (identificar el número y las principales rutas que utilizan, a fin de proveer la infraestructura necesaria para mejorar su accesibilidad a los sistemas de transporte), población analfabeta (que implica diseño intuitivos de los sistemas de transporte y una fácil identificación de los destinos/rutas).

Cualquier consideración particular sobre la población en la ciudad debe ser considerada, por ejemplo, la presencia de población indígena y que requiera información en otra lengua, etc.

4.1.5.3 Consultas ciudadanas

La percepción de los usuarios es muy importante, tanto para conocer la calidad de la infraestructura, como la calidad de la operación, la cual se evalúa en la calidad de la movilidad.

Su percepción, quejas, demandas, sugerencias, etc., pueden dar una idea clara de la problemática existente, y que más preocupa a los usuarios.

Los resultados pueden identificar oportunidades de mejora en el servicio, en la accesibilidad de la infraestructura, incorporar sitios para su conectividad, la asequibilidad, etc.

Las consultas también pueden servir como prospectiva para identificar las demandas de la sociedad sobre el tipo de transporte que desean para su ciudad.

4.1.5.4 Identificación de los actores involucrados y relevantes

Los proyectos además de ser consultados deben involucrar a todos los actores que se consideren relevantes para el proyecto.

- Tomadores de decisiones (del sector transporte)
- Educación, academia, investigadores, etc. (con especialidad en transporte)
- Proveedores de información (instituciones gubernamentales, centros de investigación, empresas, etc.)
- Público en general (asegurar la participación de todos los grupos de interés, como ciclistas, peatones, seguridad vial, educación vial, automovilistas, usuarios del transporte público, etc.)
- Sector privado (empresas de construcción, de mantenimiento y operación de los sistemas de transporte)
- Instituciones de financiamiento (organismos gubernamentales, instituciones bancarias, etc.)

4.1.5.5 Visión ciudadana

Los gobiernos deben tener en cuenta la visión que los ciudadanos esperan sobre el desarrollo urbano, el transporte y la movilidad.

Los ciudadanos tienen el derecho de elegir como moverse y seleccionar el modo de transporte que mejor se ajuste a sus necesidades.

La autoridad debe balancear la visión de todos los ciudadanos para tener un proyecto integral de movilidad para la ciudad, que sea incluyente, asequible, con perspectiva de género, ambientalmente sustentable, y demás elementos que la ciudadanía decida para su comunidad.

4.1.6 Perspectiva ambiental y del cambio climático

Los proyectos de transporte deben considerar de manera importante el medio ambiente y su impacto al cambio climático.

- Impactos ambientales del transporte
 - Calidad del aire
 - Calidad del suelo (cubierta vegetal)
 - Contaminación acústica
 - Biodiversidad
- Inventario de emisiones
 - Por sector
- Planes de mitigación para el sector transporte de GEI y otros contaminantes criterio
- Estrategias para reducir el consumo de energía en el transporte
- Inventario de desastres naturales y del cambio climático
- Planes de adaptación al cambio climático
- Plan para la gestión de riesgos (todas las amenazas)

4.1.6.1 Impactos ambientales

En la etapa de planeación es importante considerar los impactos que las operaciones del transporte provocan al medio ambiente, en todos sus modos.

Los impactos que habrá que analizar son principalmente sobre la calidad del aire (emisiones contaminantes de los vehículos particulares y del transporte público, tanto contaminantes criterio, como los gases de efecto invernadero); la calidad del suelo (la tasa de deforestación de la ciudad, y su relación en la construcción de infraestructura para el transporte); la contaminación acústica (niveles de ruido en la ciudad derivados de la operación del transporte); y el impacto a la biodiversidad (el

impacto a la flora y fauna derivado de las construcción de nueva infraestructura en terrenos forestales, o vialidades cercanas a áreas naturales protegidas, etc.).

4.1.6.2 Inventario de emisiones

Las ciudades deben contar con su inventario de emisiones para cada uno de los sectores que la integran.

El inventario de emisiones del sector transporte deberá estimar las emisiones para cada subsector.

Los contaminantes serán aquellos considerados de efecto invernadero, contaminantes criterio y carbono negro.

El inventario debe estar publicado y validado por la autoridad correspondiente.

4.1.6.3 Planes de mitigación

La ciudad debe contar con un plan de mitigación de emisiones para el sector transporte para los gases de efecto invernadero y otros contaminantes criterio, en función del inventario de emisiones.

Las políticas del transporte y la movilidad deben estar orientados al cumplimiento de las acciones establecidas por la municipalidad para reducir las emisiones contaminantes.

4.1.6.4 Estrategias para reducir el consumo de energía

Dentro de los planes de mitigación se deben contemplar estrategias para la reducción del consumo de energía, sin embargo, no siempre contemplan todos los aspectos posibles para la disminución del consumo, por eso la autoridad de transporte debe contar con políticas que incentiven el uso de tecnologías y vehículos eficientes en el consumo de energía, e incentivar a las empresas y particulares proveedores del servicio que incorporen estas tecnologías y vehículos eficientes.

4.1.6.5 Inventario de desastres naturales y del cambio climático

Las ciudades deben contar con un plan de protección civil, que incluya un inventario de las amenazas potenciales a desastres naturales y de aquellas asociadas al cambio climático.

Es importante analizar el impacto que las diferentes amenazas naturales y climáticas están teniendo en la infraestructura para el transporte, y cuales se tendrán en el futuro.

La información será muy útil para realizar un análisis de riesgos para los proyectos de transporte ambientalmente sustentables.

4.1.6.6 Planes de adaptación al cambio climático

De manera específica, las ciudades deben contar con un plan de acción para adaptarse al cambio climático, por lo que las acciones asociadas al sector transporte deben tomarse en cuenta para la planeación y diseño de cualquier proyecto de infraestructura a mediano y largo plazo, ya que las consideraciones climáticas de diseño van a variar en el tiempo, y se debe asegurar la resiliencia del proyecto.

En caso de que el gobierno local o estatal no cuenten con información, deberá hacerse uso de la información disponible a nivel nacional, e incluir lo necesario en la planeación del proyecto de transporte.

4.1.6.7 Plan para la gestión de riesgos

Derivado del inventario de riesgos a desastres naturales y climáticos, el gobierno local y estatal debe contar con un plan para la atención y gestión de riesgos, el cual debe servir de base para alinear los riesgos identificados para el proyecto en el plan conjunto de las autoridades estatales y locales.

En caso de que el gobierno local o estatal no cuenten con información, deberá hacerse uso de la información disponible a nivel nacional, e incluir lo necesario en el análisis de riesgo en la planeación del proyecto de transporte.

4.2 Integración

La etapa de integración consiste en el desarrollo o actualización de los planes de desarrollo urbano, de ordenamiento del territorio, de movilidad sustentable, de ITS y la inclusión de otras políticas, las cuales trabajen de manera integrada, para que a través de dichos instrumentos se puedan concebir proyectos de infraestructura para el transporte ambientalmente sustentable.



4.2.1 Plan de Desarrollo Urbano

El plan de desarrollo es el principal instrumento para la planeación del transporte, el cual debe contener al menos los siguientes elementos.

- Misión y visión de la ciudad
- Planificación y estrategia de crecimiento urbano
- Identificar tendencias de expansión y densificación de las diferentes áreas de la ciudad
- Definición de uso del suelo (áreas residenciales, industriales, comerciales y de servicios)
- Definición de uso del suelo (gobierno y servicios públicos como educación y salud)
- Establecimiento de la base legal del plan
- Establecimiento de metas (a corto, mediano o largo plazo)
- Definir roles y responsabilidades
- Proyectos de reurbanización de áreas prioritarias
- Participación pública en el proceso

4.2.1.1 Misión y visión de la ciudad

El plan debe contemplar la misión de la ciudad en función de sus principales actividades económicas, y cuál es la visión que esperan los ciudadanos de ella.

Por ejemplo, la ciudad tiene como actividad principal el turismo, por lo que los servicios de transporte deben de ser accesibles para los ciudadanos y los visitantes.

Una visión de la ciudad para los residentes podría ser que se espera que la ciudad promueva la movilidad activa en las zonas principales de la ciudad.

Un ejemplo de visión es que la ciudad sea compacta con una tasa de densidad poblacional alta con alta accesibilidad al transporte público masivo.

4.2.1.2 Planificación y estrategia de crecimiento urbano

El plan debe contener la estrategia de crecimiento urbano en la ciudad, identificando los sitios de desarrollo para las diferentes actividades, pero también el enfoque que la ciudad tendrá para su crecimiento.

El crecimiento urbano podrá basarse en diferentes modelos de ciudad existentes que han tenido éxito en la implementación de proyectos de transporte masivo.

4.2.1.3 Identificar tendencias de expansión y densificación

La proyección de crecimiento urbano debe considerar las tendencias de expansión urbana de los últimos años, y con base en ellos rediseñar el crecimiento de la mancha urbana con un enfoque de desarrollo orientado al transporte.

Las tendencias de expansión y densificación deben estar claramente zonificadas en la ciudad, para asegurar que la infraestructura para el transporte se considere con anticipación a los proyectos de desarrollo.

4.2.1.4 Definición de uso del suelo

El plan debe tener claramente definido los usos del suelo, por ejemplo, áreas residenciales, industriales, comerciales y de servicios, gobierno y servicios públicos como educación y salud, etc., para que la determinación de los viajes generados y futuros sean estimados de la manera más precisa.

Es importante que el uso del suelo en cada una de las zonas no se modifique en el corto o mediano plazo.

4.2.1.5 Establecimiento de la base legal del plan

El plan debe tener una base legal que asegure su respeto y cumplimiento, y evite sea modificado en el corto y mediano plazo.

4.2.1.6 Establecimiento de metas

El plan debe contener metas a corto, mediano o largo plazo, estableciendo indicadores para su seguimiento y monitoreo.

4.2.1.7 Definir roles y responsabilidades

El plan debe contener los roles y responsabilidades de la autoridad para la implementación del plan, la realización de las actividades, el monitoreo y supervisión.

El plan debe considerar al ciudadano mediante la denuncia ciudadana, y contar con el proceso para la investigación y la determinación de sanciones que correspondan.

4.2.1.8 Proyectos de reurbanización

El plan debe contener todos los proyectos que permitan rescatar y reurbanizar espacios dentro de la mancha urbana, considerando primero aquellos que sean prioritarios para la ciudad (dentro del distrito central o de negocios).

4.2.1.9 Participación pública en el proceso

El plan de desarrollo urbano se debe construir con base en consultas públicas en todos los sectores.

4.2.2 Plan de Ordenamiento Territorial

Conjuntamente con el plan de desarrollo urbano, se debe construir el plan de ordenamiento del territorio, mediante el cual se pueda regular de manera estricta el uso del suelo.

- Plan de ordenamiento territorial nacional
- Plan de ordenamiento territorial estatal/regional
- Plan de ordenamiento territorial local (municipal / metropolitano)
- Leyes y regulaciones sobre el ordenamiento territorial
- Establecimiento de metas (a corto, mediano o largo plazo)
- Definir roles y responsabilidades
- Estrategias para vincular el ordenamiento del territorio y los objetivos de la ciudadanía
- Participación pública en el proceso

4.2.2.1 Plan de ordenamiento territorial nacional

El plan debe considerar el programa de ordenamiento del territorio a nivel nacional, ya que este instrumento de política ambiental tiene su base la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), cuyo objeto es buscar un balance entre las actividades productivas y la protección de los recursos naturales.

La regionalización ecológica del programa es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, en el cual se identifican las áreas de atención prioritaria, y las áreas de aptitud sectorial.

Los lineamientos que establece el ordenamiento del territorio nacional establece los lineamientos y las previsiones a las que se deben sujetar cualquier proyecto de desarrollo de infraestructura para el transporte.

4.2.2.2 Plan de ordenamiento territorial estatal/regional

Los estados deben contar con su propio programa de ordenamiento ecológico para la región, el cual es un instrumento estratégico que orienta y regula el uso del suelo para mantener una visión de desarrollo sustentable.

El modelo de ordenamiento ecológico se realiza mediante la representación de unidades de gestión ambiental (UGA's) en un sistema de información geográfica y los criterios respectivos que norman los diversos usos del suelo en el área de ordenamiento de las distintas UGA's.

El plan debe considerar las regulaciones estatales en relación al ordenamiento del territorio y del uso del suelo para el desarrollo de proyectos para el transporte.

4.2.2.3 Plan de ordenamiento territorial local

Los programas de ordenamiento territorial local (POEL) son procesos de aplicación local, que expiden las autoridades municipales.

El POEL debe estar alineado a los programas federales y estatales, y debe conjuntamente con el Plan de Desarrollo Urbano (PDU), planea y regula las actividades productivas y del uso del suelo.

El PDU regula el uso del suelo dentro del centro poblacional, y el POEL el resto de la superficie que comprende el municipio.

En lo particular éste plan debe permitir el desarrollo de proyectos ambientalmente sustentables para transporte urbano en las ciudades.

4.2.2.4 Leyes y regulaciones sobre el ordenamiento territorial

En el caso de inconsistencias o la falta de programas o planes de desarrollo territorial, el proyecto se debe apoyar en las legislaciones y regulaciones existentes en la materia, por lo que habrá que identificarlas y analizarlas.

Las leyes y regulaciones deben coadyuvar a la realización de proyectos, o en su caso están deben ser mejoradas por la autoridad competente.

4.2.2.5 Establecimiento de metas

El plan/programa de ordenamiento del territorio de contemplar metas a corto, mediano o largo plazo, para revisar su cumplimiento.

La autoridad debe publicar periódicamente los resultados del plan/programa de ordenamiento del territorio.

Se recomienda utilizar indicadores que se utilizan en la práctica nacional e internacional.

4.2.2.6 Definir roles y responsabilidades

El plan debe contener los roles y responsabilidades de la autoridad para la implementación del plan/programa, la realización de las actividades, el monitoreo y supervisión.

El plan/programa debe considerar al ciudadano mediante la denuncia ciudadana, y contar con el proceso para la investigación y la determinación de sanciones que correspondan.

4.2.2.7 Estrategias para vincular el ordenamiento del territorio y los objetivos de la ciudadanía

El Plan de ordenamiento del territorio de considerar los objetivos expresados por la ciudadanía en la visión de la ciudad, por lo que deben vincularse adecuadamente para se cumplan y se mantengan dentro del plan.

4.2.2.8 Participación pública en el proceso

El plan de ordenamiento del territorio se debe construir con base en consultas públicas en todos los sectores.

4.2.3 Plan de Movilidad Sustentable

El proyecto debe considerar que la ciudad cuente con un plan que promueva la movilidad sustentable.

- Línea de base de la movilidad actual de la ciudad
- Definición de proyectos estratégicos
 - Proyectos carreteros/viales
 - Proyectos de transporte masivo
 - Programa de modernización del actual servicio de transporte público
 - Proyectos de eco-movilidad (bicicletas compartidas, instalaciones para bicicletas, instalaciones para peatones, etc.)
- Consideraciones ambientales de la movilidad
- Políticas de accesibilidad y equidad
- Programa de trabajo
- Metas y objetivos medibles
- Plan de monitoreo
- Participación pública en el proceso

4.2.3.1 Línea de base de la movilidad

El plan debe contener métricas sobre el estado actual de la movilidad en la ciudad en los diferentes modos de transporte, a través de parámetros de ingeniería de tránsito, tales como: capacidad, velocidad, tiempo de viaje, etc.

Esta línea base cuenta con su diagnóstico en la etapa de planeación, al cual se le puede incorporar los objetivos de la ciudad y sus residentes, y con ello poder definir proyectos estratégicos que coadyuven a mejorar la movilidad.

4.2.3.2 Definición de proyectos estratégicos

El plan de integrar una cartera de proyectos tendientes a mejorar la movilidad para los diferentes modos de transportes. Esto incluye:

- Proyectos de infraestructura vial urbana, tales como calles e intersecciones, así como carreteras o vías rápidas.
- Proyectos para el transporte urbano de alta ocupación, que puede incluir autobuses, BRT, tranvías, trenes ligeros, metros, etc.
- Proyectos de modernización de la flota existente que provee el transporte público urbano en la ciudad, tanto en el contexto urbano como el suburbano.
- Proyectos de eco-movilidad (proyectos de bicicletas compartidas, instalaciones para bicicletas, vialidades para bicicletas, vialidades para peatones, instalaciones para peatones, etc.).
- Proyectos integrales, que requieran la mejora de la infraestructura para todos los modos en una misma sección vial.
- Proyecto de rescate de espacio y de reingeniería que promuevan la movilidad peatonal y la accesibilidad hacia modos de transporte de alta ocupación con un enfoque de desarrollo orientado al transporte.

4.2.3.3 Consideraciones ambientales de la movilidad

El plan debe considerar diversos aspectos ambientales, tales como la disminución de las emisiones contaminantes (contaminantes criterio, carbono negro, y gases de efecto invernadero, principalmente), reducción de ruido ambiental (derivado de la operación de los vehículos), protección de la biodiversidad (flora y fauna), etc.

4.2.3.4 Políticas de accesibilidad y equidad

El transporte debe estar diseñado para todos, por lo que el plan de movilidad debe considerar la accesibilidad como un aspecto prioritario en su diseño, para que todos puedan acceder al sistema, sin importar ingreso, género, orientación, edad, discapacidad, etc.

Un aspecto importante es la consideración de contar con estaciones para la interconectividad entre los diferentes modos de transporte, ya que contribuyen a una mejor accesibilidad al sistema.

4.2.3.5 Programa de trabajo

Debido a que el plan incluye proyectos estratégicos debe contar con una línea temporal para la implementación de cada uno de los proyectos y de las acciones en general para mejorar la movilidad de la ciudad.

Cada proyecto debe contar con su propio plan de trabajo en lo particular.

4.2.3.6 Metas y objetivos medibles

Cada proyecto y cada estrategia deben contar con metas y objetivos específicos, los cuales deben ser medidos y comparados con respecto de la línea base establecida en la ciudad en relación a la movilidad.

Los resultados deben expresar claramente las mejoras cuantificadas en los diferentes parámetros de la movilidad, tales como la velocidad, el tiempo de viaje, etc.

4.2.3.7 Plan de monitoreo

El plan debe incluir procesos para el monitoreo y el seguimiento de las acciones contempladas, incluyendo estrategias para la actuación en caso de desviaciones.

El monitoreo es importante para la toma de decisiones sobre la operación de los proyectos. La documentación del monitoreo permite contar con bases sólidas para compartir el conocimiento y poder generar buenas prácticas que puedan ser replicadas en otras ciudades.

4.2.3.8 Participación pública en el proceso

El plan de movilidad sustentable se debe construir con base en consultas públicas en todos los sectores.

Durante el monitoreo es importante mantener las consultas públicas, sobre todo para evaluar a percepción de los usuarios.

4.2.4 Plan sobre Sistemas Inteligentes para el Transporte (ITS)

Una estrategia importante en la que la mayoría de las ciudades del mundo han aportado y cuyos resultados han sido muy valiosos para la movilidad, son las tecnologías denominadas Sistemas Inteligentes para el Transporte (ITS, por sus siglas en inglés).

Las tecnologías ITS se han aplicado en diferentes áreas del transporte, tales como la optimización de la infraestructura existente, información para la planeación de viajes, etc. Un proyecto ambientalmente sustentable para el transporte no puede existir si la ciudad y el proyecto no cuentan con un plan para la implementación de ITS

- Políticas sobre ITS
- Normativa aplicada a ITS
- Sistema de gestión de tránsito
- Sistema de información de transporte para usuarios
- Sistemas de información meteorológica para usuarios
- Sistemas de navegación (con información del tráfico)
- Sistemas automáticos de vigilancia
- Sistema de prioridad para autobuses del transporte público
- Sistemas de información avanzada
 - Información de estacionamientos
 - Big Data

4.2.4.1 Políticas sobre ITS

Es importante tener claro los beneficios que los ITS proporcionan a la movilidad, para que de esta manera los objetivos y las políticas estén alineados a ellos y de lo que se espera de ellos.

De esta manera las políticas pueden incluir:

- Optimizar el flujo de tránsito, incluyendo los corredores de transporte
- Asegurar la seguridad del tránsito y del transporte
 - Gestionar los incidentes en la red vial, minimizar el impacto del clima adverso y administrar las emergencias
- Proporcionar información a los usuarios de la red vial y del transporte en tiempo real
- Disminuir el impacto que generan las obras de mantenimiento y construcción de infraestructura en los sistemas de transporte
- Aumentar la capacidad vial de los sistemas viales

4.2.4.2 Normativa aplicada a ITS

El plan debe contemplar la normativa existente para los ITS en el país en todos los niveles, así como de las regulaciones sobre tecnologías de la información y comunicaciones.

Las ausencias de regulaciones deberán cubrirse mediante el amparo de normativa internacional reconocida, tales como ISO, AASHTO, ITE, etc.

4.2.4.3 Sistema de gestión de tránsito

El plan debe incluir estrategias y tecnología para la mejora de la movilidad de los vehículos en la red vial, para disminuir sus demoras y tiempos de viaje, aumentar la capacidad vial de las arterias y la velocidad de operación de las arterias principales.

Estos sistemas deben optimizar la red vial existente con pequeñas mejoras físicas en la infraestructura, y con un amplio uso de tecnología ITS.

4.2.4.4 Sistema de información de transporte para usuarios

El proyecto de transporte ambientalmente sustentable debe hacer uso de los ITS para proporcionar en tiempo real información a los usuarios sobre el transporte a través de diferentes medios tecnológicos.

La información debe ser confiable y oportuna para que exista un beneficio importante en la mejora de la movilidad de los usuarios.

Es importante dar a conocer las rutas, las frecuencias, la hora de arribo en cada estación/parada, los imprevistos, etc.

Las plataformas que se utilicen deben ser específicas para los usuarios de la red vial y de los sistemas de transporte.

4.2.4.5 Sistemas de información meteorológica para usuarios

En los últimos años se ha mostrado especial interés por el impacto que tiene el clima en la operación de los sistemas de transporte, por lo que se han implementado diversas tecnologías que proporcionan información sobre el clima y sus pronósticos a los usuarios. Con dicha información, los usuarios pueden planear y realizar su viaje de la mejor manera sin verse impactados en su movilidad.

Las plataformas que se utilicen deben ser específicas para los usuarios de la red vial y de los sistemas de transporte.

4.2.4.6 Sistemas de navegación

Actualmente existen diversas plataformas que facilitan la navegación del tránsito en la red vial, las cuales ayudan a disminuir el tiempo de viaje.

Las ciudades deben considerar realizar convenios con las plataformas existentes o generar una propia, para que se pueda tener la misma base conocimiento, y uso de modelos/algoritmos para la selección de la ruta más corta o el tiempo de viaje mínimo entre un origen y un destino, la cual será de mucha utilidad para la mejora de movilidad de los usuarios.

Algunas plataformas ofrecen comparativas de tiempos de viaje entre los diferentes modos de transporte disponibles en la ciudad.

4.2.4.7 Sistemas automáticos de vigilancia

El plan debe incorporar la vigilancia de los sistemas de transporte mediante diversas tecnologías, incluyendo Circuitos Cerrados de Televisión (CCTV).

La vigilancia debe tener dos aspectos, monitorear la operación del transporte (unidades e infraestructura), y proporcionar seguridad a los usuarios.

4.2.4.8 Sistema de prioridad para autobuses del transporte público

El plan debe integrar dentro de los sistemas de gestión de tránsito tecnología específica para dar prioridad al paso de los autobuses dentro del sistema vial, para reducir sus tiempos de viajes. Para ello será necesario que todas las unidades de transporte cuenten con conexión satelital y una correcta programación del servicio, para poder asignar la prioridad de paso a los autobuses en las intersecciones semaforizadas.

4.2.4.9 Sistemas de información avanzada

Los usuarios de la red también demandan información por ejemplo sobre el uso de los estacionamientos, ubicación y capacidad disponible; para los usuarios de bicicletas, los puntos de recolección y disponibilidad, etc.

Existen muchas plataformas y necesidades de información que los ITS pueden apoyar para la mejora de la movilidad en las ciudades.

La tendencia es concentrar toda la información en grandes bases de datos (BIG DATA) las cuales pueden ayudar a construir mejores modelos y proyectos que impacten de manera positiva en la movilidad.

4.2.5 Plan para la toma de decisiones y la capacitación

La toma de decisiones sobre la movilidad es fundamental, por lo que requiere ser informada, documentada, y consultada, para ello se requiere instituciones responsables del transporte y la movilidad, y generar sinergias para que los actores de interés participen activamente en la toma de decisiones.

- Creación o fortalecimiento del organismo responsable del transporte y la movilidad urbana
- Establecimiento del marco legal para la toma de decisiones
- Diagnóstico de la situación actual del transporte
 - Escenarios futuros (incluye simulaciones)
- Análisis de los mecanismos de financiamiento disponibles
- Identificación de barreras
- Establecimiento de un consejo local
 - Actores de interés locales (ciudadanos, líderes comunitarios, etc.)
 - Universidades
 - Empresas y sector privado
 - Autoridades nacionales y locales
- Programas de educación y sensibilización
 - Conducción técnica (Eco-driving)
 - Conciencia y educación en las escuelas

4.2.5.1 Creación o fortalecimiento del organismo responsable del transporte y la movilidad urbana

Los gobiernos deben crear o fortalecer un organismo autónomo responsable de la planeación, construcción y operación del transporte, así como de la gestión de la movilidad urbana.

Se requiere fortalecer la capacidad técnica del personal responsable de la planeación de proyectos ambientalmente sustentable, contar con la experiencia para su implementación, y desarrollar capacidades para el monitoreo de los resultados.

4.2.5.2 Establecimiento del marco legal

Debe existir un marco legal que sustente el quehacer de las instituciones dentro de las leyes y reglamentos, y procedimientos claros para la toma de decisiones.

4.2.5.3 Diagnóstico de la situación actual del transporte

Los tomadores de decisiones lo deben hacer sobre el marco del diagnóstico elaborado en la etapa de planeación, así como contar con simulaciones sobre los posibles escenarios futuros para la movilidad de personas y mercancías para los diferentes modos de transporte y con la implementación de los proyectos estratégicos.

4.2.5.4 Análisis de los mecanismos de financiamiento

La toma de decisiones involucra conocer la magnitud de las inversiones requeridas y los mecanismos de financiamiento disponibles.

Es necesario contar con los análisis costo-beneficio para cada proyecto estratégico, y su correspondiente análisis financiero. Para la priorización de proyectos se recomienda implementar un análisis multicriterio.

4.2.5.5 Identificación de barreras

Los responsables de la toma de decisiones deben conocer las barreras o limitaciones a las que se van a enfrentar para la planeación e implementación de los planes, programas y proyectos estratégicos sobre el transporte ambientalmente sustentables.

Existen diferentes herramientas para realizar este tipo de análisis, las cuales pueden ayudar en la identificación de barreras y su clasificación.

4.2.5.6 Establecimiento de un consejo local

Es importante que las decisiones tomadas sean consensuadas para tener un apoyo más sólido para los proyectos y éstos sean aprobados por los diferentes sectores, por lo que se recomienda la creación de un consejo local con la participación de representantes de diversos sectores que tengan soporte legal para la toma de decisiones sobre los proyectos de infraestructura para el transporte.

Se recomienda al menos la participación de los siguientes actores de interés:

- Actores de interés locales (ciudadanos, líderes comunitarios, etc.)
- Universidades
- Empresas y particulares
- Autoridades nacionales y locales

4.2.5.7 Programas de educación y sensibilización

En el apartado de capacitación es importante que la autoridad incorpore programas de educación, actualización y mejora para el personal interno y ofrecerlos para las empresas y concesionarios del transporte, tales como: conducción técnica (eco-driving, etc.) o en seguridad vial (manejo a la defensiva, etc.).

La autoridad debe además ofrecer o asegurar que se imparta capacitación dentro de las instituciones de nivel básico y medio, y al público en general sobre seguridad vial, ingeniería de tránsito, etc., que permitan concientizar a la sociedad en general.

4.2.6 Otras políticas

Dentro de la integración del proyecto se deben considerar otras políticas que son necesarias para complementar proyectos de transporte ambientalmente sustentables.

- Programa de renovación de vehículos de transporte
- Vinculación del transporte regional y suburbano
- Gestión del transporte intrarregional e interurbano
- Políticas para el transporte privado
 - Vehículos de bajas emisiones
 - Impuesto de congestión
 - Vehículos híbridos y eléctricos / Vehículos con fotoceldas
 - Auto compartido (Car-Sharing)
- Estrategias para la reducción del congestionamiento
- Políticas Evitar-Cambiar-Mejorar
- Políticas para un Desarrollo Orientado al Transporte
- Sustitución de necesidades de transporte por la promoción de: e-gobierno, e-commerce, homeoffice, teleworking, etc.
- Políticas para el transporte por motocicleta
- Políticas para el transporte de carga urbana
- Políticas para el transporte empresarial
- Políticas para el transporte escolar

4.2.6.1 Programa de renovación de vehículos de transporte

Como parte de los proyectos prioritarios se debe considerar la renovación de la flota vehicular que provee el servicio de transporte, mediante unidades que tengan una mejor tecnología en el motor para obtener un mejor rendimiento en el consumo de combustible, o el uso de motores que funcionen con energías alternativas.

4.2.6.2 Vinculación del transporte regional y suburbano

Los proyectos prioritarios, específicamente los relacionados con el transporte masivo y la movilidad activa, deben considerar una correcta vinculación con los viajes del transporte regional y del transporte suburbano.

4.2.6.3 Gestión del transporte intrarregional e interurbano

Adicionalmente a los viajes regionales y suburbanos, muchas ciudades atraen viajes de otras regiones o centros urbanos fuera del área de influencia de la región, por lo que es importante considerarlos en las políticas locales de la movilidad,

teniendo en cuenta que estos son regulados por instancias federales, pero que finalmente sus orígenes o destinos estarán en las ciudades que son operados por autoridades locales o estatales.

4.2.6.4 Políticas para el transporte privado

La autoridad debe considerar políticas para la movilidad mediante el transporte privado, de tal manera que promueva e incentive, por ejemplo, el uso de vehículos de bajas emisiones (alta eficiencia energética), la incorporación de vehículos híbridos y eléctricos, o de fotoceldas.

Otras políticas pueden ser para promover el aumento de la ocupación de los vehículos ligeros (car-sharing o car-pool), y disponer de beneficios para estos vehículos, tales como carriles exclusivos.

Los impuestos son una manera para desincentivar el uso del vehículo particular, tales como impuestos por congestión en zonas centro o de interés en las ciudades, impuestos en el combustible, etc.

4.2.6.5 Estrategias para la reducción del congestionamiento

Para mejorar la movilidad en el corto plazo, la autoridad debe establecer en su plan estrategias para reducir los sitios de la ciudad donde se presentan altos niveles de congestionamiento.

4.2.6.6 Políticas Evitar-Cambiar-Mejorar

Dentro de las políticas de movilidad se deben considerar el esquema Evitar-Cambiar-Mejorar, el cual busca influir en el comportamiento humano.

Esta política busca evitar la generación de viajes innecesarios, cambiar el modo de transporte a medios más sustentables y mejorar la eficiencia en la que se realizan los viajes actualmente.

4.2.6.7 Políticas para un Desarrollo Orientado al Transporte

Se recomienda que la autoridad de transporte considere políticas para un desarrollo con especial orientación al transporte, el cual es un modelo de ciudad donde el caminar, usar la bicicleta y el uso del transporte público son los elementos base sobre los cuales se promueve el desarrollo de las ciudades.

Estas políticas ayudan a disminuir la dependencia del automóvil y contribuye a una movilidad sustentable.

4.2.6.8 Sustitución de necesidades de transporte

Como parte de las políticas para evitar viajes, los gobiernos deben promover estrategias tales como: e-gobierno, e-commerce, homeoffice, teleworking, etc.

Las compras en línea, los tramites gubernamentales en línea, y la promoción del trabajo en casa o a distancia contribuyen significativamente en la reducción de viajes urbanos.

4.2.6.9 Políticas para el transporte por motocicleta

Para algunas ciudades se debe considerar políticas y reglamentos para el transporte en motocicleta, particularmente por el actual crecimiento de las compras de alimentos y productos mediante aplicaciones móviles, las cuales han generado un incremento del parque vehicular de las motocicletas y una generación significativa de viajes.

El espacio urbano que ocupan las motocicletas es considerable en términos de capacidad vial en las ciudades, el cual debe ser evaluado correctamente.

4.2.6.10 Políticas para el transporte de carga urbana

Los viajes generados para la logística urbana por el reparto de mercancías suelen ser muy altos en muchas ciudades, por lo que es importante generar estrategias para reducir los viajes o regular los horarios de reparto.

En algunas ciudades se han generado centros logísticos urbanos para consolidar la carga, y con ello reducir los viajes.

4.2.6.11 Políticas para el transporte empresarial

En ciudades con vocación industrial se generan muchos viajes de transporte empresarial o industrial, el cual coadyuva en la disminución de viajes a través del auto particular, sin embargo, la autoridad debe promover políticas para las unidades en términos de seguridad y de eficiencia energética, así como la capacitación de los operadores.

4.2.6.12 Políticas para el transporte escolar

Una de las estrategias que han implementado en algunas ciudades es la incorporación de rutas para el transporte escolar, las cuales deben contar con políticas específicas para su operación, con especial énfasis en la seguridad.

En algunos casos, la autoridad solo debe regular la operación de éste transporte al ser proveído por particulares, pero en algunos casos es la propia autoridad la responsable de prestar este servicio.

4.3 Diseño

La etapa de diseño es en la cual se establecen las características mínimas que el proyecto de transporte ambientalmente sustentable debe considerar.



4.3.1 Diseño del proyecto de transporte

El diseño de proyecto debe establecer todas las características técnicas, económicas y del servicio, para que pueda considerarse ambientalmente sustentable.

- Descripción de las características técnicas del proyecto
 - Metro
 - BRT
 - LRT
 - Autobús (Gas natural, Eléctrico o Hidrogeno)
- Características básicas del servicio (incluidos los criterios de calidad)
 - Tiempos de viaje, tarifas, confort, etc.
- Descripción de las instalaciones necesarias para la operación del sistema
- Conectividad con otros sistemas, incluidas bicicletas o vías peatonales
- Conectividad con áreas/instalaciones prioritarias de la ciudad
- Cobertura del sistema de transporte

4.3.1.1 Descripción de las características técnicas del proyecto

Como primer elemento se debe seleccionar el tipo de transporte sobre el cual se diseñará el proyecto y el servicio.

Un proyecto de transporte urbano ambientalmente sustentable puede considerar las siguientes opciones para la movilidad masiva de pasajeros:

- Líneas de metro
- Líneas de autobuses BRT (*Bus Rapid Transit*)

- Líneas de trenes ligeros LRT (*Ligth Rail Transit*)
- Líneas con autobuses (gas natural, eléctrico o hidrogeno)

Una vez seleccionado el modo de transporte, se deben establecer las características, tal y como se establecen en el apartado 4.3.1.6.

Posteriormente se debe diseñar las rutas que el proyecto va a cubrir en función de los estudios orígenes-destino existentes.

El proyecto puede considerar nuevas rutas que sustituyan las existentes, ya que en muchos casos las rutas fueron instaladas en las vialidades principales, pero no necesariamente donde se encuentran los sitios de mayor generación y atracción de viajes.

4.3.1.2 Características básicas del servicio

El servicio debe considerar los tiempos de viajes en las rutas del proyecto, incluyendo el tiempo en las estaciones o paradas; longitud de las rutas; la tarifa estimada; los criterios de calidad (confort); criterios de accesibilidad; etc.

4.3.1.3 Descripción de las instalaciones necesarias para la operación del sistema

Se deberán describir detalladamente todas las instalaciones necesarias para la operación del proyecto, por ejemplo: derecho de vía, terminales, estaciones, centros de transferencia modal, patios de maniobras, talleres, oficinas operativas y para el control, etc.

4.3.1.4 Conectividad con otros sistemas

El proyecto debe considerar todas las instalaciones necesarias para realizar la conectividad con otros sistemas, incluidas las ciclovías o vías peatonales.

Se debe asegurar que la accesibilidad al sistema sea para todos, incluyendo personas con discapacidad y adultos mayores, por lo que se debe integrar la infraestructura necesaria para ello.

4.3.1.5 Conectividad con áreas/instalaciones prioritarias de la ciudad

Es importante asegurar que los proyectos prioritarios de transporte masivo conecten las zonas, áreas e instalaciones de principal atracción en la ciudad, para que los usuarios obtén por hacer uso del transporte público para realizar sus viajes. Por ejemplo, centros comerciales, cines, estadios, auditorios, edificios de gobierno, etc.

4.3.1.6 Cobertura del sistema de transporte

En el diseño se debe estimar la cobertura de proyecto de transporte dentro del sistema, tanto el área a la que se le proveerá el servicio directo, como las zonas de influencia del proyecto.

4.3.2 Costos y financiamiento de proyectos de transporte

La siguiente etapa es la estimación de los costos, los ingresos esperados y potenciales del proyecto, y los mecanismos de financiamiento disponibles.

- Costos de inversión
- Tarifas / Valor del tiempo de viaje
- Asequibilidad al servicio para todos
- Ingresos estimados (mensuales y anuales)
- Costos de operación (mensuales y anuales).
 - Costos de la gestión de los activos (mantenimiento, reparación, rehabilitación, renovación)
 - Costos del mantenimiento de instalaciones
 - Costos de tecnología ITS (incluye soporte y licencias)
 - Costos del personal operativo
 - Costos del personal de mantenimiento y vigilancia
- Análisis Costo-Beneficio
- Análisis Costo-Eficiencia
- Seguros (pólizas de protección para usuarios, equipo, unidades e instalaciones)
- Estrategias para el uso comercial de espacios físicos en la infraestructura del transporte que permitan generar ingresos para el sistema
- Mecanismos de financiamiento disponibles

4.3.2.1 Costos de inversión

Se deben determinar todos los costos de inversión del proyecto. La determinación de costos debe ser muy detallada, ya que en el país los costos estimados de inversión en los proyectos de transporte suelen modificar hasta un 30% adicional, o incluso más, y esto ha retrasado la conclusión e implementación de los proyectos de transporte.

Los costos que representa la adquisición o expropiación del derecho de vía pueden ser muy significativos para el proyecto.

4.3.2.2 Tarifas / Valor del tiempo de viaje

El proyecto debe tener una estimación de la tarifa del sistema, la fórmula para determinarla debe considerar todos los costos de inversión y de operación, para evitar subsidios innecesarios.

Se deben considerar nuevos esquemas de tarificación en el país, es decir, cambiar del pago único, al pago por distancia recorrida.

Adicionalmente es necesario determinar el valor del tiempo de viaje para los usuarios, de tal manera que los ahorros de tiempo que se obtengan con el proyecto puedan servir para la cuantificación monetaria de los beneficios.

4.3.2.3 Asequibilidad del servicio para todos

Se deben contemplar esquemas de tarifa reducida para que el transporte sea accesible para todos los usuarios, específicamente para aquellos que no tienen ingresos o de escasos ingresos, tales como adultos mayores, estudiantes, etc.

4.3.2.4 Ingresos estimados

Con base en las tarifas y las excepciones de pago, se deben estimar los ingresos mensuales y anuales para el proyecto.

4.3.2.5 Costos de operación

Se debe estimar los costos mensuales y anuales de la operación del sistema y su infraestructura. Los principales costos a considerar son:

- Costos de la gestión de los activos (mantenimiento, reparación, rehabilitación, renovación)
- Costos del mantenimiento de instalaciones
- Costos de tecnología ITS (incluye soporte y licencias)
- Costos del personal operativo
- Costos del personal de mantenimiento y vigilancia

4.3.2.6 Análisis Costo-Beneficio (ACB)

Una vez estimados los costos, los ingresos y los beneficios potenciales (ahorro en tiempos de viaje) del proyecto, se debe realizar un análisis costo-beneficio para evaluar la rentabilidad del proyecto, incluyendo un análisis de sensibilidad y de rentabilidad financiera.

4.3.2.7 Análisis Costo-Eficiencia

En algunas ocasiones un ACB no refleja la rentabilidad del proyecto, dado que es complicado monetizar los beneficios, por lo que se sugiere complementarlo con un análisis costo-eficiencia, el cual es una forma de análisis económico que compara los costos relativos con los resultados esperados del proyecto, los cuales estarán asociados a la mejora de la movilidad en la ciudad.

4.3.2.8 Seguros

En los costos es necesario incluir los gastos asociados a los seguros, que son obligatorios en el transporte, de manera específica las pólizas de protección para usuarios, del equipo, de las unidades e instalaciones, etc.

4.3.2.9 Estrategias para el uso comercial de espacios

En muchas ciudades el uso comercial de espacios físicos en la infraestructura del transporte permite generar ingresos para el sistema, que coadyuvan a financiar subsidios de las tarifas.

Es importante que el proyecto integre estrategias para obtener ingresos de los espacios, incluirlos desde el proyecto para sean parte integral del esquema del sistema de transporte, incluyendo espacios destinados a la publicidad.

4.3.2.10 Mecanismos de financiamiento disponibles

La autoridad de transporte y movilidad debe tener un análisis de los posibles mecanismos de inversión para el proyecto, incluyendo los fondos federales y estatales que existan para el financiamiento de proyectos de transporte.

El análisis debe considerar los ingresos propios del sistema, proveniente de las tarifas, publicidad y de la renta de espacios comerciales.

Existen fondos internacionales relaciones con el mercado de carbono, los cuales pueden ser también un esquema para obtener ingresos para el financiamiento del proyecto.

La participación de la iniciativa privada es muchos proyectos es necesaria, ya que facilita la obtención de fondos de manera más rápida.

4.3.3 Pronóstico de la demanda del proyecto

Los proyectos ambientalmente sustentables deben tener una vida a largo plazo, por lo que se requiere conocer las tendencias futuras de los datos de la planeación del proyecto.

- Número de pasajeros por año (frecuencias mensuales, semanales)
 - Cantidad de pasajeros-km anualmente
 - Cantidad de pasajeros por estación
 - Cantidad de pasajeros por dirección
- Demanda entre semana y fin de semana
 - Demanda en la hora pico y fuera de la hora pico
- Pronósticos de la demanda de pasajeros (20-40 años)
- Definición de los factores utilizados para la determinación de la tasa de crecimiento
- Tiempo de viaje promedio
- Previsión de la demanda (basada en el crecimiento económico y de la población, y otras variables relevantes)
- Análisis del Ciclo de Vida del Proyecta

4.3.3.1 Número de pasajeros

Para una buena planeación de la operación del servicio se requiere conocer el número de pasajeros anuales que serán transportados, y sus estimaciones mensuales y semanales.

La cantidad de pasajeros debe ser determinada por ruta y por dirección del viaje.

Se deben estimar la cantidad de pasajeros por estación o parada, con el objeto de determinar el tiempo de parada en el sitio y el espacio público necesario para albergar a los pasajeros.

Se pueden construir indicadores tales como: pasajeros-km transportados anualmente.

4.3.3.2 Demanda

Se debe realizar una estimación de la demanda para los días considerados entre semana y para los fines de semana, ya que existen variaciones del flujo de pasajeros y por lo tanto se deben programar las frecuencias en función de la demanda.

De la misma manera se debe determinar la demanda en función de las horas del día, para proporcionar un servicio adecuado durante horas pico y horas valle.

4.3.3.3 Pronósticos de la demanda

Con base en las estimaciones para el año inicial se deben realizar pronósticos para conocer la demanda futura de pasajeros en largo plazo (20-40 años) y en el mediano plazo (5, 10 y 15 años) para realizar las mejoras del servicio.

Este pronóstico de la demanda debe ir acorde a las dimensiones del proyecto, el cual puede considerar varias fases, pero todas deben tener fecha de inicio de operaciones, para asegurar una adecuada movilidad de los pasajeros del transporte masivo.

4.3.3.4 Tasa de crecimiento

El pronóstico de la demanda debe considerar todos los factores necesarios para la determinación de la tasa de crecimiento.

4.3.3.5 Tiempo de viaje promedio

Las estimaciones de la demanda y posteriormente la planeación del servicio, deben considerar un tiempo de viaje promedio, en primera instancia como línea base del proyecto, y en segundo lugar para medir la calidad del servicio en función del crecimiento de la demanda, el cual no deberá variar significativamente.

4.3.3.6 Previsión de la demanda

Aunado al crecimiento de la demanda tendencial, se debe considerar el crecimiento inercial de la población atraída a la ciudad, por lo que habrá que estimar nuevos viajes en el futuro.

4.3.3.7 Análisis del ciclo de vida del proyecto

El pronóstico debe considerar todo el ciclo de vida del proyecto, incluyendo las fases futuras que pudiera incluir.

4.3.4 Diseño operacional del servicio

En esta sub-etapa se diseña la operación del servicio, por lo que la precisión de la información de la demanda y sus pronósticos son muy relevantes, para determinar la capacidad de las instalaciones y de las unidades del transporte, la frecuencia del servicio, el diseño de las rutas, la determinación de los tiempos de viajes para cada ruta, la velocidad, etc., así como la utilización de métricas que coadyuven a medir la calidad del servicio.

- Capacidad de transporte del sistema (por pasajeros por hora y por dirección)
 - Pronóstico cada 5 años
- Frecuencia del servicio (por hora, entre semana o fines de semana, por horas pico)
- Factor de confort de vehículos (por ejemplo: pasajeros por m²)
- Factor de ocupación (pasajeros sentados y de pie)
- Velocidad (global, en marcha, máxima)
- Número de paradas (distancias)
- Tiempo en cada parada para ascenso y descenso de pasajeros
- Tiempo de viaje por ruta y dirección
- Capacidad de las estaciones y paradas
- Desarrollo de la estrategia de seguridad para el sistema

4.3.4.1 Capacidad de transporte del sistema

El número de pasajeros determinados en el punto 4.3.3.1 se utilizará para compararlo con la capacidad disponible del sistema, y con ello se podrá evaluar el nivel de servicio del sistema.

La capacidad debe ser determinar por hora, por día, por dirección y por ruta dentro del sistema de transporte.

Se deben realizar proyecciones cada 5 años, para evaluar la capacidad con fines de planeación y mejora operacional del servicio.

4.3.4.2 Frecuencia del servicio

El diseño del servicio estará en función de la información del punto 4.3.3.1 y 4.3.4.1, mediante los cuales se podrá determinar la frecuencia del servicio por hora (horas pico y horas valle), días hábiles, fines de semana y días festivos.

4.3.4.3 Factor de confort de vehículos

Para garantizar un adecuado nivel de servicio, se deben establecer y evaluar factores, tales como el espacio físico en las unidades e instalaciones (pasajeros por m²), ventilación, temperatura, nivel de ruido, etc.

4.3.4.4 Velocidad

El diseño del servicio debe tener estimada las velocidades de operación del servicio, tanto en horas pico, como en horas valle, incluyendo la velocidad global de viaje, la velocidad de marcha, y la velocidad máxima permitida del sistema de acuerdo a las características de las unidades y las reglamentaciones locales para el transporte público.

4.3.4.5 Número de paradas

El diseño operacional debe establecer las paradas necesarias, con base en las necesidades de los pasajeros, los espacios disponibles, y las distancias recomendadas en los estudios de transporte.

4.3.4.6 Tiempo en cada parada

De acuerdo a los estudios se debe contar con una estimación preliminar de la cantidad pasajeros en cada una de las paradas, para calcular el tiempo de ascenso y descenso en cada una de ellas.

Una posible concentración de rutas en una misma parada deberá considerar espacios más grandes para poder servir a varias unidades al mismo tiempo.

4.3.4.7 Tiempo de viaje

Con base en las longitudes de las rutas, las velocidades, el tiempo en las paradas, se debe determinar el tiempo total de viaje para cada una de las rutas que integren el sistema de transporte, y de manera específica para el proyecto.

El tiempo de viaje se debe ser determinado en horas pico y horas valle, para cada ruta y dirección del viaje.

4.3.4.8 Capacidad de las estaciones y paradas

En función de la demanda estimada para cada estación o parada del sistema de transporte se debe determinar la capacidad necesaria, de acuerdo métricas específicas para el confort, tales como, número de pasajeros por metros cuadrado.

El análisis debe considerar proyecciones futuras anuales en función del crecimiento de la demanda del sistema, para asegurar la capacidad futura de las estaciones y paradas.

4.3.4.9 Desarrollo de la estrategia de seguridad

El diseño operacional debe considerar estrategias que permitan garantizar la seguridad de las operaciones y del servicio, tanto en ruta, como en las estaciones y paradas.

4.3.5 Diseño conceptual y ejecutivo de la infraestructura

Un diseño adecuado de la infraestructura es primordial para una operación eficiente y segura en los proyectos de transporte ambientalmente sustentables.

- Espacio público o privado requerido
- Diseño conceptual de:
 - Vialidades
 - Carriles BRT
 - Carriles HOV
 - Líneas de trenes o LRT
- Diseño conceptual, características técnicas y ubicación de:
 - Estaciones
 - Paradas
 - Centros de transferencia modal
- Diseño de patios, talleres y estacionamientos de unidades
- Características técnicas del sistema de señalización y control de tráfico, y monitoreo del servicio.
- Diseño conceptual de infraestructura para movilidad activa
 - Vías e instalaciones peatonales
 - Vías e instalaciones para bicicletas
 - Sitio de estacionamiento (*Park & Ride*)
- Uso de energía y fuentes renovables
- Plan para la gestión de residuos y reciclaje

4.3.5.1 Espacio público o privado

La autoridad deberá contemplar todo el espacio necesario para la realización del proyecto, tanto las áreas públicas que estarían disponibles o en posibilidad de rescatar sin mayor problema, como las áreas privadas que deberán ser adquiridas para el proyecto.

Es importante identificar el uso del suelo de dichos espacios, para evaluar su compatibilidad con el proyecto, pero además asegurar que dichas áreas no estén sujetas a protecciones especiales, ya sean ambientales o de preservación histórica.

4.3.5.2 Diseño conceptual del proyecto de transporte

En este apartado se deberán realizar los diseños geométricos y ejecutivo para el proyecto de transporte, ya sean vialidades (peatonales, ciclovías, autobuses o para automóviles), carriles exclusivos para BRT, carriles para vehículos de alta ocupación (HOV), líneas de trenes o LRT, tranvías, etc.

4.3.5.3 Diseño conceptual de infraestructura

Adicionalmente se debe realizar el diseño geométrico y ejecutivo de las estaciones, paradas, y centros de transferencia modal, incluyendo su localización y todas sus características técnicas.

Los proyectos deben considerar la accesibilidad para todos los usuarios.

4.3.5.4 Diseño de infraestructura auxiliar

El proyecto debe incluir el diseño geométrico y ejecutivo para toda la infraestructura auxiliar, tales como patios, talleres, estacionamientos, etc.

4.3.5.5 Características técnicas del sistema de señalización y control de tráfico

Para un óptimo funcionamiento del proyecto es necesario contar con el proyecto ejecutivo del sistema de señalización y sus características técnicas, esto incluye los dispositivos para el control de tránsito y del monitoreo del servicio, para garantizar su eficiencia, eficacia y la seguridad.

4.3.5.6 Diseño conceptual de infraestructura para movilidad activa

El proyecto debe considerar el diseño de infraestructura que promueva la movilidad activa y la conectividad con los modos de transporte masivo.

Esto incluye vías e instalaciones peatonales, vías e instalaciones para ciclistas, sitio de estacionamiento (Park & Ride), etc.

4.3.5.7 Uso de energía y fuentes renovables

Todo proyecto ambientalmente sustentable debe considerar el uso de energía renovable o sistemas que sean eficientes con la energía, tanto en la operación de las unidades, como en las instalaciones.

4.3.5.8 Plan para la gestión de residuos y reciclaje

En proyecto debe considerar en su etapa de operación un plan para el control, manejo, y reciclaje de los residuos.

4.3.6 Selección del vehículo y servicios conexos

El proceso de selección de los vehículos es muy importante, ya que se deben seleccionar tecnologías que sean amigables con el medio ambiente, y con ello diseñar el equipamiento y la infraestructura auxiliar necesaria de soporte.

- Características técnicas de los vehículos
 - Autobuses (Gas Natural, Eléctricos, Hidrogeno, etc. o BRT)
 - LRT o trenes
- Esquema para la sección de la tecnología (Análisis costo/rentabilidad/eficiencia)
- Diseño conceptual de:
 - Talleres para reparación y mantenimiento
 - Talleres de limpieza e inspección física-mecánica
- Características técnicas de patios o depósitos (estacionamientos)
- Tecnología ITS en los vehículos

4.3.6.1 Características técnicas de los vehículos

Para la selección de los vehículos, se deben contemplar vehículos cuyas características técnicas, de eficiencia energética y de impacto ambiental sean las mejores.

Se recomienda tecnologías tales como: gas natural, eléctricos, e hidrogeno principalmente.

Lo mismo aplicaría para proyectos de LRT o trenes (metro).

4.3.6.2 Esquema para la sección de la tecnología

Las tecnologías ecoeficientes actualmente no tienen precios accesibles en el mercado, por lo que se debe realizar un análisis de los costos de inversión, de mantenimiento, y compararlos con otras opciones para evaluar su rentabilidad financiera, o en su caso un análisis costo-eficiencia.

4.3.6.3 Diseño conceptual de infraestructura auxiliar

Este apartado complementa el punto 4.3.5.4, para asegurar que el diseño de la infraestructura sea acorde a las necesidades de los vehículos o unidades de transporte seleccionadas.

Por lo tanto, se debe considerar el proyecto geométrico y ejecutivo de talleres para reparación y mantenimiento y talleres de limpieza e inspección física-mecánica.

4.3.6.4 Características técnicas de patios o depósitos

En complemento al punto anterior, el diseño debe considerar todas las características técnicas de los patios, depósitos y estacionamientos.

4.3.6.5 Tecnología ITS en los vehículos

Para asegurar una óptima operación de los vehículos se debe considerar que estos incluyan tecnología ITS para su monitoreo y comunicación, con programaciones que sean compatibles con múltiples sistemas.

Esto ayudará a eficientar la coordinación con los sistemas de señalización, el monitoreo de las unidades en tiempo real, proporcionar información a los usuarios dentro de las unidades y en las estaciones y paradas en tiempo real, etc.

4.3.7 Diseño de la arquitectura ITS

Un proyecto de transporte ambientalmente sustentable debe considerar la tecnología ITS como un elemento clave para su operación, ya que estas herramientas coadyuvan a eficientar la operación del transporte.

Para ello es necesario que el proyecto contemple una arquitectura de tecnologías ITS, y que esta sea abierta y vinculante con las tecnologías ITS de los vehículos y unidades.

- Diseño de la arquitectura ITS
 - Información para los usuarios
 - Gestión del tránsito
 - Gestión del transporte
 - Gestión del estacionamiento
 - Gestión de la infraestructura
- Diseño conceptual del sistema de pago
 - Tarjetas inteligentes
 - Sistema prepago o mediante tarjetas de crédito
- Características técnicas ITS existentes (interoperabilidad entre sistemas)

4.3.7.1 Diseño de la arquitectura ITS

El proyecto de transporte ambientalmente sustentable requiere un diseño integral de las tecnologías ITS necesarias para la operación del proyecto, tales como:

- Información para los usuarios
- Gestión del tránsito
- Gestión del transporte
- Gestión del estacionamiento
- Gestión de la infraestructura

4.3.7.2 Diseño conceptual del sistema de pago

El sistema de pago también deberá hacer uso de la tecnología para el cobro inteligente del pasaje, con la finalidad de reducir los tiempos en el transporte.

En lo general en los sistemas de transporte se hace uso de tarjetas inteligentes, las cuales se basan en recargas anticipadas o prepago, o aquellas que se vinculan a las tarjetas de crédito.

En algunos países las tarjetas de transporte pueden ser utilizadas para el pago de productos es dispensadores de alimentos y bebidas, etc.

4.3.7.3 Características técnicas ITS existentes

En algunas ciudades ya tienen en funcionamiento algunas tecnologías ITS, por lo que habrá que asegurar que esas continúen operando, si su resultado ha sido satisfactorio, pero tendrán que adaptarse e interoperar con los nuevos sistemas del proyecto.

4.3.8 Proyecto de integración modal

La conexión entre los diferentes modos de transporte es fundamental para un buen funcionamiento del sistema de transporte, por lo que será necesario asegurar que se cumplen los siguientes aspectos.

- Servicios de integración de pasajeros con:
 - Autobuses (urbanos, suburbanos e interurbanos)
 - BRT, LRT, Metro, Trenes, etc.
- Diseño conceptual de infraestructura para cambio modal (Centros de Transferencia, Estaciones, etc.)
- Accesibilidad
- Evaluación de la seguridad
- Instalaciones para estacionamiento (Park & Ride)
- Instalaciones para bicicletas y ciclovías
- Instalaciones peatonales
- Características técnicas de los sistemas de información para los usuarios

4.3.8.1 Servicios de integración de pasajeros

El nuevo proyecto de transporte deberá estar interconectado con cualquier sistema y modo de transporte existente, en los puntos en donde sea necesario. Dependiendo de la cantidad de usuarios se deben considerar el diseño y construcción del centro para el intercambio modal.

La interconectividad de los servicios debe considerar toda la infraestructura necesaria y su accesibilidad para todos los usuarios.

4.3.8.2 Diseño conceptual de infraestructura para cambio modal

Se requiere el diseño ejecutivo de las estaciones y centros de transferencia que funcionarán para el intercambio modal.

Dicha infraestructura debe considerar de manera particular la interconectividad con vías peatonales y ciclovías.

4.3.8.3 Accesibilidad

La accesibilidad para todos los usuarios debe ser cuidada en todo momento dentro de los proyectos ejecutivos, y de manera específica para los adultos mayores y personas con discapacidad.

4.3.8.4 Evaluación de la seguridad

El proyecto, las instalaciones y las vialidades deberán tener una auditoría de seguridad vial para garantizar el bienestar y la integridad de todos los usuarios del sistema de transporte.

4.3.8.5 Instalaciones para estacionamiento

En los centros de transferencia es importante considerar espacios de estacionamiento seguro para incentivar a los usuarios a que dejen el auto particular y utilicen el transporte público.

4.3.8.6 Instalaciones para bicicletas y ciclovías

En los centros de transferencia es importante considerar espacios para el estacionamiento de bicicletas y la infraestructura necesaria de ciclovías internas y su conexión con las ciclovías o carriles para bicicletas externos.

4.3.8.7 Instalaciones peatonales

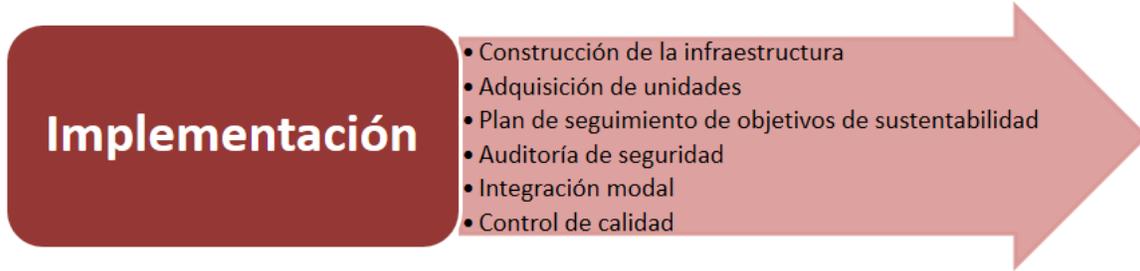
En los centros de transferencia se debe considerar toda la infraestructura necesaria para la movilidad peatonal y su conectividad, de manera segura eficiente y considerando en lo posible distancias cortas.

4.3.8.8 Características técnicas de los sistemas de información

En los centros de transferencia, estaciones y paradas se deben integrar todos los sistemas necesarios para proporcionar información a los usuarios, tanto la información para guiarlos dentro de las instalaciones y su conectividad con otros modos, como la información del sistema en tiempo real.

4.4 Implementación

La etapa de implementación solo incluye algunas recomendaciones para una adecuada ejecución del proyecto.



4.4.1 Construcción del proyecto

La etapa de construcción del proyecto debe considerar elementos de vanguardia para un control y gestión adecuada de la ejecución del proyecto.

- Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad
- Bases de licitación, concurso y asignación del proyecto con criterios de transparencia
 - Creación de "unidades ejecutoras"
- Gestión de proyectos (*PMI* o *Lean Construction*)
- Programa de obra
- Implementación de medidas de mitigación del impacto ambiental
- Participación social (encuestas ciudadanas)
- Programa de comunicación (informar a la ciudadanía)
- Implementación de criterios para evaluación y cumplimiento
- Gestión de riesgos
- Proyecto de instalaciones complementarias (instalaciones eléctricas, sanitarias, vigilancia y seguridad, comunicaciones, etc., y señalización)

4.4.1.1 Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad

La implementación del proyecto requiere que la empresa ejecutora y la supervisora cuenten con una estandarización de sus procesos constructivos, documentados y validados.

El Sistema de Gestión de Calidad debe documentar todos los procesos necesarios, incluyendo las especificaciones técnicas, los procedimientos de trabajo, los instructivos, los formatos, las normativas, etc.

4.4.1.2 Bases de licitación

Las bases de licitación, los concursos y los criterios de asignación deben sean transparentes y con estricto apego a la normativa vigente.

Se propone la creación de unidades ejecutoras para la ejecución del proyecto, con el objetivo de que sean diversas empresas en consorcio quienes construyan el proyecto.

4.4.1.3 Gestión de proyectos

La ejecución del proyecto debe considerar la contratación de un despacho de supervisión y ejecución externo para la gestión del proyecto, las cuales deberán estar certificadas por el *Project Management Institute* o *Lean Construction*.

4.4.1.4 Programa de obra

El programa debe considerar todas las etapas y actividades necesarias del proyecto, incluyendo los servicios conexos y los trabajos preliminares, así como las actividades asociadas a la mitigación del impacto ambiental y la protección de vestigios históricos y arqueológicos.

Se debe desarrollar un programa de obras realista, que incluya todas las variables que puedan afectar la duración de cada una de las actividades y etapas del proyecto.

El programa debe considerar acciones en caso de desviación.

4.4.1.5 Implementación de medidas de mitigación del impacto ambiental

La empresa constructora deberá contar con una unidad ejecutora para el desarrollo de los planes de mitigación del impacto ambiental, así como contar con especialistas para la implementación de todas las acciones.

La unidad ejecutora deberá llevar informes periódicos del monitoreo de los componentes ambientales y de las medidas de mitigación, mismos que deberán reportar a la autoridad competente.

4.4.1.6 Participación social

Se deben realizar encuestas a la población periódicamente para identificar conformidades o inconformidades sobre la ejecución de las obras.

4.4.1.7 Programa de comunicación

Se debe contar con un programa que permita informar a la ciudadanía el avance de las obras, y los resultados de las encuestas sobre la percepción social de los trabajos.

4.4.1.8 Implementación de criterios

La autoridad debe establecer los criterios para evaluación y cumplimiento de los trabajos, mismos que deberán ser evaluados por la empresa supervisora y reportadas a la autoridad.

4.4.1.9 Gestión de riesgos

Es muy importante que el proyecto tenga un análisis de riesgos, y un plan para la gestión de riesgos.

Un plan adecuado permitirá reducir inconvenientes en el proceso de ejecución de la obra y asegurará su conclusión en tiempo y forma.

4.4.1.10 Proyecto de instalaciones complementarias

El proyecto debe considerar todas las actividades relacionadas con el equipamiento de la infraestructura, tales como: instalaciones eléctricas, sanitarias, vigilancia y seguridad, comunicaciones, señalización, etc.

Se debe considerar que los centros de control suelen ser construidos y equipados en lugares distintos a la zona de obra del proyecto, por lo que es muy importante considerar todas las actividades que se requerirán para su puesta en marcha.

Adicionalmente se debe considerar los trabajos necesarios para los suministros de los servicios, tales como electricidad e internet, y las conexiones a los sistemas de drenaje y agua pluvial, etc.

4.4.2 Adquisición de unidades

En paralelo a la construcción, se deben realizar todos los trámites para la adquisición de unidades o del equipo, ya que puede demandar mucho tiempo, que incluirá el desarrollo del equipo, el transporte y los trámites aduanales, contratos, pagos, garantías, etc.

- Identificación y selección de proveedores
- Especificaciones técnicas de las unidades del proyecto
- Licitación y asignación del contrato
- Seguimiento de la compra (incluir la importación en caso de ser necesario)
- Control de calidad
- Plan de monitoreo del desempeño
- Verificación de la eficiencia energética
- Estrategia para la gestión de los activos (mantenimiento, reparación, rehabilitación, renovación).

4.4.2.1 Identificación y selección de proveedores

La autoridad de transporte debe identificar los proveedores disponibles y con base en las especificaciones de las unidades del proyecto y la capacidad de las empresas deberá seleccionar a los posibles proveedores.

4.4.2.2 Especificaciones técnicas de las unidades del proyecto

La autoridad de transporte con base en las características definidas en el punto 4.3.6 deberá preparar las especificaciones técnicas de las unidades del proyecto mismas que se someterán a cotización de los proveedores disponibles en el mercado.

4.4.2.3 Licitación y asignación del contrato

Se recomienda realizar licitaciones públicas internacionales para obtener los mejores costos y las mejores ofertas tecnológicas con estricto apego a las especificaciones técnicas.

La autoridad deberá realizar el contrato para asegurar que se cumplan las condiciones de la licitación.

Se debe seguir en todo momento un proceso transparente y público.

4.4.2.4 Seguimiento de la compra

Una vez realizado el contrato y la orden de comprar, la autoridad deberá monitorear la compra y dar seguimiento a la importación de las unidades.

4.4.2.5 Control de calidad

La autoridad deberá desarrollar un mecanismo para el control de la calidad de las unidades adquiridas. El plan de control deberá ser del conocimiento del proveedor y estar incluido en las bases de licitación y en el contrato.

4.4.2.6 Plan de monitoreo del desempeño

Para el seguimiento de las condiciones de operación de las unidades, la autoridad debe desarrollar un plan de monitoreo del desempeño, para asegurar el cumplimiento de las especificaciones del contrato y en su caso aplicar las garantías.

4.4.2.7 Verificación de la eficiencia energética

Dentro del plan de monitoreo del desempeño, se debe tener un seguimiento específico del consumo de energía y el rendimiento en las unidades, para asegurar una adecuada eficiencia energética de las unidades.

Los choferes deben tener capacitación adecuada para el manejo de las unidades, a fin de obtener un desempeño y rendimiento apropiado del equipo motriz.

4.4.2.8 Estrategia para la gestión de los activos

La autoridad deberá concentrar toda la información del desempeño de las unidades, y establecer una estrategia para la gestión de activos, que incluya el mantenimiento, la reparación, la rehabilitación, y la renovación.

4.4.3 Plan de seguimiento de objetivos de sustentabilidad

La autoridad debe contar con un plan para el monitoreo de la sustentabilidad.

- Monitoreo de los objetivos del proyecto
- Gestión ambiental
- Análisis del Ciclo de Vida (Reducción de CO2 del proyecto)
- Eficiencia energética (unidades de transporte e instalaciones)
- Cumplimiento de objetivos sociales (accesibilidad, equidad, asequible, etc.)
- Resiliencia ante desastres naturales
- Resiliencia ante el cambio climático
- Gestión de residuos sólidos

4.4.3.1 Monitoreo de los objetivos del proyecto

La autoridad debe dar seguimiento al cumplimiento de los objetivos del proyecto, específicamente aquellos relacionados con la sustentabilidad.

4.4.3.2 Gestión ambiental

El proyecto deberá contar con un plan para la gestión ambiental, para evaluar el consumo de recursos naturales y el manejo de residuos, el cual además deberá ir incluyendo acciones para disminuir su huella ecológica.

4.4.3.3 Análisis del Ciclo de Vida

El proyecto requiere la realización de una Análisis del Ciclo de Vida (ACV) para evaluar la reducción de CO2 que se tendrá con la operación del proyecto, aunque se pueden considerar otros aspectos ambientales.

4.4.3.4 Eficiencia energética

La autoridad debe llevar un control de consumo de energía en las instalaciones y en las unidades, para evaluar la eficiencia energética conforme a proyecto. En caso de desviaciones, la autoridad deberá implementar nuevas estrategias para aumentar la eficiencia energética en el proyecto de transporte.

4.4.3.5 Cumplimiento de objetivos sociales

La sustentabilidad también incluye aspectos sociales relevantes dentro del sistema de transporte, por lo que es importante evaluar su cumplimiento, por ejemplo: accesibilidad, equidad, asequible, etc.

4.4.3.6 Resiliencia ante desastres naturales

El proyecto debe contar con una evaluación sobre la resiliencia ante cualquier amenaza natural que podría comprometer su integridad estructural y su operatividad.

Cualquier riesgo detectado deberá ser manejado adecuadamente por la autoridad e implementar las acciones preventivas necesarias.

4.4.3.7 Resiliencia ante el cambio climático

En temas de cambio climático y los fenómenos asociados a él, la autoridad debe asegurar que el proyecto sea resiliente ante cualquier amenaza climática, para asegurar la integridad de la infraestructura y la operatividad del servicio de transporte.

4.4.3.8 Gestión de residuos sólidos

En el apartado 4.4.3.2 se debe tener en consideración la identificación de los residuos, la cuantificación y su clasificación.

En este aspecto, lo que se busca reforzar es que exista un plan para su manejo, ya sean reciclaje o reuso, para reducir el impacto de la operación del transporte.

En el caso de los residuos peligrosos derivados del mantenimiento de las unidades deberán estar sujetos al manejo especial que las regulaciones ambientales federales o locales marquen al respecto.

4.4.4 Auditoría de seguridad

La seguridad vial y de los usuarios es un factor fundamental en los sistemas de transporte, por lo que el proyecto deberá considerar una auditoría de seguridad para revisar los aspectos relevantes que permitan garantizar la integridad de los usuarios.

- Auditoría de seguridad del proyecto
 - Diseño seguro de intersecciones y puntos de acceso al sistema de transporte
 - Proyecto de dispositivos para el control del tránsito y la movilidad segura de los usuarios
- Inspección de seguridad al inicio de operaciones del Proyecto
- Reglamento de tránsito y del transporte
- Reglamento de movilidad sustentable (incluye movilidad activa)
- Plan para el monitoreo de la seguridad
- Tecnología ITS para la seguridad en el transporte
- Campañas de concientización de la seguridad en el transporte
- Estadísticas sobre el desempeño de la seguridad

4.4.4.1 Auditoría de seguridad del proyecto

El proyecto requiere de una revisión de las intersecciones y accesos al proyecto de transporte, para garantizar la seguridad para todos los usuarios.

Se debe contar con un proyecto adecuado de dispositivos para el control de tránsito y la movilidad de las personas.

El proyecto debe ser revisado conforme a las metodologías disponibles para realizar auditorías de seguridad para proyectos.

4.4.4.2 Inspección de seguridad al inicio de operaciones del proyecto

Al inicio de operaciones se requiere una revisión de seguridad del proyecto, para evaluar los resultados y realizar cualquier ajuste necesario que pueda comprometer la seguridad para los usuarios dentro del sistema de transporte.

4.4.4.3 Reglamento de tránsito y del transporte

El proyecto puede requerir que se actualice los reglamentos de tránsito y transporte, para que se incluyan todas las regulaciones necesarias para la operación segura del proyecto, incluyendo aquellas derivadas con las nuevas instalaciones para peatones y ciclistas, particularmente en las zonas de transferencia modal, que pudieran no estar contempladas en los reglamentos vigentes.

4.4.4.4 Reglamento de movilidad sustentable

En el supuesto que la ciudad no cuente con reglamentaciones específicas para la movilidad activa, se deberá generar un nuevo reglamento, o incorporarlos a un reglamento integral de tránsito, movilidad y transporte. En el caso de que exista, deberán actualizarse las partes que sean necesarias para garantizar una operación segura y eficiente de todos los modos dentro del sistema de transporte, incluyendo la movilidad activa.

4.4.4.5 Plan para el monitoreo de la seguridad

El proyecto debe incluir un plan para el monitoreo de la seguridad, considerando el equipamiento, instalaciones y personal necesario para la implementación del plan. El plan debe considerar la vinculación con las autoridades responsables de la seguridad y protección ciudadana.

4.4.4.6 Tecnología ITS para la seguridad en el transporte

El proyecto debe considerar todas las tecnologías ITS disponibles que coadyuven a garantizar la seguridad de los usuarios en los diversos modos de transporte.

4.4.4.7 Campañas de concientización de la seguridad en el transporte

Se recomienda contar con campañas permanentes sobre seguridad en los sistemas de transporte, tanto para los usuarios rutinarios, como para los foráneos, con especial énfasis en los nuevos usuarios (niños y adolescentes) que se irán incorporando en el futuro.

4.4.4.8 Estadísticas sobre el desempeño de la seguridad

El sistema de transporte debe publicar las estadísticas sobre incidencias del sistema asociadas a la operación y a la seguridad, las cuales permitirá tomar acciones correctivas en el caso de ser necesarias.

4.4.5 Integración modal

Cuando se trata de un proyecto específico y que se insertará en el sistema de transporte actual se debe considerar todas las necesidades para su conectividad Y transferencia modal.

- Implementación de la infraestructura necesaria para integración del proyecto con otros modos de transporte (centros de transferencia modal)
- Aseguramiento de la conectividad y accesibilidad al Sistema de transporte
- Implementación de las instalaciones para el estacionamiento (autos y bicicletas), para las ciclovías y las vías peatonales.
- Monitoreo del desempeño

4.4.5.1 Centros de transferencia modal

El proyecto debe considerar toda la infraestructura necesaria para la integración del nuevo proyecto con otros modos de transporte a través de centros de transferencia modal.

Cada centro de transferencia modal requerirá un proyecto de manera particular que debe considerar varios los aspectos establecidos en el presente Marco, tales como la accesibilidad, conectividad, impacto ambiental, seguridad, tecnología ITS, etc.

4.4.5.2 Aseguramiento de la conectividad

El proyecto debe garantizar una conectividad segura, accesible y asequible para todos entre los diferentes modos que integran el sistema de transporte.

4.4.5.3 Instalaciones para el estacionamiento

El proyecto debe considerar todas las instalaciones necesarias para proveer estacionamiento (autos y bicicletas) para los usuarios, de tal manera que puedan utilizar el centro de transferencia y hacer cambio modal, para utilizar el transporte masivo, las ciclovías o las vías peatonales.

4.4.5.4 Monitoreo del desempeño

Para revisar el funcionamiento de las instalaciones se debe realizar un monitoreo de los desplazamientos y de la operación de los servicios, con la finalidad de evaluar el desempeño.

4.4.6 Control de calidad

En la etapa de implementación se debe controlar la calidad del proyecto en todas sus actividades para garantizar un adecuado cumplimiento de sus objetivos de planeación y de diseño.

- Supervisión de las actividades de obra
- Aseguramiento del control de calidad
 - Documentación de procesos y procedimientos, constructivos, de mantenimiento y de operación del sistema de transporte
- Seguimiento de objetivos y metas de desempeño
- Desarrollo de proyectos de mejora continua

4.4.6.1 Supervisión

Se debe llevar a cabo una adecuada supervisión de las actividades de obra, conforme al proyecto y al programa de trabajo de trabajo.

La supervisión requiere una especial vigilancia del cumplimiento ambiental para mitigar todos los impactos ambientales del proyecto.

4.4.6.2 Aseguramiento del control de calidad

El control de calidad de la obra es muy importante para garantizar un adecuado cumplimiento de la normativa, la cual permite asegurar la durabilidad del proyecto.

Para un adecuado seguimiento de la calidad, se requiere contar con procesos y procedimientos bien documentados, procesos constructivos, programas de mantenimiento, planes de calidad, programa de operación, etc.

Se debe documentar todo el proceso constructivo a través de los formatos correspondientes para cada proceso o procedimiento.

El uso de normativa técnica es importante para asegurar el cumplimiento de los estándares mínimos requeridos para la construcción, para los materiales, etc.

4.4.6.3 Seguimiento de objetivos y metas de desempeño

Para evaluar el cumplimiento se requiere darle seguimiento a los objetivos y metas de desempeño del proyecto, para ello se deben evaluar los diferentes parámetros establecidos en la etapa de diseño.

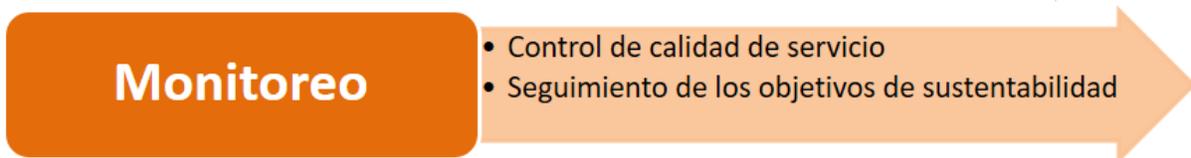
4.4.6.4 Desarrollo de proyectos de mejora continua

Con base en los resultados de la medición de los objetivos y metas, así como del desempeño de los procesos, se pueden, si es necesario, desarrollar proyectos de mejora continua que permitan mejora al proyecto de transporte ambientalmente sustentable.

4.5 Monitoreo

La etapa de monitoreo permite darle seguimiento a la operación del servicio y al cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad.

El resultado del monitoreo permitirá documentar las mejores prácticas para que se puedan replicar las mejores experiencias sobre proyectos de transporte ambientalmente sustentables en otras ciudades del país.



4.5.1 Control de calidad del servicio

La parte medular del monitoreo es el control de calidad en el servicio que va a prestar el proyecto de transporte.

- Monitoreo del desempeño del sistema
- Evaluación del servicio
 - Indicadores sobre calidad del servicio
 - Indicadores de eficiencia
 - Indicadores financieros
- Ingresos
- Gastos de operación
- Generación de estadísticas (número de pasajeros, etc.)
- Monitoreo de la movilidad
- Estrategia de comunicación (dar a conocer resultados del desempeño)

4.5.1.1 Monitoreo del desempeño del sistema

El monitoreo del sistema se debe basar en los elementos de diseño y los planes de seguimiento desarrollados, mediante los cuales se establecieron métricas para evaluar su desempeño.

4.5.1.2 Evaluación del servicio

Para evaluar el servicio se deben utilizar los diferentes indicadores que se hayan definido en la etapa de diseño, con el objeto de verificar la operación en términos de calidad del servicio, de eficiencia del servicio y de los indicadores financieros, principalmente.

Sobre la marcha se podrán incluir todos los indicadores necesarios que aporten información y que permita la toma de decisiones, particularmente aquellos que permitan

4.5.1.3 Ingresos

Se debe monitorear los ingresos del proyecto o del sistema en general, tanto de lo que se recauda por el pago del boleto de viaje, como los ingresos por renta de espacios para el comercio, renta de espacios para publicidad, etc.

4.5.1.4 Gastos de operación

Se debe llevar un adecuado control de los gastos de operación del sistema, en relación al consumo de electricidad, agua, limpieza, etc., así como el pago de salarios y prestaciones para el personal.

Es importante generar estados financieros de los gastos y su correspondiente comparación con los ingresos, para que en medida de lo posible se utilicen subsidios.

4.5.1.5 Generación de estadísticas

Para el monitoreo y seguimiento se requiere la generación de estadísticas temporales de la operación del transporte, sobre el número de viajes, número de unidades de operación, número de pasajeros transportados, número de pasajeros por ruta, etc.

Se recomienda que la información sea publicada y que la sociedad pueda tener acceso a la información.

4.5.1.6 Monitoreo de la movilidad

En relación a la movilidad se requiere observar la cantidad de peatones y determinar los niveles de servicio de las internas del proyecto (andenes, paradas, estaciones, etc.) y las externas (accesos, vialidades de conexión, etc.), así como el estacionamiento, zonas comerciales, etc.

El monitoreo también de evaluar las ciclovías, el estacionamiento para bicicletas, la capacidad de las ciclovías, etc.

4.5.1.7 Estrategia de comunicación

La autoridad de transporte y las empresas deben dar a conocer a la sociedad los resultados del desempeño, incluyendo encuestas de percepción del servicio, para poder obtener retroalimentación y poder implementar acciones de mejora.

Se debe hacer especial énfasis en los resultados de los diferentes factores asociados a la sustentabilidad, tanto sociales como ambientales.

4.5.2 Seguimiento de los objetivos de sustentabilidad

Los proyectos para el transporte ambientalmente sustentables requieren un especial seguimiento de las variables ambientales y sociales del proyecto, para poder garantizar el cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad.

- Consumo de energía renovable
- Eficiencia energética
- Emisiones contaminantes
 - Emisión de GEI
 - Calidad del aire
- Medición de los niveles de ruido
- Gestión de residuos
- Estimación del beneficio social
- Reducción de accidentes
- Reducción de riesgos ante amenazas naturales

4.5.2.1 Consumo de energía renovable

Se debe monitorear el consumo de energía por fuente de generación. Los registros permitirán identificar estrategias para reducir el consumo de fuente no renovables y cambia a fuente renovables. De cualquier manera, deben implementarse estrategias para reducir el consumo energético.

4.5.2.2 Eficiencia energética

Durante la operación del proyecto, de manera específica en las unidades y las instalaciones, se debe dar seguimiento a la eficiencia energética conforme a los parámetros establecidos en el diseño. Cualquier desviación debe ser corregida mediante los proveedores del equipamiento y de las unidades.

4.5.2.3 Emisiones contaminantes

Se debe dar seguimiento al impacto ambiental del proyecto, de manera importante en la cuantificación de las emisiones contaminantes, incluyendo los gases de efecto invernadero y aquellos que alteran la calidad del aire.

4.5.2.4 Medición de los niveles de ruido

Uno de los principales impactos en las ciudades es el ruido ambiental, por lo que se debe garantizar niveles sonoros adecuados mediante estrategias de mitigación y de regulación que permitan dar seguimiento a los objetivos establecidos en este apartado en el diseño del proyecto y de acuerdo al diagnóstico.

4.5.2.5 Gestión de residuos

Se debe dar seguimiento al manejo de residuos, producto de la operación de las terminales, centros de transferencia, estaciones, patios de mantenimiento, etc., así como lo derivado de la operación de las unidades del transporte.

Los indicadores a monitorear son la cantidad generada, la clasificación por tipo de residuos, porcentaje reciclado, etc.

La gestión debe incluir también acciones que permita reducir los residuos sólidos y peligrosos en la operación del transporte,

4.5.2.6 Estimación del beneficio social

Se debe dar seguimiento al impacto social para los usuarios directos del proyecto y al público en general.

Se pueden establecer indicadores relacionados con los beneficios en la movilidad, pero también en las afectaciones a la salud (debido al ruido, emisiones, etc.).

4.5.2.7 Reducción de accidentes

Aunque la visión de la seguridad deba ser cero accidentes, se debe tener una estrategia para reducirlos y evitarlos, por lo que se debe dar seguimiento a toda la estrategia de seguridad del proyecto, de la infraestructura y de la operación.

4.5.2.8 Reducción de riesgos ante amenazas naturales

Es importante que el proyecto se encuentre blindado ante las diferentes amenazas naturales, por lo que es importante monitorear el comportamiento del proyecto cuando se encuentre sometido ante un evento de origen natural que pueda impactar la operación y su infraestructura, y en caso de tener afectaciones, tales como interrupción del servicio, daño a la infraestructura, etc., para que la autoridad de transporte puede tomar decisiones para aumentar la resiliencia del proyecto.

5. Conclusiones

El Marco propuesto para el diseño de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte público urbano en México, representa una estructura integrada que ayudará a las autoridades de transporte y movilidad planear proyectos integrales dentro de los sistemas de transporte actuales que puedan garantizar una sustentabilidad en el largo plazo y el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sustentable.

Para asegurar la sustentabilidad de los proyectos de transporte, es importante considerar el mayor número de requisitos establecidos en cada una de las 5 fases del Marco, sin embargo, estas no son limitativas, ya que existe flexibilidad para que las autoridades de transporte establezcan el contenido mínimo para la planeación, integración, diseño, implementación y monitoreo.

Las fases de planeación e integración son un requisito indispensable para que las ciudades puedan establecer las bases para la construcción de los proyectos de transporte, ya que estas políticas enmarcan las regulaciones actuales y futuras hacia las que deben transitar los proyectos que promuevan un desarrollo urbano y una movilidad sustentable.

La fase de diseño permite guiar a las autoridades de transporte a la conceptualización y diseño del proyecto de transporte ambientalmente sustentable, esto incluye la determinación de indicadores que permitan evaluar el desempeño de proyecto. Las determinaciones de los costos se incluyen en esta fase.

La fase implementación del proyecto, incluye la construcción del mismo, y todas las obras necesarias para la operación, la conectividad, la accesibilidad, entre otras, que coadyuvaran a una puesta en marcha exitosa del proyecto.

Para evaluar los resultados e identificar mejoras será necesario realizar una serie de actividades que se incluyen en la fase de monitoreo, la cual nos permitirá conocer la eficacia y eficiencia del proyecto, tanto en el transporte de personas, como el cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad.

Este Marco puede fortalecerse con ejemplos de diferentes ciudades y países para facilitar la transferencia de conocimiento, de tal manera que las autoridades de transporte cuenten con insumos basados en casos prácticos y exitosos para la toma de decisiones.

Se espera que las autoridades transporte encuentren en el presente documento todos los elementos necesarios para la construcción de proyectos ambientalmente sustentables para el transporte público urbano, que promueva una movilidad segura, accesible y asequible para todos.

El camino hacia la movilidad sustentable debe basarse en el impulso de proyectos para el transporte masivo de personas, así como el desarrollo de proyectos para la movilidad activa.

La calidad de vida de los residentes de las ciudades depende mucho de los tiempos de traslados y de un medio ambiente saludable, por lo que ya no se debe priorizar el automóvil particular en los sistemas de transporte, ni tampoco los medios de transporte poco sustentables.

Bibliografía

Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). Atributos y marco para la infraestructura sostenible. IDB-TN-1653. Washington, DC.

Butkevičius, J.; Lingaitis, L. P. (2005). The problems of urban public transport and their solution trends. WIT Transactions on The Built Environment, Vol 77. ISSN 1743-3509.

Concello de Vigo. (2014). A guide of good practices on sustainable urban mobility. SUM Project. Municipality of Vigo. Spain.

Ecologistas en acción. (2007). Problemas de la movilidad y su repercusión urbana e individual. <https://www.ecologistasenaccion.org/?p=9845> (página consultada el 1 de julio del 2020)

Fischer, Jaime Montague. (2013). Paths, Roads, and Rails to Better and More Sustainable Living. TR News No. 288, Environmental Sustainability in Transportation. Washington, DC.

Fondo Nacional de Infraestructura. (2008). Guía de presentación y evaluación de proyectos de infraestructura de transporte masivo. México, DF.

Fondo Nacional de Infraestructura. (2008). Lineamientos del Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo. México, DF.

Gakenheimer, Ralph. (1999). Urban mobility in the developing world. Transportation Research Part A: Policy and Practice. Volume 33, Issues 7–8, September–November 1999, Pages 671-689. Elsevier.

German Corporation for International Cooperation (GIZ). 10 Principles for Sustainable Urban Transport. Sustainable Urban Transport Project (SUTP).

Malmö Stad. (2016). Sustainable urban mobility plan: Creating a more accessible Malmö. Sweden.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2019). Social and Economic Sustainability Performance Measures for Public Transportation. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25461>. Washington, DC. [NAS, 2019]

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2000). *Guidelines: Environmentally Sustainable Transport. Futures, strategies and best practices*. Viena, Austria.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2002) *Report on the OECD Conference Environmentally Sustainable Transport (EST): Futures, Strategies and Best practices*. Viena, Austria.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2002). *Policy Instruments for Achieving Environmentally Sustainable Transport*. París, Francia.

Rupprecht Consult (editor). (2019). *Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan, Second Edition*. European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans.

Transportation Association of Canada. (2007). *Strategies for sustainable transportation planning*. Ottawa, Canada.

United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Oslo, Noruega.

United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. (2012). *Sustainable Urban Transportation Systems: An Overview*. Bangkok, Thailand. [UNESCAP, 2012]

United Nations Economic Commission for Europe. (2015). *Sustainable urban mobility and public transport in UNECE capitals*. Transport Trends and Economics Series (WP.5). New York and Geneva.



COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Km 12+000 Carretera Estatal 431 “El Colorado Galindo”
Parque Tecnológico San Fandila, Mpio. Pedro Escobedo,
Querétaro, México. C.P. 76703
Tel: +52 (442) 216 97 77 ext. 2610
Fax: +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

<http://www.imt.mx/>