

## I. ANTECEDENTES

### 1.1. IMPORTANCIA DE LA PLANEACIÓN EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

La planeación induce al análisis sistemático y riguroso del ámbito interno de los proyectos de infraestructura a fin de minimizar o eliminar debilidades y amenazas, potenciar las fortalezas y aprovechar las oportunidades del medio. Lo anterior permite a una gerencia mantener el máximo control posible sobre el destino de la empresa en un mundo dinámico. La importancia no solo radica en planear sino también realizar en forma ordenada un amplio número de actividades que a su vez implican el uso de recursos humanos, materiales y financieros.

La planeación es la mejor forma de lograr objetivos que se han propuesto ya que de otra manera sería difícil obtenerlos. Siendo está un instrumento que permite elegir las mejores opciones y así fijar correctamente el curso concreto del proyecto y para ello se debe elaborar el programa de trabajo que deberá considerar cuatro elementos siendo estos:

- ❖ Las políticas. Normas generales que le servirán para orientar la acción: por ejemplo, utilizar encuestadores profesionales en la investigación de campo.
- ❖ Los procedimientos. Secuencia cronológica de pasos para lograr un objetivo; por ejemplo, el procedimiento que se siguió para elegir el tema del proyecto.
- ❖ Los programas. Secuencia cronológica de pasos para lograr un objetivo, donde la variable fundamental es el tiempo; por ejemplo, programa de obra.
- ❖ Los presupuestos. Estimación cuantitativa de los pasos de un programa; por ejemplo, costos directos.

Dado lo anterior, la planeación adecuada y ordenada nos permite garantizar el éxito de los objetivos que se han visualizado y plasmado, para cualquier actividad que se ha programado en un intervalo de fechas, estas fechas distribuidas a lo largo de la duración total del proyecto.

### **1.1.1. Ventajas y Desventajas de la Planeación.**

Hablar de ventajas y desventajas de la planeación dentro un proyecto de infraestructura, nos da la pauta para poder entender su importancia y del por qué no evadirla. Con la ayuda de la planeación podemos tener ventajas como ver si nos hemos desviado de nuestra línea de acción, entonces se podrá redefinir el rumbo de nuestra institución, propiciar si es necesario una transformación en la cultura organizacional. Otra ventaja es que nos proporciona sinergia y por lo tanto un compromiso grupal, además evaluar el desempeño institucional, lo anterior en cuanto al cuerpo de la empresa, por parte del proyecto nos permite adecuar la distribución de los recursos humanos, materiales y financieros, por otra parte nos podrá mostrar los aspectos en donde se requiere inmediata y mayor atención esto para evitar más desvíos en el.

Con la planeación además de lo anterior se logra, evitar la tendencia a que las cosas sigan su curso sin tomar medidas apropiadas además de proporcionar esperanzas y estímulos para lograr mejores metas y así proporcionar la mejor y correcta solución.

La empresa puede alcanzar el buen éxito si cuenta con una administración competente. Por lo tanto se debe planear las actividades que permitan alcanzar los resultados deseados. Entendiendo que la eficiencia nos da del resultado del orden que empleemos que no puede venir del acaso, ni de la improvisación, debemos introducirnos a un esquema de trabajo integro, así como en la parte dinámica lo central es estar dirigiendo, en la parte mecánica es la organización y para mejor desempeño ambas acciones deben coordinarse de manera simultánea.

Se hace énfasis que la planeación es una función fundamental del proceso administrativo y que es básica para las otras funciones administrativas, es decir para la Organización, Dirección y Control. Con la previa determinación de las actividades por medio de la planeación, tendremos a quien organizar, a quien dirigir y a quien controlar, para llevar con proceso con mejores expectativas de progreso.

La planeación permite elaborar un patrón o modelo completo de trabajo a realizar, además suministra las bases sobre las cuales obrarán las otras funciones directivas. Así pues es necesario tener en cuenta dos grandes elementos:

- ❖ El Futuro. Ya que nuestro proyecto se encuentra dentro de un periodo desfasado del presente hacia un lapso de tiempo posterior.
- ❖ La relación entre las metas finales y la manera de obtenerlas. Para éstas se elaboraran objetivos que funcionan como enlaces y aparte el cómo deseamos que quede integrado nuestro proyecto de infraestructura.

Como desventajas dentro de nuestra planeación podemos tener que estará bajo un poco de incertidumbre.

De lo anterior podemos mencionar que en el proceso administrativo se debe emplear la planeación ya que es importante, porque es la base en donde se estructuran nuestras metas.

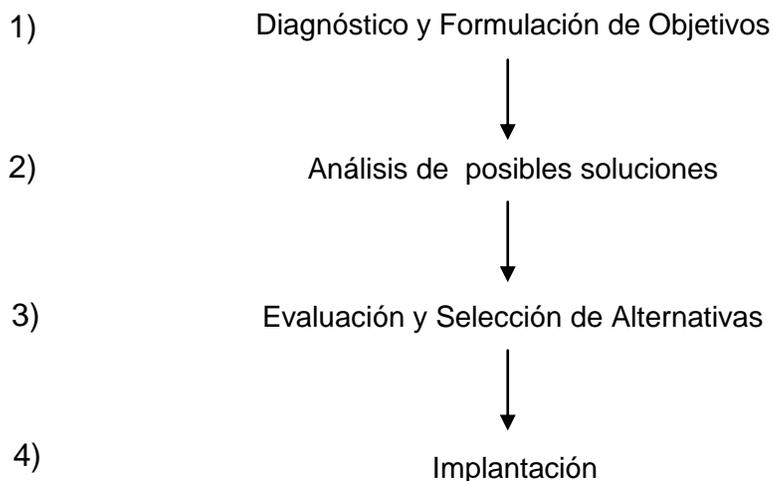
### **1.1.2. Importancia de acuerdo a los propósitos.**

- ❖ Determinar lo que debe hacerse ésta semana, éste mes ó éste año, para estar en una situación satisfactoria la semana próxima o durante la duración del proyecto y así garantizar la ruta que se ha trazado como base de nuestro programa de trabajo.
- ❖ La planeación intenta eliminar y mitigar los riesgos que pudieran surgir durante la ejecución de nuestro proyecto y así no tomar decisiones apresuradas en ese momento.
- ❖ La planeación intenta asegurar el uso efectivo de los recursos disponibles que conduzcan al logro de los objetivos más importantes que se encuentran en el proyecto.
- ❖ Desarrollar un programa que establezca un proceso como parte de una costumbre que nos lleve a una mejor competitividad dentro de nuestra área de trabajo.

Con los propósitos definidos se logran ventajas sobre aquellas empresas que no aplican planeación. Facilita el posicionamiento y competitividad empresarial y permite evaluar los logros alcanzados, además de que podemos evitar que nuestros costos se eleven hasta un 30 % del costo total del proyecto.

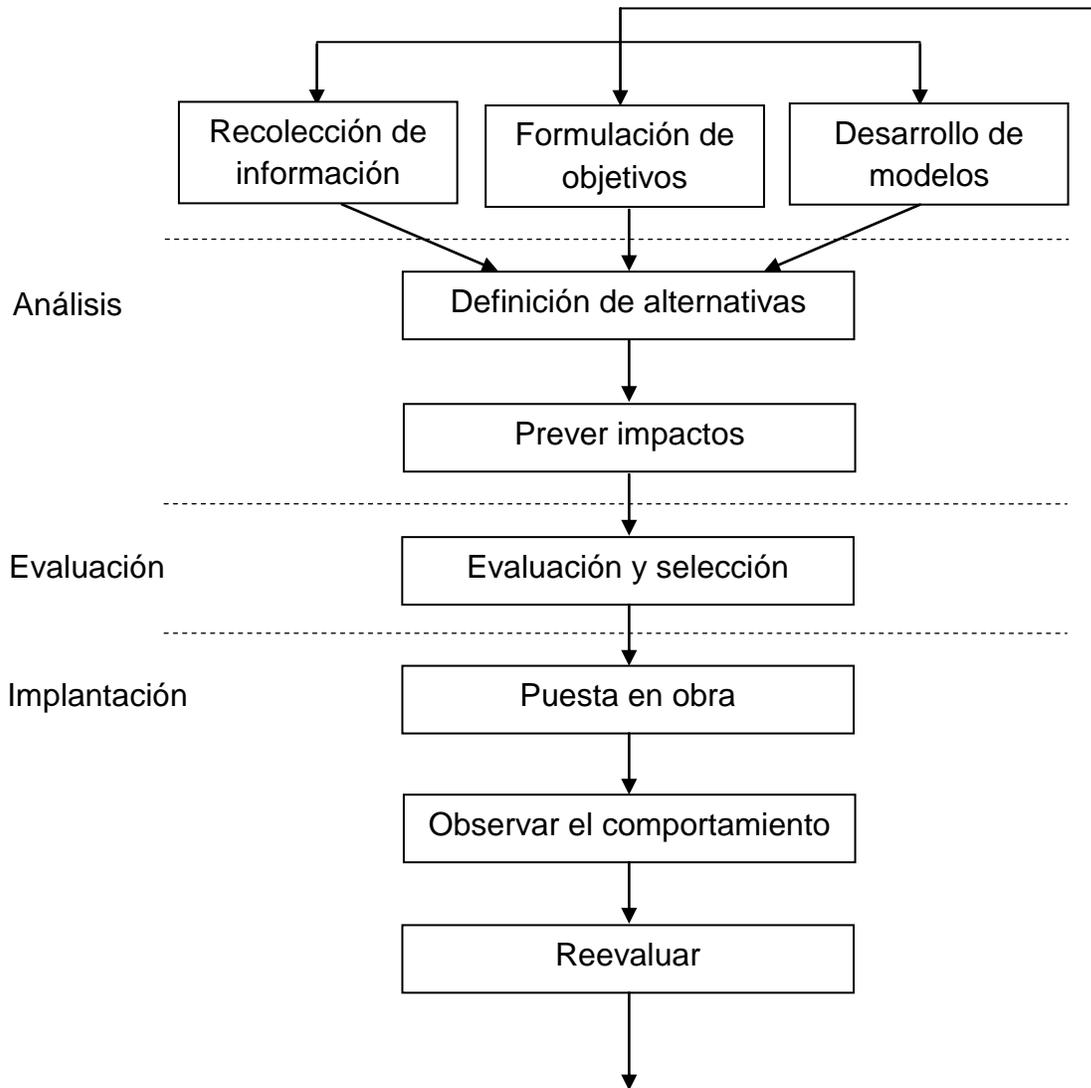
## 1.2. ETAPAS DE LA PLANEACIÓN EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

La planeación de una ciudad o una región se realizan en cualquier periodo de tiempo, con la participación de grupos y organizaciones públicas y privadas, los cuales tendrán cada uno múltiples objetivos; por lo tanto se deben reunir para establecer un proceso que conduzca a objetivos en común, con alternativas adaptables a los cambios de una sociedad dinámica como la nuestra, previendo acontecimientos que pueda originar una desviación en nuestro proyecto en el cual se encuentra la infraestructura del transporte. Para así realizar la secuencia de un conjunto de actividades que se debe resumir en cuatro etapas siendo las que se mencionan a continuación:



La cantidad de recursos y tiempo necesarios para la realización de estas actividades, depende de la magnitud de los problemas a resolver, que conforme se precisan y detallan, requieren de una cantidad mayor de información. Con base a los datos recabados y un análisis cuidadoso, se calibran los efectos de las diferentes estrategias permitiendo modificar las alternativas de solución, creando un procedimiento continuo, el cual se indica a continuación en la figura. 1.2.1.:

## Diagnóstico y Formulación de Objetivos.



**Figura. 1.2.1. Calibración de Información.**

La planeación en proyectos de infraestructura de transporte permite estar en condiciones de tomar decisiones óptimas en la ejecución de la construcción de nuevas obras viales, a las mejoras de los sistemas de transporte existentes, la implementación de nuevos sistemas o bien definir sus formas de explotación y determinar donde y cuando deberán operar para lograr el mayor impacto al mayor número de beneficiarios. La utilización de planeación ha demostrado su eficacia,

justificándose en economías donde la existencia de recursos financieros es cada vez más crítica y se hace necesario utilizar los pocos recursos económicos de manera óptima y sostenida.

Uno de los propósitos básicos de la planificación de los transportes urbanos es mejorar las condiciones de flujo de personas y bienes, dentro de un contexto espacial y económico urbano global con el fin de que dicho tránsito se realice al menor costo posible en función de las economías de las zonas de estudio.

De manera general, la finalidad de la planeación se enfoca en desarrollar una secuencia de actividades establecidas, integrando planes y programas coordinados entre sí para alcanzar objetivos específicos a lo largo de un período determinado.

### **1.2.1. Elementos que intervienen en la planeación.**

#### **a) El derecho del Transporte.**

El concepto de derecho de transporte nace en Europa alrededor de los años setentas y es reforzado por grupos ecologistas en 1974. Este derecho se refiere a la posibilidad de que cualquier persona que habita en una ciudad pueda acceder a los sistemas de transporte en cualquier momento y hacia cualquier punto que elija.

Este principio de que cada habitante de una ciudad tenga acceso a los medios de transporte y pueda desplazarse, está ligado al concepto de accesibilidad pero aún esto queda impreciso debido a que se puede hablar tanto de accesibilidad mínima a ciertos puntos de la ciudad o una accesibilidad de todos al automóvil o al derecho de circular. Entenderemos por accesibilidad la facilidad de poder desplazarse o de transportarse de un lugar a otro en función de poder realizar alguna actividad ligada a un medio de transporte a determinado grupo de personas y a diversas horas del día. Uno de los medios que satisface estas necesidades es el automóvil y no se puede negar el lugar que ocupa dentro de las actividades de las ciudades ya que su influencia es decisiva por ejemplo en:

- ❖ Los grupos de poder, tales como las empresas automotrices, la industria alterna que esta genera, se tienen a las empresas petroleras, la publicidad y prensa.
- ❖ El punto de vista socioeconómico puesto que proporciona empleo a personas en talleres, estacionamientos, comercios, servicios, entre otras.
- ❖ Las empresas constructoras ya que se generan nuevas vías y caminos.
- ❖ El ámbito social en cuanto a la imagen, prestigio, rango social, libertad que conlleva.
- ❖ Y la posibilidad real de tener acceso a cualquier punto del territorio nacional.

Quien ayuda a planificar el transporte urbano pretende reducir el uso del automóvil y dar mayores facilidades a los transportes públicos. Puesto que algunos estudios en diferentes ciudades han demostrado que más de un 50% del total de la población de una ciudad no puede poseer un automóvil. En tanto se debe proveer este servicio para cualquier tipo de persona ya que tiene el derecho a desplazarse de sus lugares de origen, a su trabajo o esparcimiento y así poder realizar sus labores respectivas dentro del entorno en el cual estamos circunscritos.

#### **b) Factores humanos y económicos.**

Como se sabe, transportarse no es un fin por si solo; la gente no se desplaza por el simple gusto de viajar, sino que es una consecuencia para la realización de otra actividad que pueda ser el trabajo, la escuela, las compras, los negocios, las relaciones sociales. Entre los aspectos humanos que influyen para la planeación de los transportes públicos están:

- ❖ Número de personas actual a transportar. Se hace un conteo de personas de las zonas.
- ❖ Número de personas proyectadas a transportar. Se estima un número de personas que se adherirán para usar este transporte.
- ❖ Localización de los asentamientos de la población. Se establece a que lugares se va a proporcionar el servicio y se trata que se tenga la mayor captación de personas.

Entre los aspectos económicos que influyen para la planeación de los transportes públicos están:

- ❖ Costos de infraestructura. Se obtienen los costos de cada actividad del proyecto para obtener un total.
- ❖ Costos por su funcionamiento. Se estima el monto de acuerdo al plan de operación.
- ❖ Para el usuario. El costo que tendrá que pagar el pasajero.
- ❖ Para los transportistas. El costo para los operadores del transporte.
- ❖ Para las autoridades (aspectos fiscales y de regulación). Las autoridades principalmente a través de subsidios en las tarifas, en los combustibles, en los impuestos para la adquisición de nuevos equipos, entre otros.
- ❖ Costos de los energéticos. Los costos de los energéticos considerando el incremento de los precios de los combustibles.

Para realizar el diseño del sistema de transporte público de personas es de suma importancia considerar los factores, usuario y económico lo cual permitirá que las futuras generaciones puedan tener una mejor plataforma para emprender acciones para mejorar la calidad del servicio de transporte público en nuestras ciudades.

### **c) Factores Tecnológicos y del Medio Ambiente.**

La planeación debe hacerse también a largo plazo, por lo que las decisiones sobre las nuevas infraestructuras de transporte serán para dar el servicio varios años, de aquí que las investigaciones sobre la tecnología de los equipos juegan un papel importante que deberá ser tomado en cuenta dentro del proceso de planificación.

Se introduce entonces aquí un término denominado innovación, que implica tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- ❖ Que el producto sea factible técnicamente.
- ❖ Que su costo sea competitivo, que dé respuesta a la demanda de movilidad así como considerar las consecuencias previsibles en la organización.

- ❖ El desarrollo de las ciudades en caso de que se adopte y los obstáculos institucionales o psicológicos de su implantación.

Cada uno de estos puntos deberá verificarse, ya que corre el riesgo de proponer un producto que no sea nuevo.

Entre las características que se buscan con las innovaciones para los transportes urbanos se tienen:

- ❖ Su velocidad (principalmente en los centros urbanos).
- ❖ Su capacidad (relacionada con el espacio utilizado).
- ❖ Su economía (en la construcción de la infraestructura, en su operación y en los consumos de energéticos).
- ❖ Su comodidad (que puede verse de diferentes aspectos, desde el punto de vista del espacio asignado al usuario, los transbordos, los trayectos finales a pie, la frecuencia, el confort físico, la estética, la privacidad).
- ❖ Su impacto al medio ambiente físico y natural (polución del aire y ruido).
- ❖ Su seguridad.

De lo escrito con anterioridad algunos de esos aspectos se pueden extraer mediante visitas técnicas al sistema de transporte público de pasajeros existente en cualquier zona. No hay duda de que en el pasado hubo algunas que fueron eficientes; sin embargo, el crecimiento de la población, las dimensiones del área, los adelantos tecnológicos y otros factores, han rebasado los alcances previstos, y por lo tanto hay que emplear acciones efectivas que resuelvan con éxito este desafío. Para ello es necesario formar, preparar y capacitar personal, así como aprovechar la experiencia y conocimientos que existen alrededor de esta área.

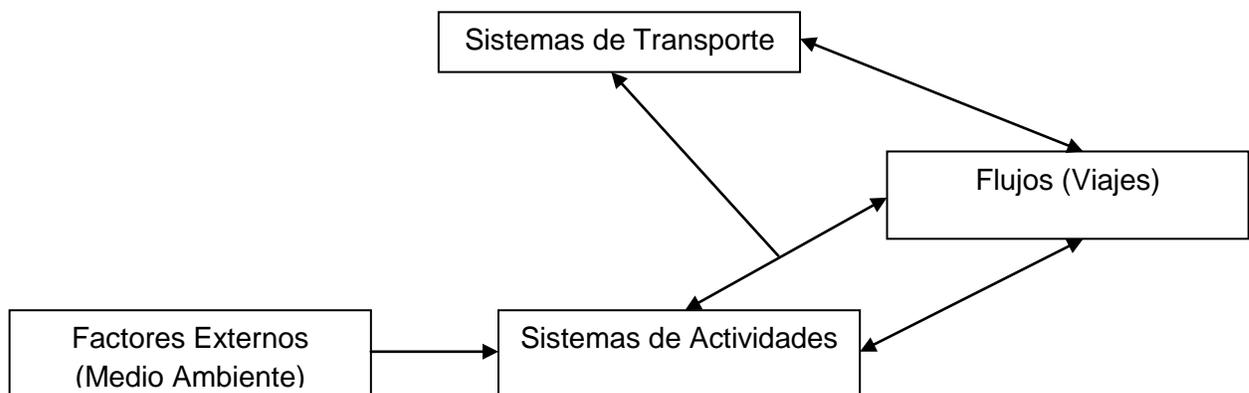
### **1.2.2. Proceso de planeación de los transportes “El Transporte como Sistema”.**

Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí y encaminados hacia ciertos objetivos específicos y metas.

El caso del transporte urbano se puede definir como un sistema básico para el funcionamiento de una ciudad en donde su operación influye de manera directa en la eficiencia del conjunto de sus actividades y en la calidad de vida de sus habitantes. El transporte cumple el papel de conectar e integrar funciones que se desarrollan en diferentes lugares de una ciudad, mediante la movilización de personas y bienes, lo que permite la especialización de las actividades y los usos del suelo, aprovechando las ventajas de la aglomeración asociada con otras ciudades. De aquí que el papel del que planifica, el transporte, se enfoque generalmente a encauzar los esfuerzos de prestadores de servicio y autoridades para diseñar un sistema que logre la máxima integración o grado de ajuste, entre el sistema y su medio ambiente.

El análisis del sistema de transporte tiene por objeto conocer las interrelaciones complejas de los múltiples elementos encaminados a un mismo objetivo. Estos elementos pueden ser los vehículos, la infraestructura y las técnicas de explotación y operación.

La función de la oferta determina el nivel de servicio a partir del sistema de transporte. La función de la demanda determina el número de viajes a partir del conocimiento del sistema de actividades. Una forma simplificada de ver el transporte y al conjunto de actividades de una ciudad se representa en la siguiente figura 1.2.2.:



**Figura. 1.2.2. Forma simplificada de ver el transporte y actividades.**

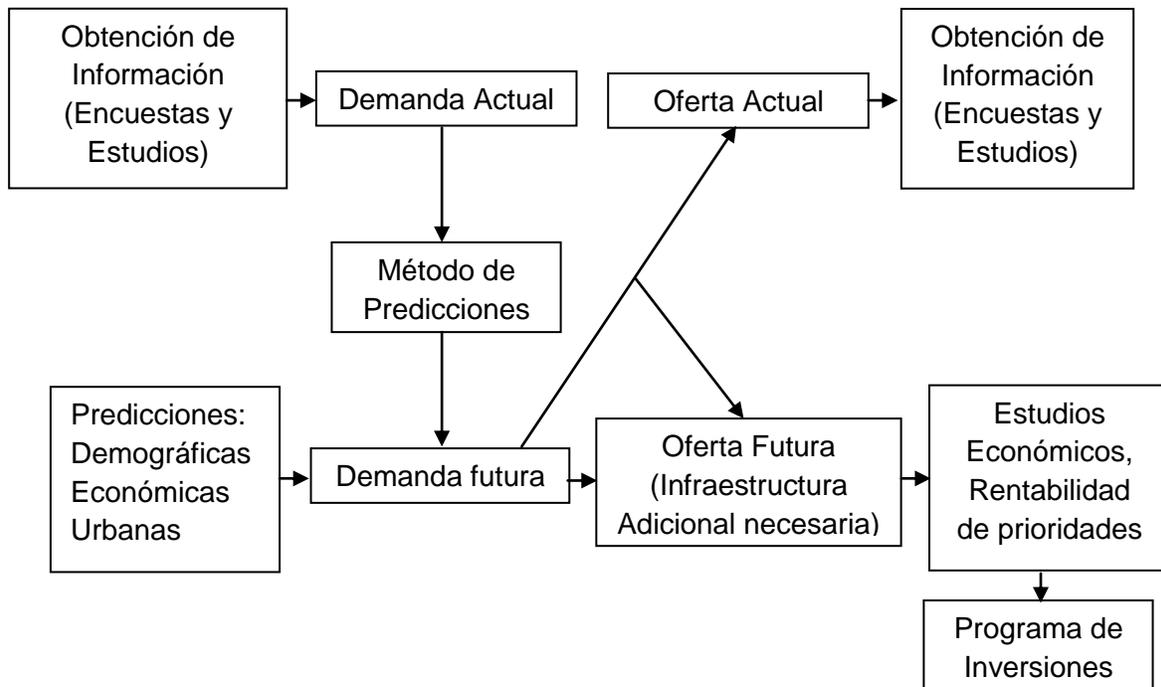
Los factores externos son el conjunto de componentes fuera del sistema que influyen en el comportamiento del sistema. Por su parte, el sistema de actividades incluye las funciones económicas y sociales que se desarrollan en una ciudad, mientras que los flujos están representados por volúmenes de pasajeros y cargas que se mueven entre los diferentes orígenes y destinos.

Al analizar la figura 1.2.2. Se deduce que:

- ❖ Los flujos son consecuencia de las interrelaciones entre los sistemas de transporte y las actividades.
- ❖ La operación del sistema de transporte afectará el desarrollo del sistema de actividades en el largo plazo (muchas actividades preferirían localizarse donde existen mejores niveles de accesibilidad).
- ❖ Los flujos generan cambios en el sistema de transporte debido a las políticas y formas de operación de los servicios de transporte (mejores servicios en donde haya mayor demanda y mejoras en la infraestructura donde existan congestionamientos).

Todos los factores que intervienen en el proceso de planificación de los transportes urbanos, son vistos como verdaderas razones de prioridad hacia los transportes públicos en ciudades medias y grandes.

La planeación del transporte urbano se basa específicamente en la comparación de la demanda con la oferta, y para que esta confrontación sea de utilidad se compara también con la demanda futura, de ahí la importancia que tienen los métodos de predicción y la oferta existente hacia un horizonte de proyecto. Esto permite prever las inversiones necesarias de infraestructura y de equipo, efectuar un análisis económico de su justificación y determinar el orden de prioridad de las obras. El proceso esquemático se puede ver en la figura 1.2.3.:



**Figura. 1.2.3. Proceso esquemático de inversiones necesarias de infraestructura, equipo y análisis económico.**

Este modelo es una herramienta para poder entender de manera práctica y sencilla el proceso que se lleva a cabo para realizar la planeación de un sistema de transporte considerando con lo que actualmente contamos y con lo que se tendrá que contar.

### 1.2.3. Objetivos.

En el curso de los últimos años, las investigaciones en materia de transporte han buscado identificar los objetivos explícitos de una materia sistemática y coherente. A continuación se hará una distinción entre los diferentes niveles de objetivos, mostrando la relación jerárquica existente entre los diferentes grupos. Con ello es factible precisar claramente las hipótesis y los fines que se esperan e indican de qué manera las decisiones relativas a un proyecto de infraestructura de transporte.

Un objetivo es una afirmación de un principio que expresa una situación esperada a la que se quiere llegar por medio de una acción racional. La definición de la

manera de cómo se prevé un objetivo exige una buena comprensión de las necesidades de la población, determinadas por una base empírica o de acuerdo a proyectos realizados con anterioridad.

### **a) Clasificación de los Objetivos.**

Los objetivos pueden clasificarse en dos grupos principales, siendo los primeros de orden general o políticas de planeación y los segundos objetivos propios de los sistemas de transporte. Entre ambos grupos existe una relación y una jerarquización decreciente.

#### ❖ Objetivos políticos

- **Objetivos globales.-** Conciernen a la sociedad en general e intervienen todos los sectores institucionales, se trata de promover la igualdad social y es aquí donde se sitúan las grandes filosofías políticas. Para atender a los problemas de la población. Por ejemplo: vivienda, educación, transportes, etc.
- **Objetivos principales.-** Son aquellos que se presentan a un nivel de mayor especificación. Cada sector institucional posee su propio sistema de objetivos que son los principales fines esperados en cada área. Para las actividades (como el empleo, la salud) los transportes resuelven gran parte de lo que conlleva realizar dichas actividades.

#### ❖ Objetivos del sistema de transporte

- **Objetivos intermediarios.** Son estratégicos y relativos al conjunto de una serie de acciones. A nivel intermediario se pueden definir los objetivos en función de las características particulares de los sistemas de transporte y sus logros, algunos ejemplos de ellos son:
  - ✓ Conservar y mantener un sistema de vialidades compatibles con los flujos actuales y futuros de la circulación entre los orígenes y destinos dados.
  - ✓ Implantar un sistema de transporte urbano, capaz de responder a la demanda actual y futura de los desplazamientos.

- ✓ Asegurar un equilibrio entre el transporte público y el privado.

Los ejemplos anteriores nos muestran una visión de un sistema global y sus elementos, y podemos observar que se abarca la mayor extensión de la demanda en el tema del transporte.

- ❖ Objetivos de los proyectos. Objetivos relativos a ciertos planes de acción particular. Por ejemplo: aumentar la capacidad de una calle dada.

Los ingenieros en transporte establecen los objetivos en términos tales que sea posible definir una acción concreta o una modificación al conjunto de operaciones de los sistemas del transporte.

### **b) Objetivos de los Proyectos.**

A este nivel se elaboran los planes de acción directa en el marco de un sistema de transporte, haciendo un llamado a las medidas técnicas como lo es la modernización de una carretera en la que ya existía un servicio o bien a las medidas administrativas como pueden ser mejorar el funcionamiento de los autobuses o la regulación de los flujos de la circulación.

Un objetivo específico es asignado a todo proyecto o línea de acción de tal forma que permita una observación, una medida o una cuantificación directa. Los objetivos particulares dependerán de los proyectos considerados. Aquí se mencionan algunos ejemplos típicos de objetivos en proyectos a ciertos tramos de vialidades de una red.

- ❖ Definir normas de conservación del alumbrado público. Esto para tener buena visibilidad en las vialidades.
- ❖ Considerar los acondicionamientos especiales para ciertos medios de transporte en itinerarios seleccionados (autobuses, bicicletas, camiones de carga, etc.). Esto para evitar coaliciones mayores y un flujo mayor en la circulación.
- ❖ Obtener índices de accidentes. Esto para contar con historial de estadísticas.

- ❖ Establecer restricciones de circulación en ciertas redes. Esto para evitar como puede ser el desgaste del pavimento.

Los objetivos de los proyectos en parte se deben reflejar en la seguridad de las vías y al mejoramiento del medio ambiente ya que son elementos, para poder cumplir con normas que existen en cada zona geográfica. Los objetivos que se formulen deberán ser a un nivel de proyectos ejecutivos, para que la planeación de la infraestructura de los transportes tenga una aplicación práctica y sencilla.

#### **1.2.4. Recopilación de información.**

Dentro del proceso de planeación de infraestructura de transportes, la recopilación de datos para conocer la oferta y la demanda de viajes es una etapa que requiere de cuidado para su obtención.

Los métodos comúnmente utilizados en la recopilación de los datos por muestreo son dos:

- ❖ Observaciones: se realizan para obtener datos sobre el servicio de transporte (número de vehículos y pasajeros en cada una de las rutas de transporte).
- ❖ Encuestas: se utilizan generalmente para conocer la demanda en las rutas de transporte público de pasajeros o usuarios potenciales de una nueva ruta.

Estas aplicaciones permiten conocer información actualizada del número de viajes y la ubicación de los principales puntos de afluencia.

##### **a) Información Histórica.**

La información histórica permite conocer sobre la estructura productiva, socioeconómica, la población actual y su evolución, así como las principales actividades económicas y la infraestructura del transporte. El crecimiento de la ciudad, permite conocer los sectores dinámicos y su evolución respecto a las tendencias nacionales y relacionadas con el área de nuestro interés.

La información sobre la infraestructura existente se obtiene de los programas del sector transporte, que definan las necesidades y los efectos del área de estudio, y recopilar datos sobre las vialidades, su clasificación, volúmenes de tránsito, velocidad de circulación, capacidad, longitud y estado del pavimento, entre otros. Y sobre los estacionamientos, número de cajones en edificios y sobre la vía pública.

#### **b) Información sobre la Oferta de Transporte.**

El objetivo es conocer todos los recursos destinados al transporte de pasajeros, mercancías en la zona de estudio y la descripción de sus componentes. La obtención de esta información se realiza por medio de inventarios, estadísticas o encuestas directas con autoridades y transportistas, también mediante estudios de campo para las mediciones de los transportes públicos como privados. En el caso del transporte público la principal información (Derroteros y paradas, horario y tiempo de recorrido, frecuencias en horas de máxima demanda y horas valle, tarifas y las características de los vehículos, marcas, modelos, capacidad, estado físico, depósitos o encierros), debe provenir de las empresas transportistas. La información de su operación (Número de pasajeros transportados por vehículo, por día, recorridos por vehículo, viajes por persona) se debe obtener tanto de las empresas como con los usuarios y conductores de las unidades.

Para obtener la Información (incluyendo información de altas y bajas) de los transportes particulares se puede asistir al registro vehicular y de motocicletas, y realizar encuestas en hogares. Y en ocasiones la información sobre la utilización de los automóviles se puede conocer de manera indirecta a través del consumo de combustible.

#### **c) Información de la Demanda de Transporte.**

La información de la demanda de viajes de los pasajeros y su relación con la oferta, permitirá conocer las características y necesidades de transporte en el área de estudio, así como los niveles de servicio y calidad ofrecidos. Una forma de

obtener esta información es a través de las estadísticas de las empresas transportistas y de encuestas, que se pueden dividir de la siguiente forma:

- ❖ Características individuales de los usuarios, lugar de residencia (origen), categoría socio-profesional, ingresos, edad y sexo.
- ❖ Características de los desplazamientos (orígenes y destinos, motivo de los viajes, horarios, duración).

Para poder utilizar estos datos se han desarrollado métodos, basados en la observación del comportamiento real de los usuarios, como son los tipos de transporte utilizado, el tiempo de viaje medido entre un par origen-destino y las tarifas. El conocimiento y la interpretación de la demanda actual, expresada por la movilidad, permiten definir leyes empíricas llamadas comúnmente modelos, que toman generalmente la forma de relaciones matemáticas y que se utiliza para establecer la demanda futura. La utilización de modelos requiere que se establezcan ciertos supuestos previos de análisis en los pronósticos como es conocer características demográficas, económicas y urbanísticas para así obtener un mejor resultado en su aplicación.

Los métodos de análisis consideran además que el usuario realiza una serie de lecciones sucesivas independientes una de otra, así por ejemplo: Determina el desplazarse o no, elige su destino, selecciona un horario, selecciona un medio de transporte, selecciona un itinerario, entre otros. Ahora bien para determinar la demanda de transporte en base a los supuestos indicados y tomando en cuenta la manera de realizar los viajes, se utilizan métodos que se puede resumir en una serie de cinco pasos o fases de modelos que son:

- ❖ Modelos de generación de viajes (o de movilidad general).
- ❖ Modelos de distribución geográfica (entre qué origen-destino se dan).
- ❖ Modelos de repartición horaria (estimación de viajes en las horas pico).
- ❖ Modelos de selección de medios de transporte (repartición por modo).
- ❖ Modelo de selección de itinerarios (asignación).

Los modelos de distribución, de repartición modal, así como la fase de asignación, han sido ampliamente estudiados desde hace más de 30 años, sin embargo las fases de generación y repartición horaria han sido los menos trabajados, a pesar de la importancia que tienen en la definición de obras de infraestructura a realizarse y del total de las inversiones necesarias.

#### **1.2.5. Predicción de la Demanda.**

En la mayoría de las ciudades la demanda de los desplazamientos crece con el aumento de la población y los niveles de vida (mayores ingresos, más tiempo libre, más actividad y más viajes). El determinar la demanda lo más preciso posible, permite conocer la capacidad global de infraestructura necesaria y el tamaño de las inversiones. En el caso de una sobrestimación de la demanda, las obras de infraestructura vial quedarán sobradas o sobredimensionadas, pero que con una acción inmediata correctiva hará posible retrasar algunas obras en el tiempo, con el fin de dar cabida al crecimiento real, rediseñando las redes de transporte con una mejor orientación hacia el equilibrio urbanístico.

En el caso contrario de una subestimación de los viajes, la situación se vuelve preocupante ya que la falta de infraestructura traerá consigo una insuficiencia en la oferta de transporte y un rezago en el proceso de urbanización.

Para poder lograr todos los puntos anteriores relacionados a los proyectos de infraestructura se debe llevar un seguimiento y control, para ello la interacción de los participantes es fundamental, y cada uno tenga visualizada la meta que se pretende alcanzar, atendiendo, los elementos que intervienen en la planeación, como también centrarse en el proceso de planeación para el proyecto de infraestructura que se halla elegido, considerando los objetivos que se propongan además utilizar la mayor parte de información recopilada, para así cumplir con nuestra demanda y ofrecer la mejor oferta.

### **1.3. PLAN MAESTRO DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

El plan maestro de la Secretaría de Transportes y Comunicaciones (S.T.C. Metro) incluye 42 líneas con un recorrido total de 464 Kilómetros y 500 estaciones. Corresponde a las autoridades determinar el orden de construcción de cada línea en base a los estudios que se realicen para determinar la demanda de este tipo transporte. Como también se deben prever las necesidades que el desarrollo de la demanda trae consigo, tanto en vehículos como en extensión de las líneas actuales y de la creación de otras nuevas para seguir satisfaciendo las necesidades de la población que continuamente va en aumento.

La propuesta para construir el metro en la capital mexicana, surge en los años cincuenta, pero no sería hasta que el jefe del Departamento del Distrito Federal (DDF), como parte del gabinete de Gustavo Díaz Ordaz el Licenciado Alfonso Corona del Rosal cuando se da luz verde para la construcción de un sistema de transporte masivo para la Ciudad de México. Esto se debe en parte a la visión del entonces Jefe del Departamento del Distrito Federal (México), el Licenciado Ernesto P. Uruchurtu quién prefirió apostar en el desarrollo de un sistema de vías rápidas, como en la ciudad de Los Ángeles, anulando así la posibilidad de desarrollar un sistema de transporte masivo y concentrarse mejor en el famoso sueño americano de desplazarse íntegramente por medio de automóviles. El 29 de abril de 1967 se decreta en el Diario Oficial de la Federación la construcción del metropolitano de la Ciudad de México, controlado por una entidad dependiente del entonces Departamento del Distrito Federal, denominado "Sistema de Transporte Colectivo". La construcción iniciaría el 19 de junio del mismo año.

Dos años después, el 4 de septiembre de 1969, se inaugura el primer tramo de 11.5 kilómetros y 16 estaciones, entre las estaciones Zaragoza y Chapultepec.

En el transcurso de los dos siguientes años, se inaugurarían las líneas dos y tres, así como se amplía la existente línea uno hasta su presente terminal en Observatorio.

En la tabla 1.3.1. Se enumeran todos los tramos del metro inaugurados hasta el momento, por orden cronológico. Se indica la fecha de inauguración, el tramo, el número de estaciones y la distancia del tramo inaugurado.

Sección	Línea	# de estaciones	Fecha de inauguración	Longitud del tramo (km)
Zaragoza-Chapultepec	1	16	05-sep-1969	12.66
Chapultepec-Juanacatlán	1	1	11-abr-1970	1.046
Taxqueña-Pino Suárez	2	11	01-ago-1970	11.321
Pino Suárez-Tacuba	2	11	14-sep-1970	8.101
Juanacatlán-Tacubaya	1	1	20-nov-1970	1.14
Tlatelolco-Hospital General	3	7	20-nov-1970	5.441
Tacubaya-Observatorio	1	1	10-jun-1972	1.705
Tlatelolco-La Raza	3	1	25-ago-1978	1.389
La Raza-Indios Verdes	3	3	01-dic-1979	4.901
Hospital General-Centro Médico	3	1	07-jun-1980	0.823
Centro Médico-Zapata	3	4	25-ago-1980	4.504
Martín Carrera-Candelaria	4	7	29-ago-1981	7.499
Consulado-Pantitlán	5	7	19-dic-1981	9.154
Candelaria-Santa Anita	4	3	25-may-1982	3.248
La Raza-Consulado	5	3	01-jul-1982	3.088
La Raza-Politécnico	5	3	30-ago-1982	3.433
Zapata-Universidad	3	5	30-ago-1983	6.551
El Rosario-I. del Petróleo	6	7	21-dic-1983	9.264
Zaragoza-Pantitlán	1	1	22-ago-1984	2.277
Tacuba-Cuatro Caminos	2	2	22-ago-1984	4.009
Tacuba-Auditorio	7	4	20-dic-1984	5.424
Auditorio-Tacubaya	7	2	23-ago-1985	2.73
Tacubaya-Barranca del Muerto	7	4	19-dic-1985	5.04
I. del Petróleo-Martín Carrera	6	4	08-jul-1986	4.683
Pantitlán-Centro Médico	9	9	26-ago-1987	11.5
Centro Médico-Tacubaya	9	3	29-ago-1988	3.8
Tacuba-El Rosario	7	4	29-nov-1988	5.7
Pantitlán-La Paz	A	10	12-ago-1991	17
Constitución de 1917-Garibaldi	8	19	20-jul-1994	20.046
Buenavista-Villa de Aragón	B	13	15-dic-1999	13.5
Villa de Aragón-Ciudad Azteca	B	8	30-nov-2000	10.2

**Tabla. 1.3.1. Tramos del metro inaugurados a la fecha.**

De la tabla anterior se obtiene que a la fecha se cuenta con 11 Líneas, 175 estaciones y una longitud de 201.7 Km.

A continuación, se presenta una comparativa entre tipo de vehículo, capacidad y velocidad media y considerando que se requiere transportar 1,000 personas con el fin de reflejar el número de unidades necesarias por cada tipo de vehículos. Ver tabla 1.3.2.

Vehículo	Capacidad por unidad	Número de unidades necesarias	Velocidad media (Km/Hrs)
Metro	1000	1	80
Camión	80	12.5	25
Microbús	40	25	15
Combis	12	84	20
taxis	4	250	17

**Tabla. 1.3.2. Comparativa entre el tipo de vehículo, capacidad y velocidad media.**

De lo anterior, se observa que el número de unidades necesarias para transportar personas en camión, microbús, combis y taxis sobrepasa por mucho al que se puede transportar en metro.

Como cualquier sistema de transporte, un plan maestro proyecta las líneas a construirse, para de esta manera satisfacer una demanda de transporte cada vez más en crecimiento. En 1977 se define el primer Plan Maestro, el cual solamente incluía la construcción de líneas dentro de los límites del Distrito Federal.

Esta restricción, a la larga, tiene sus consecuencias en el sistema. Las líneas que fueron construidas entre 1978 (línea 4) y 1986 (ampliación de la línea 6 a Martín Carrera), sólo son utilizadas por la quinta parte de los usuarios. Hay que comparar el número de estaciones que comprende cada línea y se notará que existe una clara correlación entre el número de estaciones y el número de pasajeros, ya que se tiene que los asentamientos de la población son irregulares.

El Plan Maestro propuesto para 1996 – 2020, fue recientemente revisado. En dicho plan se redefinieron algunos tramos, además de proyectarse nuevas líneas suburbanas que cubrieran sobre todo la zona norte de la ciudad. Por otra parte, se

planeó la construcción de diversas líneas de tren ligero para dar servicio a áreas de menor afluencia como la zona sur de la ciudad de México.

En resumen el plan maestro contempla para el área metropolitana de la Ciudad de México, 13 líneas de metro "urbano", 4 líneas de metro "suburbano" y 10 líneas de tren ligero. Esto nos da una red de 483 km., incluidos metro y tren ligero, aunque no se consideran las líneas de tren suburbano que en algún momento se llegasen a construir.

Esencialmente, el sistema propuesto consistirá en líneas de Metro urbanas, de rodada neumática, las cuales darán servicio en los límites del Distrito Federal y algunas zonas del Estado de México. El sistema se complementa con trenes suburbanos que darán servicio al norte de la ciudad y trenes ligeros que dan servicio al sur y oriente. Dichas líneas ligeras fungirán como alimentadoras de las líneas de metro.

En la tabla 1.3.3 se describen los tramos que abarcan las líneas según el plan maestro oficial, así como la prioridad que se tiene en éste: 1). Si se contempla a 5 años, 2). Si se contempla a 10 años, 3). Si se contempla a 20 años.

Línea	Descripción	Prioridad
4	Extensión de la línea 4 de Martín Carrera a la colonia Santa Clara en Ecatepec Edo. de México	2
5	Extensión desde Politécnico hasta la estación Tlalnepantla de la línea de tren suburbano, en la colonia Valle Ceylán	2
6	Ampliación entre Martín Carrera y Villa de Aragón, conectando con la línea B	3
7	Extensión desde Barranca del Muerto a San Jerónimo (glorieta del asta bandera).	1
8	Construcción del tramo Garibaldi - Indios Verdes.	1
8	Extensión de la línea desde Escuadrón 201 hasta Acoxta.	1
9	Extensión de Tacubaya a Observatorio	2
10	Línea construida bajo la Avenida de los Insurgentes, desde Eulalia Guzmán (Eje 2 Norte.) hasta Cuicuilco.	2
11	El polémico tren elevado entre Bellas Artes y Barrientos (originalmente Santa Mónica). También llamado "Ecotren".	2
12	Construcción del tramo Mixcoac - Atlalilco	1
13	Línea San Lázaro - Echeagaray	3
B	Extensión de la línea de Buenavista al Hipódromo de las Américas.	3
C	Línea suburbana El Rosario - Cuautitlán Izcalli	3
D	Línea suburbana Santa Clara - Coacalco/Ojo de Agua	3
T2	Tren Ligero Iztapalapa - Chalco	2
T3	Tren Ligero Periférico Oriente	3
T4	Tren Ligero Olivar del Conde - Frentes	3
T5	Tren Ligero de Netzahualcóyotl	3
T6	Tren Ligero de Netzahualcóyotl - Xochiaca	3
T7	Tren Ligero de Atizapán	3
T8	Tren Ligero Estadio Olímpico - Emisoras	3
T9	Tren Ligero Frentes - Estadio Neza 86	3
T10	Tren Ligero Cd. Azteca - Venta de Carpio	3

**Tabla. 1.3.3. Tramos que abarcan las líneas según el plan maestro oficial.**

Gracias al metro diariamente se pueden transportar 4'600,000 usuarios aunque cabe destacar que el servicio durante las horas pico es insuficiente por ello se deben continuar las propuestas de las construcciones de las nuevas líneas ya que representan un beneficio para todos los capitalinos y sus alrededores.

## **1.4. IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE METRO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

El Metro de la Ciudad de México, es un sistema de transporte público importante ya que da servicio a extensas áreas del Distrito Federal y parte del Estado de México. Su construcción, operación y explotación está a cargo del organismo público descentralizado, Sistema de Transporte Colectivo. Se conoce coloquialmente como metro, la palabra metro es una contracción de metropolitano o tren metropolitano.

Este tipo de transporte, miles de usuarios lo utilizan diariamente y una razón es porque el tiempo de traslado es notablemente reducido incluso por horas comparado con el uso de algún otro tipo de transporte, además el costo es mucho menor y tiene conexión con otros sistemas de transporte público a través de los Centros de Transferencia Modal (CETRAM) conocidos coloquialmente como paraderos que son espacios en donde confluyen y fluyen diversos tipos de transportes de pasajeros, su objetivo es facilitar el movimiento de pasajeros entre los sistemas de transporte que allí convergen y divergen.

En la mayoría de los CETRAM las líneas de autobuses provienen de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, el CETRAM de la estación Tasqueña que se encuentra en la línea 2 se conecta con el tren ligero de la Ciudad de México, para el acceso al tren ligero se necesita comprar un boleto diferente. Algunas estaciones de las líneas del metro tienen correspondencia con el servicio de Autobús Express Metrobús, Insurgentes (Línea 1), además con el servicio que proporciona sobre el eje 4 Xola (Línea 2), para el acceso a este servicio es necesario la compra de una tarjeta inteligente llamada Tarjeta Electrónica Metrobús y con el Ferrocarril Suburbano del Valle de México, el cual tiene sus transferencias en las estaciones Buenavista (línea B) y Ferrería (línea 6), para su acceso es necesario comprar una tarjeta inteligente propia de este transporte.

Es sin duda el sistema de transporte más importante de la Ciudad de México. Este sistema de transporte opera los 365 días del año. Asimismo es el medio de

transporte más rápido y económico, permitiendo el recorrido de los trayectos más largos. La importancia y trascendencia del transporte metro, en la actualidad, se encuentra en un entorno al desarrollo humano, político, social, económico, cultural, tecnológico, urbanístico y ecológico de la Ciudad de México. Constantemente es analizado por la Asamblea Legislativa, para garantizar, mejoras en las condiciones de vida de los capitalinos, tanto evitar acciones lesivas a los más elementales derechos humanos, sociales y políticos de los ciudadanos. Con puesta en marcha, de transportes tipo metro se dejan de emitir al año miles de toneladas de bióxido de carbono.

La reducción de gases efecto invernadero como el ya mencionado, se logra con las líneas del metro porque se reordena el transporte urbano y se desincentiva el uso del automóvil. Además constituye no sólo uno de los medios de transporte público más baratos del país y del mundo, sino también, el único capaz de transportar a más de 4.5 millones de habitantes por día, sin generar en el ambiente contaminantes peligrosos para la salud de las personas.

Como en la red del metro en su mayoría de kilómetros que recorren son subterráneos por medio de túnel, cajón ó elevado, esto permite aprovechar el espacio que se encuentra por encima o por debajo de él, siendo una parte importante que aporta para lograr una circulación por dichos espacios para otros tipos de sistemas de transporte.

En el caso de la línea 12 su importancia radica en que se podrá Conectar el Oriente de la Ciudad de México con su parte Poniente, fortalecerá la infraestructura total del transporte, Inyectará la mayor cantidad de recursos propios para la edificación de la infraestructura de transporte urbano y producir un gran impacto económico mediante la generación de 85 mil empleos 25 mil de forma directa y el resto de manera indirecta.