



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
DE SISTEMAS – TRANSPORTE

MODELO PARA LA GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE  
URBANO Y SU ENTORNO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
IOANNIS CHATZIIOANNOU

TUTOR PRINCIPAL  
LUIS, CHIAS, BECERRIL, INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

COMITÉ TUTOR  
JAVIER, SUÁREZ, ROCHA, FACULTAD DE INGENIERÍA  
JOSÉ, JESÚS, ACOSTA, FLORES, FACULTAD DE INGENIERÍA

CIUDAD DE MÉXICO AGOSTO 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: DR. LUIS ÁLVAREZ ICAZA LONGORIA

Secretario: DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA

Vocal: DR. LUIS CHIAS BECERRIL

1<sup>er.</sup> Suplente: DR. JOSÉ JESÚS ACOSTA FLORES

2<sup>d o.</sup> Suplente: DR. EUGENIO MARIO LÓPEZ Y ORTEGA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F.

**TUTOR DE TESIS:**

DR. LUIS CHIAS BECERRIL



---

**FIRMA**

Για σένα πατέρα που με βλέπεις από ψηλά και για σένα μητέρα που αν και τόσα χιλιόμετρα μακριά είσαι κάθε στιγμή δίπλα μου, σας αγαπώ πολύ και σας αφιερώνω αυτήν την επιτυχία.

## **Agradecimientos**

**El autor expresa sus agradecimientos a:**

**Las instituciones que lo apoyaron para la conclusión de los estudios de doctorado:**

Universidad Nacional Autónoma de México

Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. Campo de Conocimiento en Ingeniería de Sistemas.

Unidad de Geotecnología en Infraestructura, Transporte y Sustentabilidad.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Beca para la realización de los estudios de Doctorado.

**Las personas que compartieron sus conocimientos con él, brindaron su apoyo, disponibilidad y dedicación para la compleción de este trabajo de investigación.**

Dr. Luis Chias Becerril, tutor del alumno por sus consejos y disposición permanente, aporte de conocimientos y por ser un ejemplo de calidad humana, responsabilidad y dedicación.

Dr. Javier Suárez Rocha y Dr. José Jesús Acosta Flores, miembros del comité tutorial por todo el tiempo dedicado, sus consejos y asesoría.

Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria, por su guía permanente, su disposición, su aportación en el desarrollo de esta investigación y por haber fungido como un verdadero mentor.

Dr. Eugenio Mario López y Ortega, miembro del jurado por su aportación en la revisión final del trabajo.

Maestro Héctor Daniel Reséndiz López por sus valiosos comentarios, colaboración para la mejora de la tesis.

A todos los compañeros de la Unidad de Geotecnología en Infraestructura Transporte y Sustentabilidad por su paciencia, tiempo y amistad.

**A mi hermana Kaliope y su esposo Ioannis por estar cerca en los momentos tanto felices como difíciles de nuestra vida.**

**A Carolina Ayon y a Danai por dar color, alegría y sentido a mi vida.**

**A Lidia Vega y Clemente Ayon por todo su apoyo, amor y comprensión en esta etapa de mi vida.**

**A la memoria del Dr. Laurent Dartois, aunque ya no está presente sé que me está viendo y está feliz por este logro, gracias por haberme influenciado tanto académica como personalmente.**

## Resumen

La Infraestructura de Transporte Urbano (ITU) es un activo fundamental para cada ciudad ya que afecta el crecimiento económico y el funcionamiento urbano; La ITU es más valiosa que nunca debido al nuevo proceso urbano que concentra mucha gente a los centros urbanos, generando una mayor demanda de movilidad y uso de automóvil. Por lo tanto, se requiere un enfoque de gestión de la ITU que proporcionaría una mayor importancia a la movilidad sustentable.

El objetivo de la tesis es la construcción de un modelo sistémico que mediante sus funciones genere un conjunto de indicadores relacionados con los modos sustentables de transporte para apoyar el paradigma de movilidad sustentable.

Como estudio de caso, los indicadores se determinaron por un AGEB de la Delegación Iztapalapa y se jerarquizaron mediante el análisis estructural para generar un instrumento de toma de decisiones en forma de un índice ponderado, el cual será relacionado con la gestión de la ITU y tomará en cuenta la percepción de la gente para evaluar estrategias, políticas públicas relacionadas con dichos indicadores.

Los resultados mostraron la situación actual en términos de cobertura y funcionalidad de los elementos de la ITU y su entorno, así como cuáles indicadores son los más importantes, destacando la necesidad de priorizarlos para que ciertas estrategias, políticas públicas sean más efectivas según su impacto sobre el índice ponderado.

Por lo tanto la estrategia más importante es la de desarrollo urbano y más específicamente la política pública de Desarrollo Orientado al Transporte porque incluye la mayoría de los indicadores identificados como estratégicos o indicadores "clave". Luego tenemos la estrategia de calles completas con sus asociadas políticas públicas, líneas de acción e indicadores donde de primera importancia está la política orientada a los peatones seguida por la política orientada a los usuarios de transporte público y la política orientada a los ciclistas.

## **Abstract**

Urban Transportation Infrastructure (UTI) is a fundamental asset for any city as it affects economic growth and urban functioning; UTI is more valuable than ever due to the urbanization process that concentrates many people to the urban centers, generating a major mobility demand and car usage. Hence, an approach to UTI management is required, which would provide a greater significance to sustainable mobility.

The objective of the thesis is the construction of a systemic model in order through its functions to generate a set of indicators related to the sustainable transportation modes that could help the sustainable paradigm of mobility.

As a case study, the indicators are determined for a Census Tract within Iztapalapa County, and structured in a hierarchical manner through the structural analysis method so that to create a decision-making instrument related to UTI management in the form of a weighted index. The previously mentioned index will be able to take into account the perception of the people and to evaluate public policies, strategies associated to these indicators.

The results revealed the actual situation in terms of coverage and functionality of the UTI and its urban surroundings elements, as well as which indicators are the most important and the necessity to prioritize them in order certain public policies to be more effective conforming to their impact on the weighted index.

For that reason, the most important strategy is the Urban Development one and more specifically the Transit Oriented Development due to the fact that includes the majority of the identified "key" indicators. Then we have the complete streets strategy with its associated public policies and indicators, where of first importance in terms of effectiveness upon the global index is the policy oriented to pedestrians, then follow the one associated to public transport and finally the one associated to cyclists.

<b>INDICE DE CONTENIDO</b>	
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 1. EXPANSIÓN URBANA-METROPOLITANA Y RETOS PARA SU GESTIÓN</b>	<b>11</b>
1.1) El proceso urbano mundial	11
1.2) La dinámica urbana-metropolitana de México	14
1.3) Del paradigma de transporte al paradigma de la movilidad en la Ciudad de México	20
1.4) Necesidad de una nueva forma de gestión de movilidad urbana	34
1.5) Necesidad de un modelo de gestión para la infraestructura de transporte urbano en la ciudad de México	43
	47
<b>CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO</b>	
2.1) El enfoque sistémico para el análisis de la infraestructura del transporte urbano	47
2.2) El enfoque de geotecnología con los sistemas de información geográfica y el enfoque cibernético	50
2.3) Análisis Estructural	55
2.4) La gestión de la infraestructura del transporte urbano	60
<b>CAPÍTULO 3. EL MODELO DE GESTIÓN DE LA ITU EN LA CIUDAD DE MÉXICO</b>	<b>65</b>
3.1) Fase 1. Construcción del modelo de gestión de la ITU	66
3.2) Fase 2. Definición de los objetos de la ITU y del entorno urbano	79
3.3) Fase 3. Definición de la capas de datos	79
3.4) Fase 4. Estructura organizacional del modelo de gestión de la ITU	82
3.5) Fase 5. Generación de los indicadores del monitoreo y del índice global	84
<b>CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACION DE LOS INDICADORES EN UN AGEB DE LA DELEGACION IZTAPALAPA</b>	<b>109</b>
4.1) Implementación de los indicadores y diseño cartográfico	110
4.2) Generación del índice global para el estudio del caso.	126
4.3) Relación lógica entre estrategia(s), políticas y líneas de acción para el caso específico de la investigación	130
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b>	<b>135</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>138</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>147</b>

## Introducción

El reciente proceso de desarrollo urbano-metropolitano exige una nueva forma de gestionar a las ciudades. Tarea difícil por las múltiples variables que interactúan en un sistema urbano al funcionar como un conjunto de territorios geográficamente lejanos, heterogéneos e interconectados a través de vialidades y medios de comunicación, porque sus localidades tienen diferentes características, necesidades y prioridades.

La forma tradicional de gestionar los servicios de la ciudad, como es el caso de la infraestructura del transporte urbano (ITU) y los servicios de desplazamiento de personas y mercancías, provoca conocimiento desarticulado e incoherencia de datos por la falta de comunicación entre las distintas instituciones involucradas en el diseño, planeación, construcción, operación y mantenimiento de las infraestructuras, equipamientos y servicios de transporte. Esta desarticulación institucional se expresa por ejemplo, a través de la generación de planes sectoriales exclusivos para el transporte, sin relación con los planes para el desarrollo urbano en su conjunto, generando altos costos económicos, ambientales y sociales, que la población tiene que pagar por la ausencia de procesos integrales y evolutivos de gestión interinstitucional.

Esta problemática se constató al realizar entrevistas a funcionarios de las instituciones responsables de la gestión de la ITU de la ciudad de México. Si se quiere aplicar el nuevo paradigma de movilidad que estableció la Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI) basándose en el paradigma de movilidad sustentable (Banister, 2008) que demanda el cambio de política de gestión de la ITU hacia las personas y no hacia el automóvil, el gobierno de la ciudad de México tiene que cambiar de una gobernanza desarticulada a una inter-institucionalidad integral.

El problema de una inadecuada gestión se acentúa en las grandes ciudades de los países emergentes como México, por el tamaño de la población concentrada en unas cuantas urbes (zonas metro y megalopolitanas) y por el hecho de que las infraestructuras y servicios de agua, energía, transporte y abasto alimentario, tendrán que desarrollarse al máximo para atender complejas y crecientes demandas (Dudley, 2008).

Por ejemplo, la red vial de la Ciudad de México y de la zona metropolitana del Valle de México en conjunto, resulta deficiente e insuficiente para atender las necesidades de la urbe que funciona como capital del país. A pesar de generar un tercio del PIB nacional, tiene dificultades para satisfacer las necesidades del 21 % de la población urbana que se concentra en un espacio relativamente reducido, y está imposibilitada para contener la expansión del uso de autos que se registra anualmente (Dudley, 2008).

La gestión de la ITU en la Ciudad de México está fragmentada en múltiples instituciones que, hasta la fecha no tienen una definición clara, completa y consensada de lo qué es la ITU. Desconocen en general, cuáles son los elementos básicos de la ITU y cuales los atributos que se deben considerar para elaborar un diagnóstico integral de dicha infraestructura.

Este es un requerimiento técnico sí, pero también estratégico para planear y realizar una gestión eficiente de esa infraestructura, que debe responder a los cambios de paradigma como el que actualmente promueve la Secretaría de Movilidad (SEMOVI) que migra del concepto transporte al de "movilidad".

Este cambio que parece sencillo y que pretende privilegiar al peatón, demandará una nueva forma de ver, pensar, construir, mantener y mejorar ciertas infraestructuras, equipamientos y servicios para que la movilidad trascienda el marco normativo y se convierta en una realidad social, económica y ambiental.

En este contexto el objetivo general de la investigación será: elaborar un modelo para el registro y evaluación de la ITU y de su entorno orientado a los peatones, ciclistas y el transporte público, que contribuya al desarrollo e implementación del modelo de movilidad de la Ciudad de México

Los objetivos específicos de este trabajo de investigación se indican a continuación:

- Definir el marco teórico, que confronte el transporte versus la movilidad en relación con la infraestructura del transporte urbano y su entorno para identificar cuáles son los elementos que se deben considerar en el proceso de gestión de la ITU.
- Definir el término gestión de la ITU, así como los elementos y atributos que la constituyen y que se considerarán en el diagnóstico de la ITU según las necesidades del nuevo paradigma de movilidad
- Diseñar el modelo de gestión de la ITU requerido para registrar y evaluar los elementos de dicha infraestructura y de su entorno, en términos de cobertura, calidad y funcionalidad.
- Generar relaciones lógicas entre las herramientas de valoración (indicadores) de la ITU y su entorno con políticas y líneas de acción conectadas con la movilidad para que se puedan jerarquizar dichas políticas y sus respectivas líneas según su impacto sobre el índice global.

La metropolización del país (59 metrópolis en las que se congrega 56% de la población), exige una adecuada administración de la infraestructura urbana y representa un gran desafío para solucionar los problemas de expansión y fragmentación del suelo urbano, acceso a servicios básicos, movilidad segura y cómoda y oferta de la infraestructura para proporcionar servicios de acuerdo con las necesidades de la gente y con las políticas existentes.

Por lo tanto, se presume (hipótesis) que la forma como se administra actualmente la infraestructura de transporte urbano en la Ciudad de México es inadecuada y que, su mejora desde la perspectiva de la gestión, es una exigencia fundamental, para cubrir múltiples necesidades de infraestructura, equipamiento y de servicios de transporte dentro del entorno urbano-metropolitano.

Por supuesto, la gestión de la ITU en la Ciudad de México es una tarea compleja, que demanda el reconocimiento y valoración de las particulares necesidades de diferentes tipos de infraestructuras, para diferentes tipos de usuarios: ciclovías, pasos seguros para peatones, inventario de banquetas, senderos seguros para escolares, tráfico calmado en intersecciones peligrosas, etc. y su adecuada administración también implica aspectos financieros, tecnológicos, políticos, sociales y ambientales.

En consecuencia, se requiere un enfoque interdisciplinario, el enfoque monodisciplinario está limitado para realizar adecuadamente la gestión de la ITU (Martinez, 2003), así como para planificar la creciente demanda de nuevas instalaciones técnicas y operativas, o los servicios que demandan las altas concentraciones de población.

En la presente investigación se utilizarán dos enfoques para elaborar el modelo de gestión propuesto para la ITU de la Ciudad de México:

En primer lugar, el enfoque de sistemas con el cual se puede abordar la complejidad del sistema del transporte y la problemática actual como un conjunto de problemas no estructurados. El paradigma sistémico implica la necesidad de usar un enfoque holístico para elaborar el modelo de gestión de la ITU. Este enfoque también permite conceptualizar la institucionalidad entre las distintas dependencias responsables de la gestión de la ITU, a través del libre flujo de información y la neutralización de la fragmentación del conocimiento. Como complemento del enfoque de sistemas se usará el paradigma cibernético para definir la conducción, el control y regulación del proceso de gestión de dicha infraestructura.

En segundo lugar, se usará el enfoque geotecnológico, considerando que el desarrollo tecnológico del mundo gira en torno a tres ejes: la nanotecnología, la biotecnología y la geotecnología. En los países industrializados los analistas políticos, los inversores y los grupos técnicos más prestigiados, así como la sociedad en general, reconocen el papel que tienen estos tres ejes y los aplican en conceptos urbanos como el de ciudades inteligentes, ciudades seguras, ciudades móviles y en general ciudades sustentables. Es indispensable que países emergentes como México asimilen estos conceptos y tecnologías y los adecuen y apliquen en sus ciudades para hacerlas más competitivas y no rezagarse frente otros países emergentes e industrializados. La geotecnología se presenta como una nueva visión del espacio geográfico que valoriza el campo de la informática utilizando sistemas cibernéticos, humanos y electrónicos para el análisis de sistemas físicos y sociales (Buzai, 2003) y su campo de acción se amplía cada vez más (GEOblog, 2007). Con base en este contexto, la investigación se estructura de la manera siguiente:

En el capítulo 1, se reflexiona sobre tres aspectos básicos para el desarrollo de la tesis: la tendencia mundial del proceso rural a lo urbano y de lo urbano a lo metropolitano y las necesidades que exige este nuevo proceso para la gestión urbana; el nuevo paradigma de movilidad de la ciudad de México que da paso al cambio necesario de gestión de la ITU hacia el peatón y, la necesidad de una nueva forma de gestión urbana alineada a las necesidades del nuevo paradigma de movilidad. En el capítulo 2, se describe el marco conceptual y la base metodológica de la investigación, seleccionados para estudiar, comprender y desarrollar el diseño para el modelo de gestión de la ITU, así como para entender conceptos básicos de este trabajo de investigación.

En el capítulo 3 se aplica el conocimiento obtenido mediante el capítulo anterior para elaborar el modelo propuesto para la gestión de la ITU de la Ciudad de México. Se definen los objetos de la ITU y del entorno urbano (considerando a varias instituciones encargadas de la gestión de la infraestructura vial) con todos sus atributos para la elaboración del diagnóstico, se establece el modelado lógico-relacional y, se construyen los indicadores de monitoreo y control para conocer la calidad, cobertura y funcionalidad de dicha infraestructura en relación con la movilidad urbana sustentable. Finalmente, en el capítulo 4 se aplican los indicadores del modelo a un Área Geoestadística Básica (AGEB) de la Delegación Iztapalapa utilizando un Sistema de Información Geográfica para evaluar la situación actual en cuanto a la calidad de la infraestructura de transporte urbano para la movilidad y así generar la línea base del AGEB inspeccionado según el índice global utilizado en el modelo.

# CAPÍTULO 1. EXPANSIÓN URBANA-METROPOLITANA Y RETOS PARA SU GESTIÓN

## 1.1) El proceso urbano mundial

Indudablemente el mundo está cambiando de ser principalmente rural a uno predominantemente urbano. A finales de la primera década del presente siglo la proporción de población urbana y rural se igualarán y, si se cumplen los pronósticos, la población que viva en las ciudades será el doble para el año 2050, con respecto a la que habite en localidades rurales (Figura 1). Este cambio se puede ilustrar en las siguientes dos figuras, que también indican que la población urbana va a crecer más en las regiones menos desarrolladas (Figura 2), donde la gente se traslada masivamente a los centros urbanos con la idea de que ahí podrá encontrar trabajo, estudiar o en general tener una mejor calidad de vida (Catedu.es, 2014).

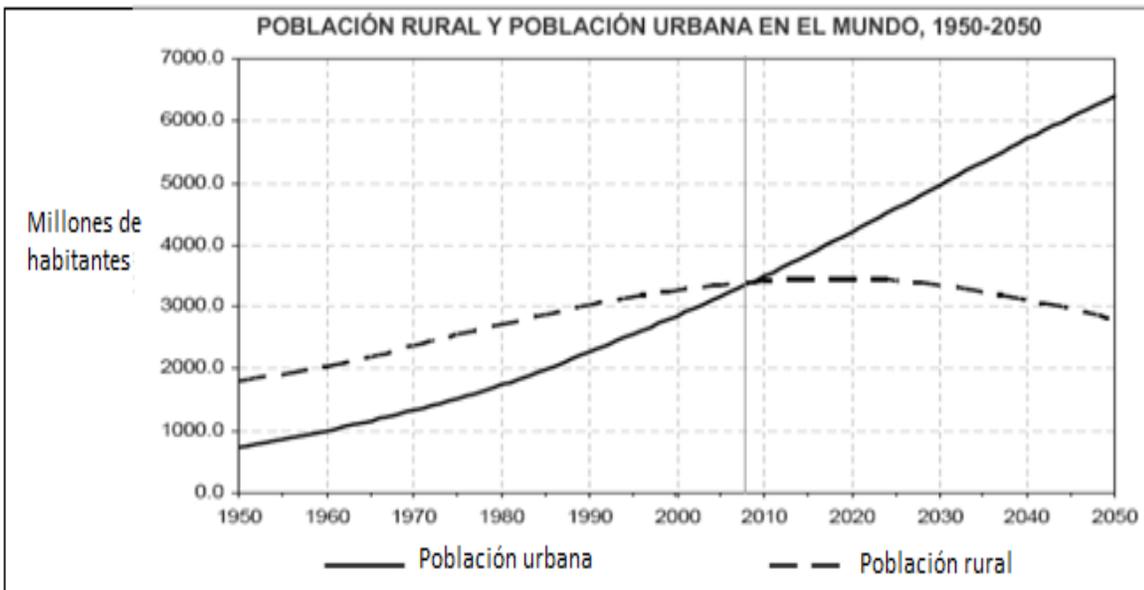


Figura 1. Población rural y urbana en el mundo, 1950-2050. Fuente (ONU de Catedu.es, 2014).

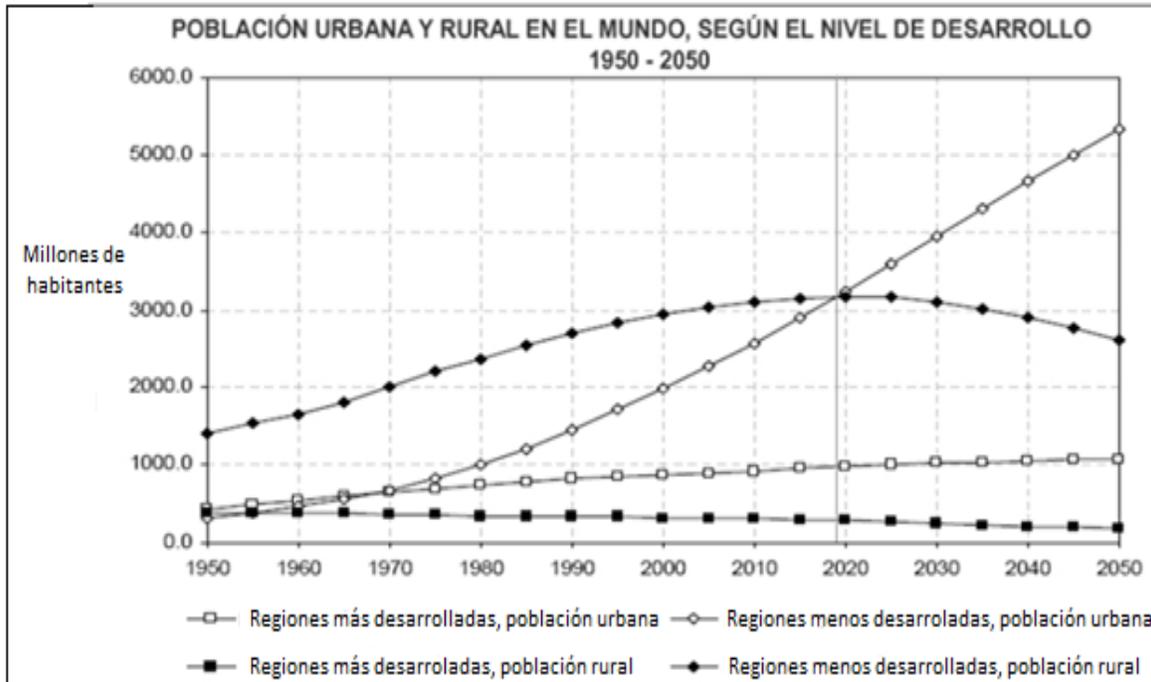


Figura 2. Población urbana y rural en el mundo, según el nivel de desarrollo 1950-2050. Fuente (ONU de Catedu.es, 2014)

La población mundial está creciendo, de 1950 a 2007 se multiplicó por 2,63. Pero la población urbana lo hizo en 4,46 veces. Esta población que en el año 1950 suponía el 29,1% del total de la población mundial, en 2007 era 49,4% y en el año 2050 superará el 69,7%. Europa y América del norte empezaron antes, a mediados del siglo XVIII y principios de XIX, sus procesos industrializadores y de implementación del libre mercado, se vieron acompañados por una redistribución de los recursos (entre ellos los humanos), que llevaron a la población del campo a la ciudad, posteriormente el lento declive de las actividades agrarias ayudó a la emigración desde lo rural a lo urbano (Catedu.es, 2014).

En el resto de los continentes ha sido diferente, el proceso urbanizador ha sido más lento (segunda mitad de siglo XX) y no se debe necesariamente al desarrollo económico. En estos países la industrialización registra marcados rezagos o es dependiente de los países de alto ingreso y la implementación de una economía de mercado que pueda facilitar la redistribución de los recursos es muy lenta o esta distorsionada generando desigualdades sociales, económicas y territoriales. Lo que pasa en estos países es un doble proceso:

- La discrepancia entre el crecimiento demográfico y el crecimiento económico en las regiones rurales, que tiene como resultado la emigración de la gente hacia los centros urbanos buscando mejorar los ingresos o para tener una vida mejor, si eso no se puede lograr en los centros urbanos nacionales la gente tiende incluso a emigrar hacia los países desarrollados.
- Las ciudades tienen la mayoría de la gente joven, en edad de procrear, por lo tanto tienen cifras de crecimiento demográfico mayores que las localidades rurales (Catedu.es, 2014).

Más recientemente las guerras, los desastres, el narcotráfico, la trata de personas y el proceso de globalización en su conjunto, está provocando grandes movimientos migratorios, desde zonas relativamente pobres y rurales hacia los principales centros de los países tanto subdesarrollados como desarrollados, incrementando significativamente todo tipo de demandas en infraestructuras y servicios en las grandes urbes y zonas metropolitanas del mundo, exigiendo nuevas formas de administrar las ciudades.

### **1.1.1) Fases del proceso de urbanización.**

En general, puede decirse que el proceso de urbanización presenta tres grandes fases (Gobierno de Aragón, 2014):

1. Una fase inicial de fuerte crecimiento, en la que una zona, una región o un país dejan de ser considerados rurales y pasan a ser urbanos. Las causas de este fuerte desarrollo urbano son dos:
  - La existencia de una fuerte corriente migratoria que lleva población del campo a la ciudad. Esta población son jóvenes adultos que buscan mejores condiciones de vida.
  - La acumulación de población joven (en edad de tener hijos) en las ciudades, como resultado de la emigración del campo a la ciudad, hace que su crecimiento natural sea mayor, mientras que el mundo rural envejece y tiene tasas de crecimiento menores o, incluso, negativas.
2. Una larga fase posterior en la que las ciudades siguen creciendo pero de forma más lenta. En esta fase la corriente migratoria desde el mundo rural se suaviza y, a la vez, el porcentaje de población joven, en edad de tener hijos, tiende a estabilizarse.
3. Una fase reciente en la que las grandes ciudades dejan de crecer. En esta fase las corrientes migratorias cambian:
  - Sigue saliendo lentamente población desde una gran parte del mundo rural hacia el urbano, pero ahora lo hace hacia ciudades de tamaño medio o pequeño.
  - Comienza a salir población desde las grandes ciudades hacia las zonas rurales que se encuentran próximas a ellas, donde la población joven encuentra residencia a precios más razonables o donde se ofrecen puestos de trabajo de fábricas, almacenes, etc. cuyas sedes empresariales se encuentran en las ciudades, pero cuyas factorías, fábricas, naves de almacenaje, talleres, etc. se alojan en ese mundo rural.

La mayor parte del mundo desarrollado ya ha pasado por la primera y segunda fase, mientras que el mundo en desarrollo se encuentra en la primera o segunda, y el subdesarrollado se encuentra en la primera, especialmente las zonas más pobres de Asia o del África subsahariana (Gobierno de Aragón, 2014).

El crecimiento extensivo de las grandes ciudades no ha sido el único fenómeno del cambio urbano operado a lo largo del siglo. La transformación más relevante ha consistido en el cambio de escala experimentado en el sistema urbano, produciéndose un proceso de expansión que no sólo ha desbordado los límites administrativos tradicionales (municipios, colonias), sino que también ha llegado a invadir regiones enteras (Roca, 2010).

Las grandes aglomeraciones de Tokio-Yokohama y New York-Filadelfia, ambas con más de 30 millones de habitantes, u Osaka-Kobe-Kyoto o Rhin-Ruhr, con más de 10 millones, o Randstad-Washington-Baltimore, con más de cinco millones, son ejemplos del desbordamiento urbano producido en la segunda mitad del siglo XX. Junto a ellas, las grandes metrópolis del mundo menos desarrollado, tales como Ciudad de México, Seúl, Sao Paulo, Bombay, Manila o Cairo, representan estructuras urbanas de carácter gigantesco (Roca, 2010).

En el plano mundial, el número de ciudades que tienen 10 millones de habitantes o más está creciendo rápidamente, y la mayoría de estas megaciudades se encuentran en las regiones menos desarrolladas. En 1960, Nueva York y Tokio eran las únicas ciudades con más de 10 millones de habitantes. En 1999, ya había 17 ciudades en todo el mundo con más de 10 millones de habitantes y 13 de ellas estaban en las regiones menos desarrolladas. Se espera que haya 26 megaciudades para el año 2015 y 22 de ellas estarán en las regiones menos favorecidas (18 en Asia). Más del 10% de la población mundial vivirá en estas ciudades, en relación con el 1.7% que las habitaba en 1950 de acuerdo con el fondo de población de las naciones unidas (FNUAP, 2014).

Las 10 ciudades más grandes del mundo en 2010 y sus poblaciones proyectadas para 2025 son Tokio-Japón (37.1 millones), Nueva Delhi-India (28.6), Mumbai-India (25.8), São Paulo-Brasil (21.7), Dhaka-Bangladesh (20.9), Ciudad de México-México (20.7), Nueva York & Newark-Estados Unidos de América (20.6), Calcuta-India (20.1), Shanghái-China (20.0), y Karachi-Pakistán (18.7) (Tiempo inestable, 2014).

## 1.2) La Dinámica Urbana-Metropolitana de México

De 1930 al año 2010 México se transformó de un país principalmente rural en uno predominantemente urbano: En 1930 dos de cada tres personas vivían en localidades rurales de menos de 2.500 habitantes, en 1950 prácticamente se iguala la población urbana y rural. A partir de este año predomina la población urbana y se estimó que para el año 2010, el 77.5% de la población nacional sería urbana y residiría en localidades de más de 2.500 habitantes (INEGI 2000), en las siguientes tablas se advierte el proceso histórico urbano del país.

%	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Urbana	33.50	35.10	42.60	50.70	57.80	66.30	71.30	74.60	77.50
Rural	66.50	64.90	57.40	49.30	42.20	33.70	28.70	25.40	22.50

Tabla 1. Evolución de la población urbana y rural (porcentaje del total). Fuente (INEGI, 2000), (INEGI, 2009).

Millones	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Urbana	5,5	6,9	11	17,7	27,3	44,3	58	72,8	75.60
Rural	11	12,8	14,8	17,2	19,9	22,5	23,3	24,7	21.9

Tabla 2. Evolución de la población urbana y rural (millones de personas). Fuente (INEGI, 2000), (INEGI, 2009).

El proceso de urbanización del país continuará consolidándose en el futuro. Estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO) establecen que en 2030 la población total ascenderá a 120.8 millones de personas y de este número 82.9 millones estarán viviendo en zonas urbanas. En los próximos años el número de las ciudades más grandes se va a incrementar, mientras que, el número de ciudades pequeñas se va a reducir.

Todas estas características se muestran en las tablas que siguen de acuerdo con cálculos de la SEDESOL y las proyecciones del CONAPO.

Tamaño de Localidad	2012	2020	2030
Menos de 2,500	22.20%	20.80%	19.50%
De 2,500 a 14,999	13.20%	12.90%	12.70%
De 15,000 a 99,999	14%	14.50%	13.70%
De 100,000 a 999,999	36.50%	38.50%	40.60%
De 1,000,000 o más	14.10%	13.30%	13.50%

Tabla 3. Proyecciones de Población por tamaño de localidad (porcentaje de la población). Fuente (SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2008).

Tamaño de Localidad	2012	2020	2030
Menos de 2,500	24.4	24.1	23.6
De 2,500 a 14,999	14.6	14.9	15.3
De 15,000 a 99,999	15.4	16.8	16.5
De 100,000 a 999,999	40.1	44.6	49.1
De 1,000,000 o más	15.6	15.4	16.3

Tabla 4. Proyecciones de Población por tamaño de localidad (Millones de personas). Fuente (SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2008).

El cambio demográfico rural y urbano es significativo y tiene implicaciones muy fuertes, de ser una economía rural con bajas demandas de infraestructura, ahora es una economía fundamentalmente urbana con crecientes y complejas demandas de infraestructuras que requieren construirse, mantenerse y modernizarse, lo que demanda recursos y una gestión integral, compleja, oportuna y adecuada. La población en las grandes ciudades está aumentando cada año y sus necesidades también, por esta razón es importante diseñar, construir y mantener actualizado un modelo de gestión de la ITU que, a través de la planeación ayude al gobierno y habitantes de las ciudades a tener un ambiente más sustentable, y al mismo tiempo permitir que sus habitantes sean más productivos, a través de una mejor calidad de vida.

El proceso de metropolización en la Ciudad de México inició en la década de los cuarenta, con la conurbación entre la delegación Miguel Hidalgo en el Distrito Federal y el municipio de Naucalpan en el Estado de México, inducida por la construcción de Ciudad Satélite (Unikel et al, 1978). Las zonas metropolitanas son los elementos de mayor jerarquía del sistema urbano de México, en ellas se genera 75% del producto interno bruto del país y tienen el potencial de incidir favorablemente en el desarrollo social y económico de sus respectivas regiones. La gestión de las zonas metropolitanas implica la concurrencia de dos o más gobiernos municipales, y en ocasiones estatales (Sobrino, 1993). Pero, la falta de acuerdos, las diferencias en la normatividad urbana, la ausencia de mecanismos eficaces de coordinación intersectorial e intergubernamental, representan serios obstáculos para el adecuado funcionamiento y desarrollo de las metrópolis. El proceso de metropolización, con base en indicadores, desde 1960 hasta 2005 indica que:

Indicador	1960	1980	1990	2000	2005
Zonas metropolitanas	12	26	37	55	56
Delegaciones y municipios metropolitanos	64	131	155	309	345
Entidades federativas	14	20	26	29	29
Población total (millones)	9,0	26,1	31,5	51,5	57,9
Porcentaje de la población nacional	25,6	39,1	38,8	52,8	56,0
Porcentaje de la población urbana	66,3	71,1	67,5	77,3	78,6

Tabla 5. Indicadores del proceso de metropolización. Fuentes: (SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2008), (Negrete y Salazar, 1986), (Unikel et al, 1978), (Sobrino, 1993.).

Las zonas metropolitanas se han incrementado dos veces del año 1960 al año 1980 y después se duplicaron otra vez de 1980 al año 2000. Actualmente, México cuenta con 59 zonas metropolitanas que crecen de manera caótica y desordenada sin autoridades metropolitanas que las contengan y administren adecuadamente.

También se puede mencionar que la metropolización del país y la concentración de gente en este tipo de ciudades (56% de la población), exige una adecuada administración de la infraestructura urbana y representa un gran desafío para solucionar los problemas de extensión y fragmentación del territorio, acceso a servicios básicos, movilidad segura y cómoda y oferta de la infraestructura para proporcionar servicios de acuerdo con las necesidades de la gente y con las políticas existentes. Por lo tanto, una adecuada gestión de la infraestructura urbana en general y del transporte en particular, se convierte en una exigencia fundamental, para cubrir múltiples necesidades de infraestructura, equipamiento y de servicios de transporte dentro del entorno urbano-metropolitano.

### **El crecimiento urbano en la Ciudad de México.**

El modelo actual de crecimiento urbano en México está determinado por el mercado inmobiliario y es predominantemente disperso, desordenado, con bajas densidades, sin usos mixtos e insustentable. La falta de gestión urbana ha generado fragmentación del territorio, aumento de las distancias y los tiempos de traslado.

La construcción masiva de vivienda, como lo muestra la Figura 3, ha alcanzado una escala sin precedentes. Entre 2003 y 2010 el Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) otorgó poco más de 3.2 millones de créditos, más de los ofrecidos en los 30 años anteriores (IMCO, 2011). Sin embargo, las deficiencias o mala planeación registrada en la construcción masiva de viviendas de interés social, ha provocado que el 26% de las viviendas financiadas se encuentren desocupadas o abandonadas y, en el 21% de estos casos, la principal causa es la distancia que separa la vivienda de la ciudad y la carencia de servicios públicos eficientes para atender la demanda de transporte generada (INFONAVIT, 2010).

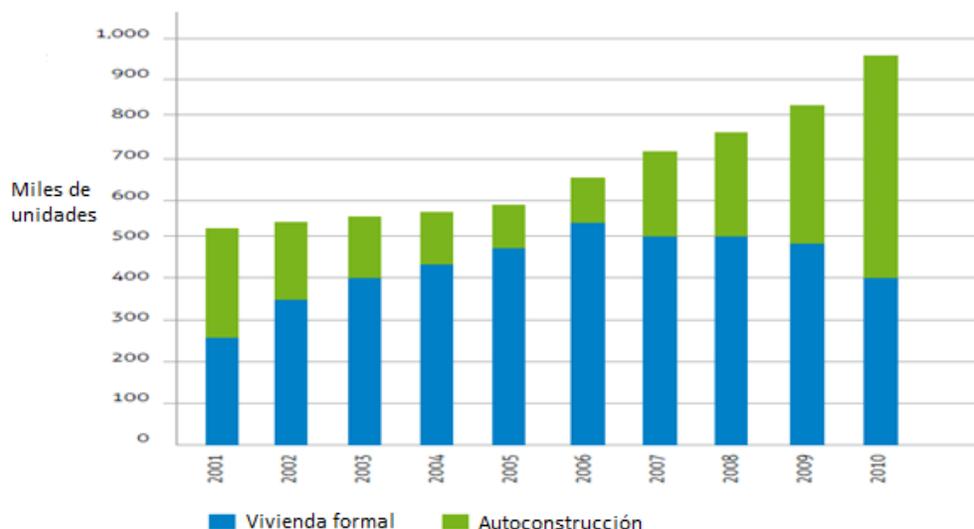


Figura 3. Crecimiento de vivienda en México, 2001-2010 (miles de unidades). Fuente (ITDP, 2012)

La tendencia de los desarrolladores inmobiliarios ha sido adquirir suelo barato en la periferia cada vez más lejana de las ciudades. Cada vez es más frecuente la compra de terrenos ejidales y su cambio de uso de suelo para construir conjuntos habitacionales. En este sentido, la construcción de estos conjuntos se ha llevado a cabo como una urbanización sin ciudad o como una ciudad insular, en la medida en que dichas estructuras urbanas se vinculan a su entorno y al espacio metropolitano sólo por medio de una vialidad colectora insuficiente y deficiente para atender demandas colectivas a las que además no se les proporcionan servicios comerciales, educativos, de salud ni de transporte por lo que la gente las abandona al poco tiempo de adquirirlas (Duhau, 2008).

Además, conforme aumente la autoconstrucción en la vivienda (Figura 3) la construcción informal de las vialidades locales también irá en aumento con todas las deficiencias que implica una construcción no reglamentada.

La actual política de vivienda ha fragmentado el espacio urbano, aumentado las distancias y tiempos de traslado y ha puesto en jaque la estructura territorial y ambiental de las ciudades mexicanas. Un patrón de desarrollo disperso, de baja densidad y sin usos de suelo mixtos, obliga a los ciudadanos a vivir menos la ciudad, a recorrer distancias más largas, a utilizar en demasía el automóvil y a caminar menos (ITDP, 2012). Este patrón de desarrollo urbano hace costoso y difícil establecer sistemas de transporte público, pero tampoco facilita trasladarse en bicicleta o caminar. La lejanía también obliga a consumir una mayor cantidad de energía para el transporte y a destinar espacio público para vialidades. Este fenómeno se refleja en que las ciudades crecen físicamente mucho más rápido que su población, y en el incremento de automóviles particulares. Esta situación no es privativa de la Ciudad de México como se puede apreciar con los datos de la Figura 4.

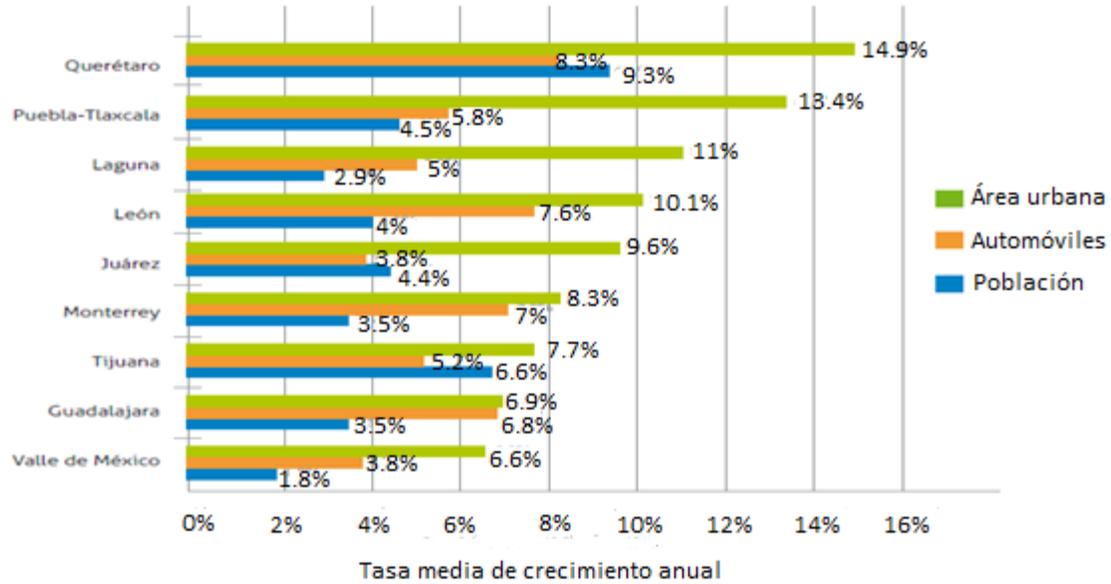


Figura 4. Crecimiento medio anual urbano, poblacional y de automóviles particulares por zona metropolitana, 1980-2010. Fuente (ITDP, 2012).

El crecimiento del parque vehicular y el uso intensivo del automóvil genera costos sociales, económicos y ambientales que no son cubiertos exclusivamente por quienes manejan, sino que son transferidos a toda la sociedad. A todo eso se debe añadir el hecho que 65% de las inversiones en el rubro de movilidad se destina para infraestructura vial del auto particular, solo 22% se dedica al transporte público y muchos menos a la infraestructura ciclista y peatonal (Figura 5). Al analizar ciudad por ciudad, se pueden advertir diferencias notables en la asignación de la inversión, la que más llama la atención es el caso de Colima que dedica la mitad para atender problemas peatonales y le siguen Veracruz, Mérida y Querétaro. Estos resultados de distintas políticas de gestión urbana, deben ser ejemplos para la Ciudad de México si de verdad quiere promover e impulsar el paradigma de la movilidad.

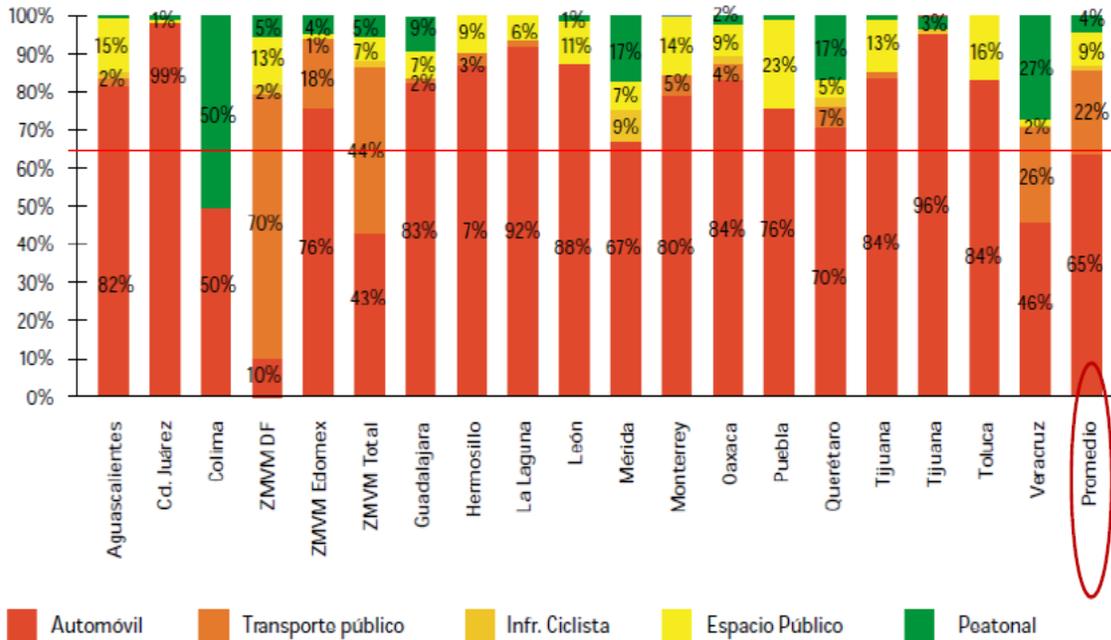


Figura 5. Distribución porcentual de fondos federales por tipos de inversión en movilidad. Fuente (Nieto Enríquez, 2014).

La asignación de financiamiento orientada a la infraestructura para autos y el aumento de la flota vehicular, ha provocado la paulatina pero creciente invasión de las vialidades urbanas por todo tipo de unidades vehiculares, predominantemente privadas, que saturan las vialidades e incrementan la circulación y la congestión vehicular. A lo anterior se suma un fenómeno emergente, la utilización de las motocicletas cuyos índices de crecimiento superan incluso a los de los autos y camionetas. Todo ello agudiza severamente la congestión e ineficiencia de las vialidades, particularmente de los corredores troncales de alcance metropolitano (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2010).

El transporte puede generar externalidades (positivas o negativas), una externalidad se genera cuando un agente lleva a cabo una acción de la cual se derivan algunos efectos negativos o positivos que tienen un impacto en forma de beneficios o costos sobre otros agentes (De Rus, 2003). La congestión que es una externalidad negativa de transporte, no solamente afecta los tiempos del desplazamiento, también afecta la salud física-mental de las personas, así como su capacidad social ya que, mientras más tiempo gasta la gente en el tráfico, menos posibilidades tiene para apropiarse, relacionarse y disfrutar del espacio público: por ejemplo, para el caso del tráfico pesado se estima que se tienen 1.15 amigos y 2.8 conocidos por persona, mientras que, para el tráfico mediano el número de amigos y conocidos por persona es de 2.45 y 3.65, por último, para el tráfico ligero el número de amigos y conocidos por persona sube al 5.35 y 6.1 respectivamente (Hart, 2008).

Otras externalidades negativas del sector transporte son las siguientes: en 2008 la contaminación local que generó la combustión de gasolina estuvo ligada a 14 mil muertes por la mala calidad del aire en México; más 24,000 muertes, 40,000 discapacitados y 750 mil heridos por accidentes de tránsito (OMS, 2012) que generan anualmente costos por 126 mil millones de pesos, lo que equivale al 1.3% del PIB nacional (Secretaría de Salud, 2010; Cervantes, 2009).

Además, el vehículo particular ocupa el 84% del total de la flota y es responsable por el 50% de los Gases del Efecto Invernadero (GEI), (OMS, 2012). Y los altos costos provocados por las externalidades negativas del sector transporte, también se registran en algunas de las ciudades más importantes de México, como se advierte con los datos de la Tabla 6.

Zona	Contaminación local	Cambio climático	Accidentes Viales	Congestión	Ruido	Total	% del PIB
Valle del bravo	14,396	6,718	10,332	82,163	8,320	121,930	4.6%
Monterrey	2,282	1,065	5,843	11,485	1,319	21,994	2.8%
Guadalajara	2,795	1,304	4,970	10,635	1,615	21,319	4.7%
Puebla-Tlaxcala	996	465	1,317	1,894	575	5,247	1.8%
León	506	236	1,250	321	293	2,606	1.6%
<b>TOTAL</b>	<b>20,975</b>	<b>9,787</b>	<b>23,712</b>	<b>106,498</b>	<b>12,123</b>	<b>173,095</b>	<b>4%</b>

Tabla 6. Estimación de externalidades asociadas al uso del automóvil en zonas metropolitanas selectas de México, 2009 (millones de pesos). Fuente (Medina, 2012).

En México la política pública local y federal ha incentivado tradicionalmente el uso del automóvil, así lo demuestra claramente lo que se ha invertido en infraestructura dedicada al automóvil, dejando de lado el ordenamiento ecológico y territorial y el mejoramiento y ampliación de la oferta de transporte público y no motorizado.

Nuestras ciudades crecen siguiendo un modelo tipo 3D (Distante, Disperso y Desconectado) caracterizado por la expansión desproporcionada, fragmentada y no planificada del área urbana. Así, mientras la población urbana de México se duplicó en los últimos 30 años, la superficie urbanizada se multiplicó por 6 (CTS EMBARQ, 2013).

El modelo tipo 3D es el resultado de la carencia de un sistema integral de planeación urbana, y de una institucionalidad débil y fragmentada, en la cual lo urbano queda disperso en numerosas dependencias que no actúan de manera coordinada ni tienen la capacidad real para incidir en la manera en que nuestras ciudades se desarrollan. A ello ayuda la existencia de un marco legal que no favorece la planeación del territorio, no desincentiva la especulación del suelo, ni brinda los incentivos adecuados para el desarrollo de terrenos interurbanos (CTS EMBARQ, 2013).

### 1.3) Del paradigma de transporte al paradigma de la movilidad en la Ciudad de México

Por la problemática descrita, y por las externalidades negativas generadas por el modelo actual de transporte, el Gobierno de la Ciudad de México decidió promover un cambio conceptual o cambio de paradigma: del transporte a la *movilidad*.

La palabra paradigma, es de origen griego y etimológicamente suele usarse para hacer referencia a un modelo que es digno de seguir.

Cada paradigma es un conjunto de suposiciones, conceptos, percepciones y prácticas compartidos por la comunidad que constituye una manera de percibir la realidad para que se pueda definir un problema y evaluar soluciones (Capra, 1996 y Litman, 2003).

Los paradigmas de una disciplina pueden evolucionar y forzar a los expertos de un sector a examinar sus suposiciones y métodos de análisis. Con los cambios de paradigmas se establecen nuevas reglas que permiten redefinir el marco teórico-conceptual y luego muestran cómo actuar dentro de ese marco para responder a las nuevas necesidades del paradigma (Baker, 1992).

En el tradicional paradigma del transporte prevalece la dependencia del automóvil con todas sus consecuencias como son la congestión, los accidentes de tránsito, el ruido, el cambio climático, la contaminación en general. En todo el mundo se habla de la necesidad de sustituir a este modelo y se reconoce que hay que trabajar sobre el concepto de *movilidad* y más recientemente de **movilidad sustentable**, con el propósito de reducir el uso de auto particular y alentar la caminata, el uso de bicicletas y el uso del transporte público.

En las siguientes líneas se puede apreciar la evolución de los paradigmas que tienen que ver con la movilidad urbana según Salvador Medina del ITDP (2012b), hasta llegar al paradigma de movilidad sustentable (Figura 6).

**Paradigma de capacidad:** “Implica resolver la congestión vehicular incrementando la oferta vial, mediante nueva infraestructura o utilizando sistemas inteligentes de transporte para aumentar la eficiencia de la existente. El efecto de esta estrategia induce a una mayor demanda del uso de la infraestructura vial, resultando en mayores congestionamientos a mediano y largo plazo. Estas soluciones son de corto plazo y benefician sólo a los automovilistas, por lo que son inequitativas (ITDP 2012b, 38)”.

**Paradigma de movilidad:** “El paradigma se enfoca en mover personas y bienes de forma eficiente. Propone utilizar la capacidad vial de manera inteligente y eficaz, y considera entre sus propuestas a los sistemas de transporte público. Sin embargo, este paradigma le resta valor a los modos “lentos” como el caminar o el uso de la bicicleta y minimiza la importancia de las estrategias de gestión de la demanda (instrumentos económicos, de planeación, etc.) al igual que ignora el impacto de la estructura urbana en la movilidad y accesibilidad de las personas, por lo que no constituye una solución integral (ITDP 2012b, 38)”.

**Paradigma de accesibilidad:** “Valora el nivel de servicio multimodal, la accesibilidad a una diversidad de bienes y servicios y la reducción de los costos por viaje-persona. Fomenta el desarrollo de ciudades compactas y usos de suelo mixtos que permitan a las personas satisfacer la mayoría de sus necesidades en distancias cortas. Éste es un paradigma basado en la accesibilidad, y no en la movilidad por sí misma y es lo que **permite el desarrollo de una movilidad sustentable** (ITDP 2012b, 38)”.

Como el mismo Medina (2012b) lo indica, la accesibilidad definida en el contexto de la tesis como la facilidad con la cual las personas pueden cubrir la distancia que separa dos lugares (Hernández, 2012), es fundamental para el desarrollo de una movilidad sustentable ya que los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público no pueden cubrir distancias muy largas. Por ello, se puede decir que el paradigma de *movilidad sustentable* propuesto por David Banister (2008) es la tendencia mundial que prevalece.

“El **paradigma de movilidad sustentable** requiere acciones para reducir la necesidad de viajar, para alentar el cambio modal, para reducir la distancia de los viajes y para alentar la eficiencia del sistema de transporte urbano (Banister, 2008)”. En el contexto del paradigma de movilidad sustentable, se deben también fortalecer las ligas entre transporte y uso del suelo ya que, mediante la densificación del uso del suelo y el equilibrio entre empleo, transporte, estudios, áreas verdes y viviendas se puede *asegurar la proximidad* con ciertas facilidades para que la gente pueda cubrir sus necesidades y llegar a lo que se conoce como barrio completo sin la necesidad de usar el coche.

Un ejemplo práctico se está implementando en Barcelona bajo el concepto de supermanzanas (estándar de 9 bloques) en los que se pretende que predomine el uso de suelo mixto y que al interior de esas supermanzanas no circulen los automóviles (excepto los de los residentes) para estimular el uso de las bicicletas, el caminar y promover el empoderamiento del espacio público.

Desde esta perspectiva y considerando que el modelo de movilidad urbana sustentable atiende primordialmente las necesidades de los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público que desearían no recorrer distancias muy largas, así como contar con las condiciones necesarias para desplazarse con comodidad, facilidad, seguridad y bajo costo económico y ambiental, es fundamental tener infraestructuras, equipamientos y servicios adecuados para el transporte no motorizado y público, inhibiendo implícitamente el uso de los vehículos privados. En este contexto nuestro trabajo de investigación tiene pertinencia y valor académico.

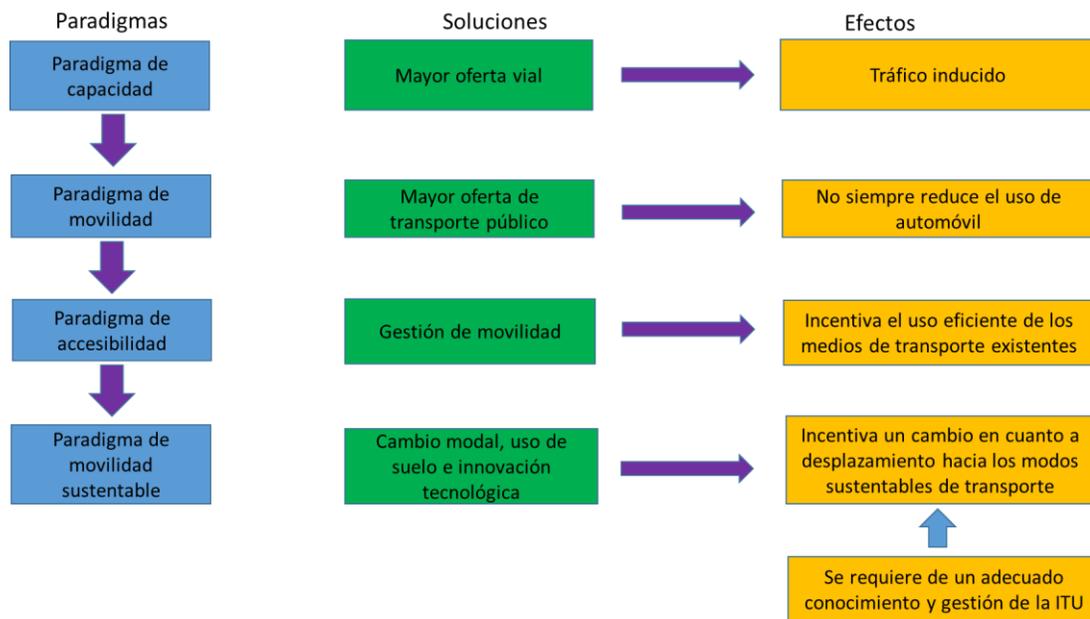


Figura 6. Evolución de los paradigmas de movilidad urbana. Elaboración propia basada en (ITDP, 2012b) y Banister, 2008).

## Movilidad versus Transporte

Mediante el fenómeno de sub-urbanización, se evidenció que los desplazamientos al interior de las ciudades y desde estas hasta otras regiones se intensifican y tienden a ser fundamentales. El transporte surgió, entonces, como un elemento clave para el desarrollo urbano (Rojas, 2007). Sin embargo, el siglo XXI introdujo nuevos desafíos frente a los cuales el concepto de transporte no logró dar respuesta, como son los problemas ambientales, los grandes congestionamientos, la invasión del espacio público para construir nuevas vías y mover vehículos, sin promover la gestión incluyente-equitativa, y la humanización de la gestión urbana (Rojas, 2007; Hart, 2008; Appleyard, 1969). Por ello, en la literatura se muestra una transición de un enfoque en términos de transporte a uno en términos de movilidad de personas (Dangond Gibsone et al., 2011; Lazo, 2008; Avellaneda y Lazo, 2009; Hernández, 2009; Cebollada y Miralles, 2004; Jara y Carrasco, 2009; Gutiérrez, 2009a, 2009b, 2009c, 2012; Miralles-Guasch, 2002). Este cambio paradigmático no es una idea, un gran número de países ya cuenta con sus planes nacionales de movilidad y los están implementando en ciudades de distintos tamaños. No se trata de un capricho o moda política, es una tendencia mundial considerada incluso en los objetivos del milenio. El cambio del transporte a la movilidad se puede entender mejor mediante el trabajo de Banister, donde destaca la necesidad de movernos del concepto tradicional de transporte al de movilidad sustentable como se aprecia en la Tabla 7.

Planeación de transporte -enfoque convencional e ingeniería	Un enfoque alternativo- movilidad sustentable
Dimensiones físicas	Dimensiones sociales
Movilidad	Accesibilidad
Enfoque hacia el tránsito, específicamente hacia el coche	Enfoque hacia las personas
Grande en escala	Escala local
Vialidad como espacio exclusivo para vehículos	Vialidad como espacio público
Transporte motorizado	Todos los modos de transporte, normalmente peatones, ciclistas y usuarios de transporte público en el cúspide de la pirámide y el transporte privado motorizado en la base
Pronosticar el tránsito	Visionar la ciudad
Enfoques de modelado	Desarrollo de escenarios y modelado
Evaluación financiera	Análisis multicriterio
Viaje como una demanda derivada	Viaje como una actividad valorada y como una demanda derivada
Basado en demanda	Basado en la gestión
Acelerar el tránsito	Calmar el tránsito
Minimizar el tiempo de viaje	Tiempos de viaje razonables y fiabilidad del viaje en el tiempo
Segregar personas con el tránsito	Integrar las personas con el tránsito

Tabla 7. Diferencias entre el enfoque convencional y el enfoque sustentable. Fuente (Banister, 2008).

El paradigma convencional de transporte, como prioriza el movimiento de los vehículos concibe a la vialidad como un espacio exclusivamente dedicado a los vehículos de motor y segrega a las personas del tránsito. Es un paradigma que se preocupa fundamentalmente por las dimensiones físicas (creación de nuevas vías, ampliación de vías con nuevos carriles) para acelerar el tránsito, minimizar el tiempo de viaje y mejorar la circulación vehicular haciendo abstracción de los modos de transporte no motorizados.

La escala operativa y su cobertura territorial es extensa porque se basa en el transporte motorizado que tiene la capacidad de cubrir distancias largas.

Adicionalmente, se puede decir que es un paradigma basado en la oferta para que el flujo vehicular se pueda mover con fluidez, por ello, es necesario pronosticar el tránsito y usar modelos de datos agregados. Finalmente, cabe mencionar que es un paradigma más preocupado por la evaluación financiera que por los temas ambientales-sociales.

En cambio, el paradigma de la movilidad sustentable prioriza el movimiento de las personas (destaca dentro de su marco su carácter social) y establece una nueva jerarquía de movilidad donde se da prioridad a los modos sustentables de transporte como el caminar y usar la bicicleta.

Este paradigma percibe a la calle como un espacio público donde se deben integrar las personas y el tránsito vehicular (calles para todos), por ello se pretende reducir las velocidades (calmar el tránsito) y establecer tiempos de viajes razonables para disminuir la contaminación y evitar accidentes. Privilegia el concepto de accesibilidad local, del peatón y ciclista, modos de desplazamiento no motorizados que no pueden cubrir distancias muy largas.

El paradigma de movilidad sustentable está basado en la gestión-planeación de sistema de transporte urbano mediante programas integrales que incluyen al transporte, uso del suelo y medio ambiente, entre otros, para generar un desarrollo urbano sustentable teniendo como visión la ciudad y la mejora del nivel de vida de los habitantes. Para este paradigma es necesario el uso de análisis multicriterio ya que se toman en cuenta no solamente temas técnicos, también económicos, ambientales y sociales.

En la tesis el concepto de movilidad se refiere al conjunto de desplazamientos que las personas de un ámbito territorial deben realizar para llevar a cabo sus actividades cotidianas que conjuga deseos o necesidades de viaje y capacidades para satisfacerlos (Santos y De Las Rivas Sanz, 2008; Gutiérrez, 2012). La movilidad es un importante capital social ya que permite el acceso de los individuos a una red de relaciones físicas, sociales, conocimientos y territorios distintos imprescindibles para el desarrollo de su vida cotidiana (Le Breton, 2002; Kaufmann, 2004).

Para impulsar con éxito una política federal de reducción del uso del automóvil, es indispensable cambiar la forma en la que se conceptualizan los problemas, incluso se requiere establecer normativa y leyes para que se lleven a cabo transformaciones no puntuales sino de largo plazo. El impacto del paradigma de la movilidad se ha reflejado en la Ciudad de México y Guadalajara, así como en los Estados de México, Colima, Guanajuato, Querétaro, Morelos, Nuevo León y Puebla, donde se cambia la nomenclatura de las Secretarías de Transporte y Vialidad clásicas con el perfil ingenieril al de Secretarías de Movilidad. En algunas de estas entidades y ciudades ya se promulgó el derecho a la movilidad que según la Comisión de Derechos Humanos de Distrito Federal (2013) es “el derecho de toda persona y de la colectividad a disponer de un sistema integral de movilidad de calidad y aceptable, suficiente y accesible que, en condiciones de igualdad y sostenibilidad, permita el efectivo desplazamiento de todas las personas en un territorio para la satisfacción de sus necesidades y pleno desarrollo”, y se han generado leyes de movilidad y estudios para la prevención de accidentes dentro del marco de la movilidad sustentable que, enriquecen la perspectiva de la ingeniería con el conocimiento de otras disciplinas y esto no ocurre sólo en México, es una tendencia mundial.

De hecho, las ciudades más exitosas económicamente y con mayor calidad de vida en el mundo, como Londres, París, Estocolmo y Vancouver, son reconocidas y valoradas por ser caminables, por la calidad de sus sistemas de transporte público, así como por sus ciclovías y políticas de gestión de la movilidad.

Aunque algunos investigadores aducen que no se trata de un cambio de paradigma científico sino de una moda política, es evidente que el cambio se da en un contexto social a escala mundial, con cambios conceptuales y prácticos profundos que cuestionan los enfoques sectoriales y técnicos. En la siguiente sección de la tesis se presenta el Programa Integral de Movilidad (PIM) que está orientado al paradigma de movilidad sustentable, que se pretende aplicar en la Ciudad de México.

### **Programa Integral de Movilidad**

En el marco de la presentación del Diagnóstico de Movilidad de la Ciudad de México (Portal automotriz, 2013) la Secretaría de Transportes y Vialidad (SETRAVI) ahora Secretaría de Movilidad (SEMOVI), a través de su titular Rufino H León Tovar, aseguró que para intervenir positivamente en la calidad de vida de los capitalinos, es indispensable desarrollar modelos estratégicos de desarrollo urbano encaminados al fortalecimiento del transporte público, promover la utilización de vehículos no motorizados, y desalentar el uso del automóvil particular. En este programa se establece un precedente para avanzar hacia una movilidad más eficiente, segura, incluyente, accesible y sustentable. Es una nueva política que se enfoca en mover personas, no sólo automóviles, bajo una nueva jerarquía de movilidad que otorga prioridad al peatón, ciclista y personas usuarias del transporte público, sobre el transporte de mercancías y el automóvil particular.

“Nuestra responsabilidad es con la gente y no con los vehículos motorizados. Por ello, los peatones, los ciclistas y los usuarios del transporte público son el eje de toda nuestra política en materia de movilidad. La ciudad debe adaptarse a las necesidades de los ciudadanos y no los ciudadanos a la ciudad”, enfatizó León Tovar (Portal automotriz, 2013). Este cambio de enfoque implica que se debe privilegiar y contar con un determinado tipo de infraestructura y equipamiento, que hasta la fecha no ha sido definido y menos desarrollado de la manera más conveniente para satisfacer las demandas de movilidad peatonal, ciclista y usuario de transporte público.

En su turno la Directora General de Planeación y Vialidad, Dhyana Quintanar Solares, explicó que como parte de esta nueva política pública, la SEMOVI (que anteriormente se llamaba SETRAVI) estableció un nuevo paradigma de movilidad, donde el centro y fin de las acciones son las personas. Además, la funcionaria comentó que como parte de esta nueva política SEMOVI estableció seis ejes de actuación como marco de trabajo para elaborar el Plan Integral de Movilidad del DF (Obrasweb, 2013):

**Eje I. Sistema integrado de transporte (SIT).** Contempla la articulación eficiente entre los diferentes modos de transporte público, tanto operados por el Gobierno de la Ciudad como privados, brindar a las personas un servicio confiable, cómodo, seguro, con altos estándares de calidad, acceso y cobertura en toda la Ciudad, y con menores costos al ambiente. Se dice fácil, pero la intermodalidad no puede realizarse mientras no existan bases de datos técnicas y operativas de cada modo de transporte, que permitan la interoperabilidad.

**Eje II. Calles para todos.** Promueve la creación de calles realmente funcionales para todos los usuarios de la vía, esto significa contar con calles cómodas, accesibles, equitativas y seguras desde una perspectiva de seguridad vial y seguridad personal. Pero como se va a realizar esto, cuando no se tiene un inventario real sobre vialidades primarias, el desconocimiento de nuestras calles se convierte entonces en una laguna que demanda la elaboración de un inventario de vialidades, definidas como objetos geográficos y de esta manera, contemplar cuales son o deberían de ser sus atributos fundamentales en términos de la movilidad deseada (peatonal y ciclista).

**Eje III. Más movilidad con menos autos.** Promueve el uso racional del automóvil, ofreciendo al mismo tiempo opciones de calidad para los recorridos cortos o finales del viaje, como el uso de la bicicleta. Se fomenta el concepto de auto compartido, la expansión coordinada de ECOBICI y de parquímetros, y los esfuerzos públicos y privados de transporte escolar y una movilidad empresarial eficiente. Todo suena muy bien, pero sin duda exigirá contar con nuevas infraestructuras, equipamientos y servicios que requieren contemplarse en escalas socioeconómicas antes no consideradas (circuitos peatonales, senderos seguros, barrios accesibles).

**Eje IV. Cultura de movilidad.** Prevé fomentar una mejor convivencia en las calles, con hábitos de movilidad más seguros, saludables y sustentables, así como la aplicación y respeto a la ley. Las infraestructuras y servicios de movilidad tendrán desde su concepto y operación que adaptarse. Por ejemplo: Calles con servicios para peatones y vigiladas con cámaras; parabúses que brinden información al público; postes de energía solar con sistemas de atención a emergencias, etc.

**Eje V. Distribución eficiente de mercancías.** Atiende a la gestión eficiente del transporte de carga, así como de la distribución de bienes y mercancías al interior de la capital. Se reconoce que el transporte de carga es fundamental para la ciudad y debe estudiarse incluso como tema de competitividad urbana. Pensar en la competitividad de la ciudad y sus vínculos con el transporte eficiente de mercancías, sin duda es muy recomendable, pero la base de los movimientos de carga descansa en el conocimiento de los orígenes y destinos de las mercancías, en las redes y sus flujos. Todo esto demanda el registro de datos y la construcción de inventarios, lo que nos lleva a la gestión de datos tema, hasta la fecha, poco desarrollado en la administración pública de la Ciudad de México.

**Eje VI. Desarrollo urbano orientado al transporte.** Se busca reducir la distancia de los viajes de las personas entre sus hogares, lugares de trabajo, escuelas y centros de convivencia, a través de una coordinación integral del transporte público con el desarrollo urbano de la Ciudad. Sin duda se trata de un propósito interesante, que sitúa el problema de la movilidad en una dimensión transversal, que involucra gran cantidad de datos e información de múltiples sectores vinculados a la movilidad, lo cual demanda empezar a trabajar en la construcción de sistemas de gestión de información que puedan procesar y proporcionar grandes cantidades de datos.

Este cambio conceptual hacia la movilidad se puede ver en la Figura 7, donde se pasa de la pirámide del paradigma tradicional del transporte, a la pirámide invertida del paradigma de movilidad donde la movilidad peatonal está en la cúspide de la pirámide. En el siguiente nivel se encuentra la bicicleta y abajo el transporte público colectivo.

El transporte de carga sería el penúltimo escalón del servicio público, para finalizar con el vehículo privado motorizado en la base de la pirámide. Este es justamente el modelo propuesto por la SEMOVI, pero es muy similar al que se está aplicando en múltiples ciudades del mundo comprometidas para la realización y aplicación de sus planes de movilidad sustentable. Sin embargo, el asunto es ¿cómo hacerlo operativo para cumplir con el propósito de esta tesis y para crear las condiciones de infraestructura y de gestión para su implementación?

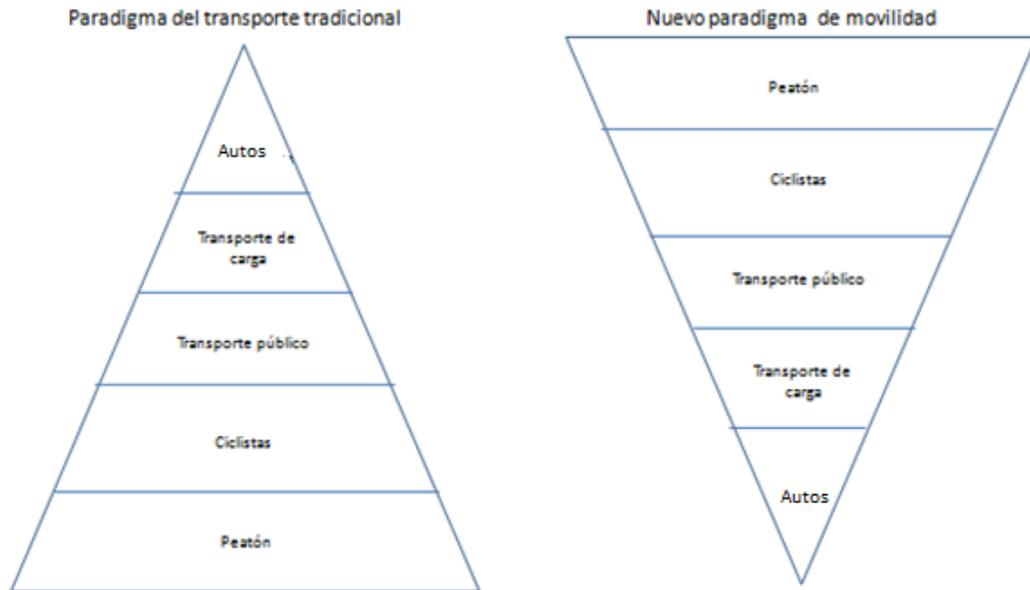


Figura 7. Jerarquía de movilidad debido al cambio de transporte a movilidad en la Ciudad de México. Elaboración propia basada en (ITDP, 2012).

Para responder a la pregunta, un primer paso en el desarrollo de la tesis, fue identificar qué tipo de ITU demanda cada escalón de la pirámide (Figura 8) puede parecer trivial pero, a partir de este requerimiento es que se puede empezar a pensar en un modelo de gestión que sustente el paradigma de la movilidad.

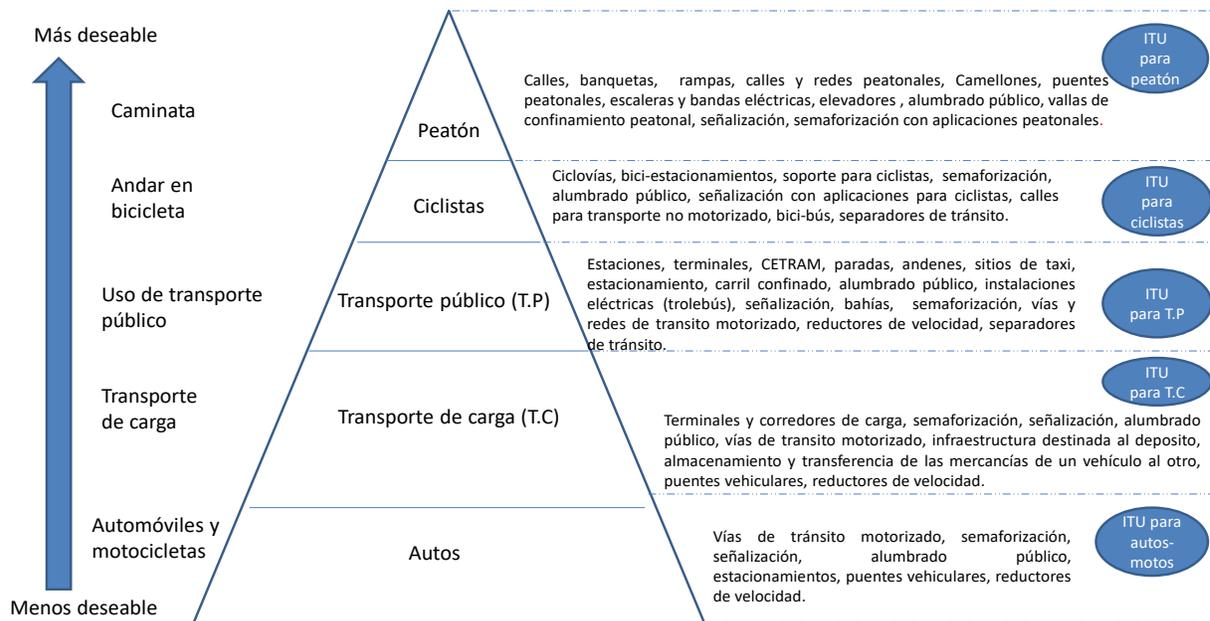


Figura 8. Pirámide de la jerarquía de la movilidad urbana y su respectiva ITU. Elaboración propia basada en (ITDP, 2012).

Es importante enfatizar que la movilidad sustentable está indisolublemente asociada a los usos del suelo. La localización de cada vivienda, infraestructura, equipamiento, instalación y edificación es lo que genera necesidades de movilidad, por ello una estrategia de gestión y desarrollo urbano sustentable, desde la perspectiva de la movilidad, tiende a reunir armónicamente datos de usos del suelo y necesidades de transporte. Pero en el desarrollo del paradigma propuesto por la SEMOVI se requiere explorar y conocer con detalle, las necesidades de desplazamiento peatonal, ciclista y los movimientos y requerimientos de los grupos vulnerables: Discapacitados, mujeres embarazadas, niños y adultos mayores.

Hay algunos ejemplos de ciudades que han tratado de mejorar la movilidad peatonal, ciclista y la movilidad a través del transporte público y al mismo tiempo desalentar el uso del auto particular, como son Copenhague, Ámsterdam, Viena, Barcelona, Estocolmo París, entre otras (Tys magazine(a), 2014). Estas ciudades representan el cambio de modelo en que debe sustentarse la gestión de la ITU. En ellas, el territorio, los usos de suelo, y las redes de infraestructura y servicios se planean de manera integrada para proporcionar mayor accesibilidad y estimular el crecimiento económico y social, mejorar la calidad de vida de la población, disminuir el consumo energético y preservar el medio ambiente (CTSEMBARQ, 2013). Por supuesto se trata de ciudades que cuentan con sistemas de información sobre múltiples sectores (agua, salud, educación, energía y transporte entre otras) que les permiten analizar de manera transversal eventos y problemáticas en tiempo casi real.

Los principales cambios en cuanto a la gestión de estas ciudades se establecen en las siguientes líneas:

- De ciudades aisladas a sistemas de ciudades.
- De ciudad expandida a ciudad compacta.
- De mancha dispersa a tejido urbano continuo.
- De más suelo nuevo a la reutilización de lo ya urbanizado.
- De fraccionamientos dormitorio a barrios completos.
- De mover vehículos a dar accesibilidad a las personas.
- De vías para automóviles a calles para todos (CTSEMBARQ, 2013).
- De planes exclusivos a planes inclusivos de la comunidad en el proceso de gestión urbana (Lille Metropole, 2011).
- De planes centrados solo en el transporte a planes integrados que consideren el desarrollo urbano integral (Tomassian et al., 2010).
- Del concepto de uni-modalidad a la inter-modalidad, considerando como muy importante los desplazamientos a pie, es decir, la escala humana de los desplazamientos.
- De altas a bajas emisiones de contaminantes de los autos particulares (Tys magazine, 2014).
- De institucionalidad débil y fragmentada a una fuerte que permite la comunicación, la coherencia de datos y la generación del conocimiento (CEPAL, 2014).
- De gobiernos que trabajan solo en los límites de su oficina a gobiernos que salgan a los campos para investigar (CEPAL, 2014).

Este cambio del paradigma del transporte al de movilidad en la Ciudad de México se refleja también en las acciones y la política propuesta por el ITDP de México, el cual propone ocho principios relacionados con el transporte y el desarrollo urbano para lograr ciudades más sustentables y con mayor calidad de vida (ITDP, 2012):

- **Caminar:** Desarrollar barrios y comunidades que promuevan la caminata, acortando los cruces de vialidades, enfatizando la seguridad y conveniencia del peatón, creando espacio público y promoviendo actividades en plantas bajas, a nivel de calle.
- **Pedalear:** Priorizar redes de ciclovías, diseñando calles que acentúen la seguridad y conveniencia de los ciclistas, ofreciendo estacionamiento seguro para bicicletas públicas y privadas.
- **Conectar:** Crear patrones densos de calles y andadores que sean muy accesibles para peatones, ciclistas y tránsito vehicular, crear calles sin autos, callejones y caminos verdes para promover viajes no motorizados.
- **Transportar:** Promover transporte público de alta calidad que asegure un servicio frecuente, rápido y directo, además de localizar estaciones de tránsito, viviendas, trabajo y servicios a distancias caminables entre ellas.
- **Mezclar:** Planificar para usos de suelo mixtos, con un óptimo balance entre vivienda, comercio, parques, espacios abiertos accesibles y servicios.
- **Compactar:** Crear regiones compactas con viajes pendulares cortos, reducir la expansión urbana focalizando el desarrollo en las áreas adyacentes y vecinas al desarrollo existente, así como localizar viviendas y centros de trabajo a distancias cortas.
- **Densificar:** Hacer coincidir la densidad poblacional con la capacidad del sistema de tránsito.

- **Cambiar:** Incrementar la movilidad reduciendo el estacionamiento y regulando el uso de las vialidades; limitar el estacionamiento para desalentar el uso del automóvil en horas pico. Implantar cuotas por uso del automóvil por horas del día y destinos.

Sin embargo, para establecer un transporte y un desarrollo urbano con altos estándares de movilidad que puedan proponer a la gente una ciudad más vivible y sustentable, se necesita un conocimiento geo-espacial profundo sobre lo que se tiene actualmente en materia de infraestructura y servicios, incluyendo su estado físico, así como lo faltante o problemático para registrar los datos requeridos y tener un diagnóstico del cual partir. Por ejemplo: identificar los flujos peatonales a escala de barrios, así como los puntos de conflicto (por inseguridad o falta de equipamiento) que afectan la movilidad peatonal, datos que luego se puedan convertir en información útil y de esta manera promover y facilitar la movilidad. Además, hay que pasar de planes centrados sólo en el transporte a planes integrales que consideren el desarrollo urbano y la participación ciudadana como componentes fundamentales, porque los enfoques sectoriales, sin conocimiento de las necesidades de la gente, es una de las causas fundamentales que nos ha llevado a esta situación problemática de gestión urbana en general y de gestión de la ITU en particular. La ITU es un componente fundamental como se vio anteriormente para hacer operativo el paradigma de movilidad, por ello en las siguientes líneas se apreciará el valor de dicha infraestructura, su definición en el contexto de la tesis así como los trabajos relacionados con su gestión.

### **El valor de la ITU y trabajos relacionados con su gestión**

El sistema de transporte y su infraestructura es uno de los problemas más apremiantes en las ciudades hoy. En las últimas décadas, muchos estudios e investigación se realizan intentando encontrar soluciones, por ejemplo, se afirma que la inversión en este sector provoca un impacto económico positivo, sobre el crecimiento económico (Flores et al., 2013). Numerosos estudios han encontrado que la infraestructura de transporte tiene un efecto positivo sobre la producción, la productividad, el bienestar socio-económico, la seguridad de personas y cosas, así como en la tasa de crecimiento (Calderón y Chong, 2009; Calderón y Servén, 2008; Estache y Fay, 2009; Ventilador y Zhang, 2008; Khandker, Bakht & Koolwal, 2009; Melo, Graham y Brage-Ardao, 2013; MU y van de Walle, 2007; Schofer & Mahmassani, 2016; Zhang, 2008;).

Uno de los pioneros en esta área lo fue Aschauer (1991) que, a través de sus estudios empíricos demostró que la infraestructura de transporte es un factor determinante para el desempeño económico. Otro ejemplo es la obra de Alminas Vasiliauskas y Jakubauskas (2009) que llegó a la conclusión que la infraestructura de transporte ha contribuido al crecimiento de la región báltica. Otra investigación sobre el plan español para ampliar la red de carreteras y ferrocarriles que conectan España con otros países deduce que tiene un impacto positivo en términos de producto interno bruto (Herranz Alvarez & Martínez-Ruiz, 2012).

Además, la infraestructura de transporte es un elemento muy importante a tener en cuenta para aplicar escenarios relacionados con la movilidad de carga, así como escenarios de uso del suelo y transporte (Musolino, Polimeni & Vitettam, 2016; van Wee, 2002).

Por ejemplo cierta infraestructura de transporte urbano como las estaciones de transporte público, en un espacio geográfico con uso del suelo mixto, puede promover escenarios relacionados con el desarrollo orientado al transporte, y la existencia de ITU en buenas condiciones proporciona la interfaz necesaria para mejorar tiempos de viaje y hacer cumplir las políticas relacionadas con el flujo de vehículos de carga.

También se puede afirmar que la infraestructura urbana en general y la ITU en particular, adquieren y expresan una fuerza de estructuración territorial, que tiene la capacidad de alterar a partir de una posición inicial, la estructura geoeconómica y social de un espacio determinado, estimulando nuevos procesos de desarrollo o modificando los que ya están en curso (Voigt, 1960).

Por la importancia que adquiere la ITU, aún más evidente por el proceso urbano-metropolitano, se realizan trabajos como los de Quintero (2011) y la Alcaldía de Yopal (2005) donde se inventarían componentes (como estacionamientos, vialidades, señalización vial) y características o atributos de la infraestructura urbana e interurbana para mejorar la actividad del transporte. Otro trabajo relacionado con el registro de componentes de la ITU es el trabajo de Casadamon et al. (2007) donde se construye un inventario y se hace una categorización de la red vial para realizar planeaciones eficaces que cubran las necesidades vigentes en términos de mantenimiento de la red vial, ahorrando tiempo y optimizando el presupuesto disponible.

En la misma dirección están los trabajos de la Ciudad de Cockburn (2013), de la Ciudad de Marion (2008) y de Jajac et al. (2009) donde se pretende proporcionar una gestión financiera sustentable, y mejorar la condición de activos de la infraestructura de la ciudad antes de terminar su ciclo de vida útil.

En los trabajos anteriormente presentados se puede detectar un sesgo hacia el crecimiento económico a través de metas de conservación y de efectividad en términos de costo de la ITU, hace falta destacar la contribución y el impacto que tiene la ITU en relación con metas sociales de desarrollo orientadas a la mejora de la calidad de movilidad dentro de la Ciudad de México, sobre todo en el contexto reciente de cambio del paradigma del transporte al de movilidad.

Y este es un aspecto fundamental del presente trabajo, a diferencia de los trabajos presentados como referencia en los que se puede advertir el acento puesto casi exclusivamente en los pavimentos para el uso exclusivo de vehículos, los componentes del inventario que se consideran en esta tesis, se orientan principalmente a los que requieren los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público y no hacia los vehículos de motor.

Finalmente, cabe mencionar que el inventario (diagnóstico) que se considera dentro del marco de la investigación forma parte del sistema de gestión (modelo sistémico) que será integral, continuo y participativo. Por ello el registro y conocimiento de la ITU debe ser dinámico y no puntual como los inventarios anteriormente vistos. Este inventario se tiene que actualizar periódicamente para poder proporcionar información válida y continua al sistema de gestión de activos de la ITU y responder adecuadamente a los requerimientos de los usuarios más vulnerables de nuestras calles: los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público.

## Definición de la ITU

En el contexto de la tesis se entenderá que la ITU es la infraestructura que puede facilitar la movilidad a través de las redes y sus equipamientos dentro de los límites geográficos de una ciudad o zona metropolitana. Constituye una parte fundamental de la estructura urbana, es una componente física que se encuentra directamente relacionada con el desplazamiento de personas y mercancías y por ende con la actividad social y productiva porque induce y facilita los servicios de movilidad esenciales para mantener o mejorar las condiciones de vida de la población. Sin embargo, vale la pena mencionar que para la generación de la definición de la ITU anteriormente vista, nos basamos en las definiciones de Zoida et al. (1999) y Fulmer (2009) sobre infraestructura urbana.

La ITU aparece dentro de la estructura urbana de una ciudad en forma de redes viales con numerosos atributos (carriles, banquetas, camellones, intersecciones, señalización, puentes, rampas etc.), las cuales proporcionan la oportunidad de conectarse con múltiples destinos de diferentes maneras (generan alternativas para llegar o acceder a un destino) para realizar actividades, tales como trabajar, estudiar, trasladarse, comunicar, comerciar, entretener en distintos tipos de espacios públicos y privados, que pueden ser abiertos (calles, plazas, parques etc.) o cerrados (vivienda, industria, etc.).

Las redes viales consisten de arcos y nodos, los nodos son aquellos elementos de la ITU generadores de viajes como estaciones, paraderos, sitios de taxi, CETRAM etc., mientras que los arcos son aquellos elementos que conectan puntos entre ellos, por ejemplo: vías de tránsito motorizado, vías de tránsito no motorizado, vías de transporte público etc. Sin embargo, para relacionar la ITU y las actividades de la población y los espacios adaptados, se necesitan los servicios de transporte motorizados y no motorizados. Las redes y los servicios de transporte generan accesibilidad, que es la capacidad física de aproximación entre diversos orígenes y destinos así como la movilidad debe comprenderse como un importante capital social, en tanto que permite el acceso a los individuos a una red de relaciones físicas, sociales, de conocimiento y apropiación de territorios imprescindibles para el desarrollo de la vida cotidiana (Le Breton, 2002), (Kaufmann, 2004). Esta clase de interrelaciones se pueden ver en la siguiente figura.

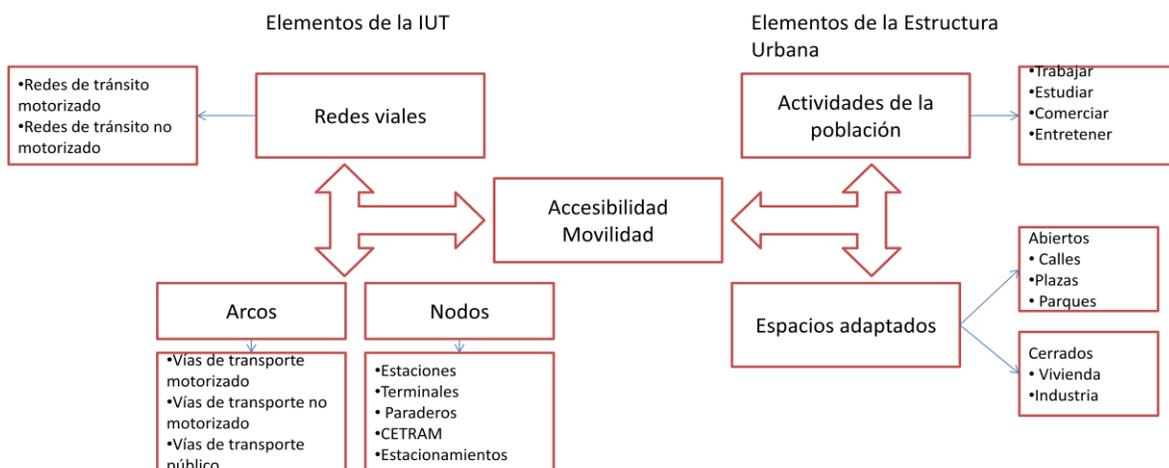


Figura 9. Relaciones entre los elementos de ITU y el resto de la estructura urbana a través de la accesibilidad y movilidad. Fuente Elaboración propia con base en (Schjetnan, 1994).

La ITU se puede encontrar en las siguientes modalidades:

- Redes de tránsito motorizado
  - Particular
  - Transporte público
  
- Redes de tránsito no motorizado
  - Ciclistas
  - Peatones

Dentro de las dos modalidades presentadas anteriormente existen las vías de tránsito motorizado con avenidas primarias, secundarias, terciarias de alta o baja velocidad así como vías de tránsito no motorizado e intersecciones entre el flujo motorizado y no motorizado con todos los elementos que contienen, por ejemplo: Paraderos, estaciones, rampas, señalización horizontal y vertical, semáforos, camellones, puentes peatonales, ciclovías, banquetas, alumbrado público etc.

En el caso particular de esta investigación, para cumplir con los objetivos y tiempos establecidos en el programa de estudios de doctorado, se aplica el concepto de movilidad en tres tipos de usuarios, los peatones, los ciclistas y los usuarios de transporte público, por cuatro razones:

Primero, por el cambio del paradigma de movilidad en la Ciudad de México que convierte estos tres grupos de usuarios en grupos prioritarios.

Segundo, por el reparto modal que muestra cómo se mueve la gente dentro de las ciudades en general: solo el 25% del total de viajes urbanos se hace en auto particular o motocicleta mientras que, el 75% restante, se hace a pie, en bicicleta o en algún modo de transporte público. Además, dos de cada tres viajes urbanos motorizados se hacen en transporte público (Díaz, 2012).

Tercero, por el reparto modal en el caso particular de la Zona Metropolitana del Valle de México, que contiene a la Ciudad de México, donde solo el 26,9% del total de viajes urbanos se hace en auto particular o taxi mientras que, la mayoría del total de viajes, correspondientes al 73,1%, se hace a pie, en bicicleta o en algún modo de transporte público. (Gaceta oficial de Distrito Federal, 2010).

Cuarto, por la importancia de los modos alternativos de movilidad: bicicletas, peatones, transporte público, que se vuelven fundamentales, para alejarse de la exclusión social y poder acceder a la oferta de empleo, o servicios como la salud o la educación. (Lucas, 2010).

En consecuencia, dentro del marco de la investigación sólo se consideran los elementos de la ITU que pueden afectar la movilidad peatonal, ciclista y la de usuario del transporte público. La justificación de la elección de estos elementos se presenta posteriormente en la sección cinco del tercer capítulo donde se hace referencia a la construcción de los indicadores.

#### 1.4) Necesidad de una Nueva Forma de Gestión de Movilidad Urbana

Recientemente se ha incrementado el interés en todo el mundo, pero más en Estados Unidos y en Europa por mejorar el ambiente urbano de las ciudades, con la finalidad de que éste sea un entorno sustentable, donde la calidad de vida de sus habitantes mejore.

Un sistema de transporte urbano sustentable requiere el fortalecimiento de varias características incluyendo la movilidad, accesibilidad, género y equidad social, eficiencia, seguridad, comodidad, bajas emisiones de carbono, y "amigabilidad" hacia las personas y el medio ambiente. Para lograr todos estos objetivos, diversos retos deben abordarse de manera integrada. Estos retos incluyen la mejora de la salud humana a través de la reducción de la contaminación atmosférica urbana, y la reducción del número de muertes y lesionados por los accidentes de tráfico; El control de la motorización excesiva; la mejora de los servicios de transporte público, y el fortalecimiento de la caminata y el ciclismo, tomando en cuenta las necesidades de los grupos vulnerables (mujeres, ancianos, personas con discapacidad, jóvenes y niños) así como, el establecimiento de planes para una movilidad urbana sustentable con sus derivadas estrategias, políticas y líneas de acción para el desarrollo urbano integral (Pardo, 2011; May, 2014; Medina et al., 2012; Amirazodi, 2012; Medina et al., 2013; Hoque y Alam, 2002; Gaceta Oficial de Distrito Federal, 2014; Bührmann, 2013).

Hay varios enfoques con los cuales se puede establecer un plan de movilidad sustentable los cuales se pueden apreciar en las siguientes líneas, el primer enfoque es el de "empujar y jalar" ("push and pull" en inglés) (Müller et al., 1992; Pardo, 2011).

Las medidas aplicadas en el sistema de transporte urbano deben convencer a los usuarios en cuanto a la utilización de transporte público y transporte no motorizado en lugar de automóviles, se trata de "empujar" a la gente hacia los modos sustentables de transporte. Simultáneamente, para lograrse el componente de "jalar", se debe proporcionar una buena calidad de servicio en el transporte público, se debe desarrollar la infraestructura necesaria para ofrecer conveniencia y seguridad a los usuarios de transporte público, así como a los peatones y ciclistas.

Para llegar a una situación donde las personas son "empujadas a utilizar modos alternativos de transporte no motorizados", se deben implementar políticas para desincentivar el uso de los autos mediante la eliminación de subsidios a los combustibles; cargos para la tenencia de autos, y en general mediante el aumento del costo por el uso de estos modos desfavorables para la movilidad sustentable. El dinero acumulado por este tipo de medidas se debería usar para fomentar el uso de los modos sustentables de transporte. Este enfoque se utiliza generalmente por los economistas del transporte ya que sigue una lógica de "comportamiento conducido por precio".

Un segundo enfoque para describir cómo implementar una movilidad urbana sustentable es mediante la aplicación de las cuatro medidas descritas a continuación (ITDP, 2012; Pardo, 2011).

**Transporte público:** esta medida implica el desarrollo de sistemas de transporte público de alta calidad, incluyendo los sistemas de transporte masivo. Un modo de transporte público denominado "Bus Rapid Transit" (BRT) ha sido generalmente favorecido en los últimos años debido a su moderado costo de implementación, su relativamente corto tiempo de implementación, su alta calidad de servicio y su capacidad para mover grandes cantidades de pasajeros una vez que se implementa.

Los sistemas tipo metro así como tren ligero son otros medios de transporte urbano de pasajeros que son rápidos, rentables y ambientalmente benignos. (Dartois, 2008).

Los sistemas de transporte público urbano son más atractivos para los viajeros, si ofrecen la opción de viajar desde cualquier punto de la ciudad a cualquier otro punto. Esto puede lograrse a través de la expansión de la red, así como a través de las conexiones intermodales.

**Transporte no-motorizado:** También llamado "Transporte activo", se refiere esencialmente a la caminata, el ciclismo y a todos los otros modos que tienen ruedas pero no usan motor como bicitaxis y triciclos de carga, así como a las infraestructuras relacionadas con dichos modos de transporte, sus políticas y educación (Godefrooij et al., 2009). Dichos modos han sido muy promocionados recientemente debido a sus grandes beneficios para reducir las emisiones de transporte y para mejorar la salud humana.

**Gestión de la demanda de viajes:** se refiere a todas las medidas que tratan de reducir la demanda de viajes y cuestiona la necesidad de proporcionar más infraestructura vial para atender a esa demanda (Broaddus, Litman y Menon, 2009). Se centra específicamente en la aplicación de políticas de combustible, cobro por uso de carretera, cobro por uso de vías urbanas en áreas que presentan congestión y por ocupar lugares de estacionamiento.

**Desarrollo orientado al transporte:** esto se refiere a un enfoque de diseño urbano donde se fortalecen las políticas de promoción del desarrollo urbano de mayor densidad a lo largo de los corredores de transporte masivo (Cervero, 1998). La razón de este enfoque es que se puede lograr una significativa eficiencia energética y eficiencia del transporte a través de diseños urbanos donde el transporte público masivo proporciona acceso rápido a los principales nodos de actividad urbana (hogar, trabajo, educación, recreación, servicios de salud).

Los instrumentos necesarios para la implementación de las estrategias-políticas que consecuentemente apoyarán al establecimiento de una movilidad sustentable mediante la gestión de movilidad, pueden ser según el análisis del estado del arte uno de los siguientes (planeación, información, tecnológico, regulación, económico) (Figura 10).



Figura 10. Los instrumentos disponibles para gestionar la movilidad. Fuente (ITDP, 2012a) y (Dalkmann y Brannigan, 2007).

En las siguientes líneas se presentan estudios de caso con estrategias relacionadas con los enfoques anteriormente descritos, que se han aplicado a distintas ciudades del mundo, destacando cuál fue el instrumento aplicado para la implementación de las estrategias.

El trabajo de Newman (2002) hace referencia a estrategias regionales de *tráfico calmado* aplicadas en diferentes ciudades de Europa (Zúrich, Estocolmo, Copenhague) que tienen como objetivo la reducción del uso de auto particular y la priorización de los ciclistas, usuarios de transporte público y peatones mediante instrumentos económicos de cobro por congestión, altos impuestos de gasolina, altas tarifas de estacionamiento así como instrumentos de planeación para promover el uso del suelo mixto, el crecimiento organizado alrededor de los ejes de transporte público y **la creación de infraestructura para aumentar la conveniencia y seguridad de los peatones y ciclistas.**

En la misma dirección está el trabajo del ITDP (2012a) donde se aprecia la implementación de una estrategia de tráfico calmado aplicada en dos ciudades Mexicanas (Guanajuato y Ciudad de México) para priorizar el flujo no motorizado en los centros históricos haciendo uso de instrumentos de planeación (crecimiento inteligente) e instrumentos regulatorios físicos, como la peatonalización de calles o zonas de tránsito calmado (zonas 30 km/hora). Mientras que Arrazola (2011) nos presenta una estrategia similar, de tráfico calmado aplicada en la Ciudad de Barcelona para la priorización del flujo no motorizado en una vía específica, haciendo uso de instrumentos regulatorios físicos.

El trabajo de Litman (2011) a su vez, hace referencia a estrategias dedicadas a reducir el uso de automóvil a través del establecimiento de tarifas a los automovilistas que circulan en ciertos, días y horas en áreas centrales. Dichas estrategias han sido aplicadas a varias ciudades del mundo como Londres, Singapur, Trondheim, Bergen, Teherán mediante instrumentos económicos (cobro por congestión).

Al mismo tiempo el trabajo de ITDP (2012a) nos ofrece una alternativa para el establecimiento de un entorno sustentable, aplicada en la ciudad de Curitiba donde mediante una estrategia de desarrollo urbano, surge una política dirigida al desarrollo orientado al transporte que a través de instrumentos de planeación (crecimiento inteligente, uso mixto del suelo etc.) se buscó priorizar el uso de transporte público mediante la construcción de barrios en torno a este tipo de servicios.

Otro tipo de estrategia para la reducción del uso de auto particular dentro de un área geográfica es la relacionada con la regulación de los estacionamientos tanto en la vía pública (ITDP, 2012a) como en los edificios construidos (ITDP, 2011). Ambos tipos de estrategias han sido aplicados en San Luis Potosí-Ciudad y de México, así como en Zúrich, haciendo uso de instrumentos económicos (cobro de una cantidad de dinero por un tiempo limitado-parquímetro) e instrumentos regulatorios (marcos legales que deben cumplir los edificios).

Las estrategias asociadas a la promoción del uso de bicicletas son muy importantes para el establecimiento de un entorno sustentable, por ello en el trabajo del ITDP (2012a) se puede apreciar una estrategia urbana para el establecimiento de un sistema de bicicletas públicas, aplicada en varias ciudades europeas (Estocolmo, Barcelona, Milan y Oslo) así como en la Ciudad de México.

Dicha estrategia tiene como objetivo la priorización del uso de bicicletas para el desplazamiento de la gente dentro de un área geográfica a través de alquiler o préstamo gratuito de bicicletas en centros urbanos (Ecobici) mediante instrumentos de planeación (crecimiento inteligente) e instrumentos de información (campañas de información al público).

En la misma dirección se encuentra la estrategia urbana para la reducción del uso del auto particular y la mejora de la movilidad ciclista aplicada en la Ciudad de Houten donde se pretende priorizar el uso de bicicletas, dentro de los puntos de la ciudad a través del uso de ciclovías y ciclo-carriles haciendo uso de instrumentos de planeación (crecimiento inteligente mediante la construcción de ciclovías cerca de las estaciones de transporte público) (ITDP, 2012a).

Sin embargo, cabe mencionar que tanto los ciclistas como los peatones no son capaces de cubrir distancias muy largas, por ello, es indispensable tomar en cuenta la promoción del uso de transporte público si se pretende reducir el uso de auto particular. A nivel nacional (León, Ciudad de México, Guadalajara) como internacional (Madrid, Copenhague, Nueva York y múltiples ciudades de Estados Unidos de América) han aplicado varias estrategias relacionadas con el establecimiento de autobús de tránsito rápido (BRT), el establecimiento de redes de autobuses, o el uso de otros sistemas masivos de transporte (tren ligero, suburbano, metro), para mejorar la conectividad y cobertura que el transporte público puede ofrecer a la gente (Metrobús, 2011; Tehuintle, 2012; CRTM, 2010; SITEUR, 2010; Litman, 2012; Vuk, 2005; Proyecto Metro, 2011).

No obstante, para que un medio de transporte público ofrezca un servicio de calidad a la gente no es necesaria solamente su expansión territorial sino también la conveniencia que ofrece a la gente mediante la integración física, financiera y operacional o mediante la información ofrecida a través de los elementos informativos necesarios. Estudios de caso donde se ha aplicado este tipo de estrategias es Nueva York y la Ciudad de León mediante instrumentos de planeación (disponibilidad de información y crecimiento inteligente) (ITDP, 2012a).

Un entorno sustentable no exige la extinción del auto particular sino su uso eficiente y racional, por ello mediante la revisión de la literatura se destaca la estrategia orientada hacia el uso eficiente de auto particular que ha sido aplicada en Los Ángeles y tiene como objetivo la priorización del uso de coche con un mínimo grado de ocupación por parte del usuario a través de los carriles de circulación preferente mediante instrumentos regulatorios (marcos legales que deben cumplir los vehículos) (ITDP, 2012a).

En la ciudad de El Paso de Estados Unidos de América una estrategia urbana para la reducción de los viajes relacionados con motivos del trabajo ha sido aplicada haciendo uso de instrumentos de regulación (horario alternativo) e instrumentos tecnológicos (TICs). El objetivo de dicha estrategia fue la mejora de la productividad y la calidad de vida de la población a través del cambio de horario de trabajo y del trabajo a distancia (ITDP, 2012a).

Finalmente, el trabajo de Fraire (2011) hace referencia a una estrategia para la mejora de la calidad del aire y del medio ambiente mediante la renovación de la flota vehicular que circula en un área geográfica. Dicha estrategia ha sido aplicada en las ciudades estadounidenses mediante instrumentos económicos (estímulo fiscal ofrecido por el Estado).

Después de haber visto los enfoques para el establecimiento de una movilidad sustentable en conjunto con sus estrategias e instrumentos para su implementación se puede apreciar que algunos de ellos si se han aplicado en la Ciudad de México, pero todavía falta mucho por hacer para incentivar un cambio significativo en cuanto a los hábitos de desplazamiento de las personas.

Aunque hasta ahora todo se ha orientado hacia el automóvil, resulta paradójico que no se conozca suficientemente bien la cobertura o funcionalidad de la ITU relacionada con los distintos modos de desplazamiento sustentables para el establecimiento de un entorno que sea propicio para este tipo de movilidad.

La ciudad crece de manera incontrolable y anárquica, no se toma en cuenta ni se planea el desarrollo integral de los sectores: transporte, medio ambiente y uso del suelo para permitir la densificación de la ciudad, el uso del suelo mixto y la reducción de las distancias de los viajes que hacen viable el uso de los modos de transporte sustentables.

Otro factor que favoreció un mayor uso del automóvil era el control gubernamental del precio de la gasolina, el cual se utilizó para mantener estable el costo de este energético al público. Debido a este control de precios, resultó que el costo de la gasolina en México no se alteraba según las variaciones del mercado internacional del petróleo. Esta política de estabilidad de precios abarató el uso del automóvil por kilómetro recorrido y con ello incentivó la compra y sobreutilización de los automóviles (ITDP, 2012b). Cabe mencionar que este factor actualmente no aplica ya que se liberó el precio de gasolina y paulatinamente a lo largo del 2017 se ejecutará para que los gasolineros determinen los precios de gasolina con criterios de mercado.

Igualmente, la modalidad que tiene el cobro de tenencia por vehículo al dejarse de cobrar después de un cierto límite de antigüedad del vehículo, incentiva primero el uso de los automóviles y segundo el uso de los más viejos que son los que más contaminan y no el de vehículos nuevos más eficientes y menos contaminantes. Además, contiene un incentivo al uso, pues entre más se utiliza un automóvil, la tenencia resulta más barata por kilómetro recorrido (ITDP, 2012b).

La distribución del gasto público para resolver los problemas de movilidad ha impulsado y favorecido el uso del automóvil. Esto se hace evidente al observar el tipo de inversión en obra pública que realizan los diferentes niveles de gobierno en México, privilegiando la infraestructura para el uso de automóviles, en lugar de invertir en transporte público y movilidad no motorizada.

Finalmente, un factor más que influye al uso excesivo de automóvil es la existencia indiscriminada de estacionamientos tipo pensiones las cuales hacen fácil encontrar estacionamiento y consecuentemente incentivan el uso de auto particular, ya que mientras más difícil es encontrar estacionamiento, menos probable es hacer uso del auto particular.

Dentro de la corriente de los trabajos orientados hacia un entorno de movilidad sustentable, algunos se destacan por su intento de realizar una evaluación de movilidad sustentable mediante indicadores que se han generado a través de diferentes metodologías.

Como es el caso de Awasthi et al. (2013) donde los autores investigan cuatro técnicas de análisis multicriterio denominadas TOPSIS, VIKOR, SAW y GRA para la evaluación de los proyectos urbanos en cuanto a sustentabilidad bajo datos cualitativos y su aplicación en unos ejemplos numéricos. Vale la pena mencionar que en el trabajo de Awasthi et al. (2013), se hizo uso de números difusos para mitigar el fenómeno de nula o muy poca disponibilidad de datos.

Otro trabajo orientado hacia la misma dirección es el trabajo de D'Amico et al. (2012) donde los autores ayudan el proceso de evaluación ambiental estratégica del plan de coordinación del Distrito de Nápoles a través de la selección de indicadores para el monitoreo y evaluación de las acciones planeadas y orientadas hacia una movilidad sustentable en el Distrito. Este proceso se implementa dentro de un SIG y su fiabilidad en cuanto a disponibilidad de datos está probada mediante lógica difusa.

El estudio de Paz et al. (2013) propone un sistema (SOS) y un enfoque de modelación de lógica difusa para el planteamiento de un sistema de transporte sustentable. El SOS incluye los sistemas de transporte, actividad y medio ambiente. La lógica difusa permite el tratamiento de la inconsistencia de los datos relevantes. Los índices del rendimiento se calculan para cada sistema mediante una serie de medidas de desempeño.

Mientras que en el trabajo de Fontán Suárez (2012) se propone la creación de un índice global de caminabilidad, mediante seis indicadores técnicos relacionados con la movilidad peatonal, la cuantificación de los indicadores se realizó con el apoyo de un SIG y los datos fueron proporcionados por las autoridades públicas. El índice se creó con dos métodos diferentes, la realización de una media aritmética de los indicadores utilizados y la media ponderada, de forma que se podrían comparar sus resultados

Otro ejemplo de este tipo de trabajo es el de Suárez et al. (2015), donde con datos de INEGI se construyó un índice global de calidad urbana relacionado con el peatón. Se consideraron 16 indicadores vinculados con el entorno urbano y se ponderaron mediante la aplicación del análisis de componentes principales.

En la misma dirección está el trabajo de Bradshaw (1993) en el cual se genera un índice de caminabilidad, dicho índice puede ser usado en los impuestos de propiedad para calcular y ajustar los valores para los nuevos edificios y para los impuestos de la propiedad. Dos Antos (2003) se basó en el trabajo de Bradshaw para generar su propio índice de caminabilidad considerando ciertos elementos de mobiliario urbano.

Revisando los trabajos relacionados con indicadores para evaluar la movilidad se nota un sesgo hacia los peatones, que no incluye a los otros modos de transporte sustentable en su conjunto (transporte público y ciclistas).

Tampoco se identificó en la revisión nacional e internacional realizada, un instrumento de medición (que llamaremos índice global) capaz de generar información útil a las autoridades, sobre la calidad de movilidad sustentable considerando la medición la cobertura y funcionalidad de elementos clave de la ITU y su entorno, así como la percepción de la gente. Dicho índice tendrá la capacidad de replicarse y escalarse a distintas escalas geográficas para ofrecer posibilidades de análisis a diferentes niveles territoriales.

Finalmente, mediante la revisión de la literatura se hace evidente la ausencia de un instrumento de desempeño que tenga la capacidad de relacionarse con las estrategias-políticas aplicadas para jerarquizar su impacto sobre dicho índice, cuestión que se abordará a lo largo del presente trabajo.

## **Retos del paradigma de la movilidad para la gestión de la ITU**

Aunque está fuera del alcance de nuestro trabajo, es fundamental diseñar a las ciudades con el objetivo de facilitar y aumentar los recorridos a pie, en bicicleta, o utilizando el transporte público. Esto implica generar barrios con la adecuada cobertura y funcionalidad de la ITU y su entorno privilegiando al peatón, ciclista y usuario de transporte público, para que tengan un alto índice de movilidad sustentable, logrando que cada zona sea propicia para este tipo de desplazamientos en el territorio.

Con ese propósito, adquiere particular importancia la gestión de la ITU por el rol fundamental que tiene para la gestión de movilidad, ya que mediante la suficiente cobertura y funcionalidad de la ITU se puede establecer el entorno para el fortalecimiento de la movilidad relacionada con ciertos modos deseables de transporte debido al cambio del paradigma de transporte a movilidad en la Ciudad de México (véase sección 1.3).

La revisión de la bibliografía internacional y nacional nos permite identificar y clasificar algunos de los retos fundamentales a los que se debe enfrentar la gestión de la ITU:

### **Retos relacionados con la gobernanza**

Para que se pueda sostener el paradigma de movilidad, como afirma la CEPAL (2014), la gestión urbana presupone una institucionalidad particular, en donde el gobierno local sea ejercido por autoridades competentes y motivadas, cuyos esfuerzos estén encaminados a la generación de un proceso de administración y gestión que sea apropiado y ajustado a las características y necesidades de desarrollo de la localidad. No de intereses partidistas, económicos o políticos.

Los gobiernos locales además de enfrentar administrativamente problemas complejos que tienen que solucionar para cubrir las necesidades de los habitantes, tienen que salir al terreno para conocer la realidad, solo así podrán identificar diferentes alternativas de solución, ampliar la capacidad y oferta de iniciativas locales que identifiquen al gobierno local con su comunidad y construir relaciones de confianza y credibilidad entre el gobierno y los ciudadanos, entre el sector público y privado, entre el gobierno local y el gobierno central (CEPAL, 2014). También se requiere tener una visión sustentable de movilidad al considerar temas como el desarrollo urbano integral, empoderamiento del espacio público, medio ambiente saludable, transporte público, incremento del uso de la bicicleta, del caminar, así como vialidades y automóviles, pero con una perspectiva de gestión urbana sustentable. (ITDP, 2012).

Adicionalmente se debe promover la colaboración entre instituciones en el nivel federal, estatal, municipales y los gobiernos locales, que generalmente tienen objetivos contrapuestos. Los gobiernos de los estados, por definición, están más preocupados por el rendimiento general de sus entidades. Como resultado dan prioridad a los proyectos estatales y utilizan sus limitados recursos considerando áreas geográficas extensas, que poco impactan a los residentes de zonas urbanas, porque no advierten la importancia de contar con red estatal integral que considere la interfaz carretera-ciudad.

En contraste, los servicios locales ofrecidos por parte del gobierno local, son de máxima importancia para los residentes urbanos, como parques y escuelas, acceso a redes eléctricas, hidráulicas y de telecomunicaciones, las oportunidades de empleo, el transporte público y la cultura en toda la ciudad (Sivaramakrishnan, 2000) y también pierde de vista la necesidad de una red vial interurbana en buenas condiciones y de cobertura amplia.

Finalmente, puede pasar que las carreteras se construyen por agencias nacionales y su mantenimiento recae en los gobiernos locales, sin embargo éstos no tienen el presupuesto adecuado para realizarlo, por eso muchas veces las carreteras se abandonan por parte del gobierno local hasta que su condición es tan mala que requiere reconstruirse generándose vacíos de poder que retrasan dicho proceso (Gakenheimer, 1999).

### **Retos relacionados con recursos limitados**

La construcción y conservación vial compite por recursos públicos, debiendo confrontarse con áreas tan sensibles para la opinión pública como la educación, salud y seguridad, lo que torna su panorama aún más incierto (Bull, 2003). Dentro de este contexto, el gobierno local, a pesar de sus escasos recursos y atribuciones pulverizadas, está llamado a ser no sólo eficiente en la operación de sus funciones o servicios a la comunidad, también tiene que contribuir al desarrollo mediante esfuerzos especiales de inversión, evaluación y presentación de proyectos e información (CEPAL, 2014).

### **Retos relacionados con planeación**

La actividad de transporte contribuye al crecimiento económico porque moviliza los recursos humanos y físicos, entonces se puede decir que el transporte es una condición necesaria aunque no suficiente para la reducción de pobreza. En contra, los accidentes viales son un factor que contribuye cada vez más a la pobreza: los peatones y grupos pobres están especialmente expuestos a accidentes relacionados con el transporte y sufren a raíz de ellos porque son los actores más vulnerables de las vialidades y porque los hogares pobres tienen poca capacidad financiera para salir adelante después de un impacto trágico. La mayoría de los países de bajos ingresos requieren urgentemente que el gobierno adopte un enfoque estratégico a través de planes integrales con respecto a la seguridad vial, con el fin de reducir las muertes y lesiones a través de una mejor protección (que se puede lograr mediante el uso de determinadas infraestructuras viales) y educación vial del público en general y de los peatones y de los pobres en especial (Gannon y Liu, 2001).

Una adecuada gestión puede jugar un rol muy importante para ayudar a resolver el problema de planeación, construcción y mantenimiento de la ITU que a su vez, puede aumentar la seguridad vial, o problemas puntuales como la congestión vial donde se tiene que tomar en cuenta que el tiempo tiene un valor diferente para cada grupo de la sociedad, por ejemplo el tiempo que pierde un trabajador en la vialidad tiene un valor más alto que el tiempo que pierde una persona que va por compras (Hensher & Goodwin, 2003).

Sin embargo, la gestión adecuada de la ITU y su entorno es una tarea compleja, por la gran cantidad de actores públicos y privados participantes, la necesidad de un enfoque multidisciplinario, la falta de información confiable y oportuna, el limitado presupuesto y los conflictos de objetivos y criterios. (Jajac et. Al, 2010). La ejecución de obras de mantenimiento de la infraestructura vial como mejoramientos, mantenimiento y rehabilitaciones, etc., no puede continuar realizándose con un sesgo de corto plazo, por contrato y por administración, sin asegurar el buen estado de las vialidades (Bull, 2003). Además, se necesita cambiar el predominio del sistema correctivo o reactivo hacia uno visionario y evolutivo. (Nwuba, 2010).

Adicionalmente, se requiere conocer con precisión las características básicas de la red vial: las distintas instituciones gubernamentales encargadas de la ITU tienen diferentes estadísticas sobre los principales elementos que integran la ITU (por ejemplo hay una diferencia cercana al 40% en los kilómetros de vialidades de la Ciudad de México que reporta la SEMOVI y el kilometraje reportado en el Diagnóstico espacial de los accidentes de tránsito en el Distrito Federal (Chías, 2009). Si no sabemos lo que tenemos, no hay posibilidad de poder administrarlo adecuadamente.

Otro factor importante a considerar en el proceso de planeación de la ITU es que hay insuficientes o deficientes indicadores de resultados en la infraestructura vial y no se manejan en forma sistemática para conocer la evolución del trabajo realizado en el corto, mediano y largo plazo de las acciones sobre la red (Bull, 2003). La existencia de indicadores que proporcionan información sobre la cobertura, funcionalidad y calidad de la ITU y su entorno pueden apoyar a la toma de decisiones para generar planes integrales que consideran la movilidad de los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público.

### **Infraestructura-conservación vial**

El transporte como se comentó anteriormente, puede generar externalidades (positivas o negativas), una externalidad se genera cuando un agente lleva a cabo una acción de la cual se derivan algunos efectos negativos o positivos que tienen un impacto en forma de beneficios o costos sobre otros agentes. En el caso de la infraestructura de transporte urbano unas externalidades negativas pueden ser: contaminación visual, segregación social, deterioro del patrimonio urbano, accidentes. Unas externalidades positivas pueden ser facilitar la accesibilidad, mejorar la competitividad, aumentar el valor del suelo al mejorar la accesibilidad etc. Por ello, es importante ofrecer la ITU en particular y la infraestructura urbana en general de forma que favorezca la integración y cohesión social sin generar barreras entre diferentes grupos sociales.

Además, la ITU debe cubrir necesidades de personas de diferente edad y género, incluso se debe planear para brindar seguridad y evitar accidentes y delitos y disminuir la vulnerabilidad de las personas que son más sensibles (niños, mujeres, ancianos etc.) (Tellez, 2009). Por eso es importante cuando se planea y se construye la ITU que tenga aquellos elementos que pueden ofrecer conveniencia y seguridad a los grupos vulnerables como por ejemplo rampas, banquetas de altura no mayor a 5cm, puentes peatonales con elevadores, suficiente alumbrado público sobre las banquetas etc.

No obstante, se debe entender que la ITU no es capaz de cubrir el aumento de la motorización y las demandas locales, algo que tiene un impacto directo negativo en aspectos básicos de la calidad de vida como la accesibilidad y la movilidad (Gakenheimer, 1999). Podría afirmarse incluso que si el rol de la infraestructura es garantizar que no se paralice la circulación de vehículos esta parece una batalla perdida si no se acompaña de otras medidas que pueden no estar ligadas directamente al transporte pero que ayudarán a disminuir la presión sobre el sistema de transporte urbano, por ejemplo la forma como se construyen las ciudades considerando el uso mixto o no del suelo, la posibilidad de realizar pagos administrativos vía internet, el transporte multimodal etc.

Un factor que se debe tomar en cuenta es que la calidad de la infraestructura puede ser más importante que la cantidad (por ejemplo, carreteras asfaltadas tiene un mayor impacto que la longitud total de la red de carreteras) (Straub et Al., 2010).

Por ello, es indispensable para el gobierno saber la calidad de la ITU que está ofreciendo a los ciudadanos para prever necesidades futuras y promover políticas-líneas de acción para la mejora de la situación actual. Además, se puede añadir que la forma de las vialidades si no tiene estructura de red genera redes inconexas por lo tanto la gestión de la ITU es importante que tenga en la construcción de vialidades el concepto de red.

Finalmente, la introducción de los cambios para mejorar una situación problemática hace que emerjan nuevos problemas (Checkland, 1997). Como por ejemplo la construcción de los segundos pisos que se hace considerando el alivio del fenómeno de congestión del sistema urbano de transporte. Sin embargo, en este planeamiento no se considera el uso de este tipo de la vía por los peatones generando barreras entre la sociedad.

Ahora que ya se han apreciado los retos relacionados con la gestión de la ITU orientada hacia una movilidad sustentable se pueden establecer los problemas que el autor ha identificado y los cuales se pretenden resolver a través de este trabajo de investigación.

Problemas relacionados con la ausencia de una adecuada gestión de la ITU.

- Carencia de datos periódicos para generar conocimiento adecuado sobre el estado actual de la infraestructura de transporte urbano y sus principales componentes.
- Incoherencia de datos entre las instituciones encargadas de la gestión de la ITU debido a la ausencia de un modelo de gestión de la ITU integral.
- Ausencia de un instrumento de desempeño para la gestión de dicha infraestructura que tenga en cuenta: El paradigma que emigra del transporte a movilidad en la Ciudad de México, la participación de la sociedad civil como parte del proceso de gestión de la ITU, así como la promoción-jerarquización de planes integrales (multisectoriales) con sus derivadas estrategias-políticas y líneas de acción, para fortalecer una movilidad urbana sustentable.

### **1.5) Necesidad de un Modelo de Gestión para la infraestructura de Transporte Urbano en la Ciudad de México**

La problemática anteriormente señalada se hace más evidente para el caso concreto de la Ciudad de México. A través de la conducción de una investigación cualitativa (entrevistas) con gente experta de instituciones encargadas de administrar la ITU en la Ciudad de México, el autor tuvo la oportunidad de entender la problemática institucional respecto a la gestión de dicha infraestructura y elaborar la siguiente figura donde se ve la falta de comunicación inter e intra-institucional y las relaciones (más de competencia que de colaboración) entre sí. Para entender mejor la siguiente figura se puede consultar el anexo 1 con las funciones de las instituciones participantes en el sistema de transporte de la Ciudad de México (por ejemplo SEMOVI, SOBSE, AGU, SMA etc.) así como su glosario. Cabe mencionar que dicho anexo se generó mediante la consulta de las páginas oficiales de las Secretarías mostradas en la siguiente figura, en conjunto con la revisión de la tesis de Garcia (2009), y la realización de entrevistas que tuvo el autor con personas de las instituciones encargadas de gestionar la ITU en la Ciudad de México.

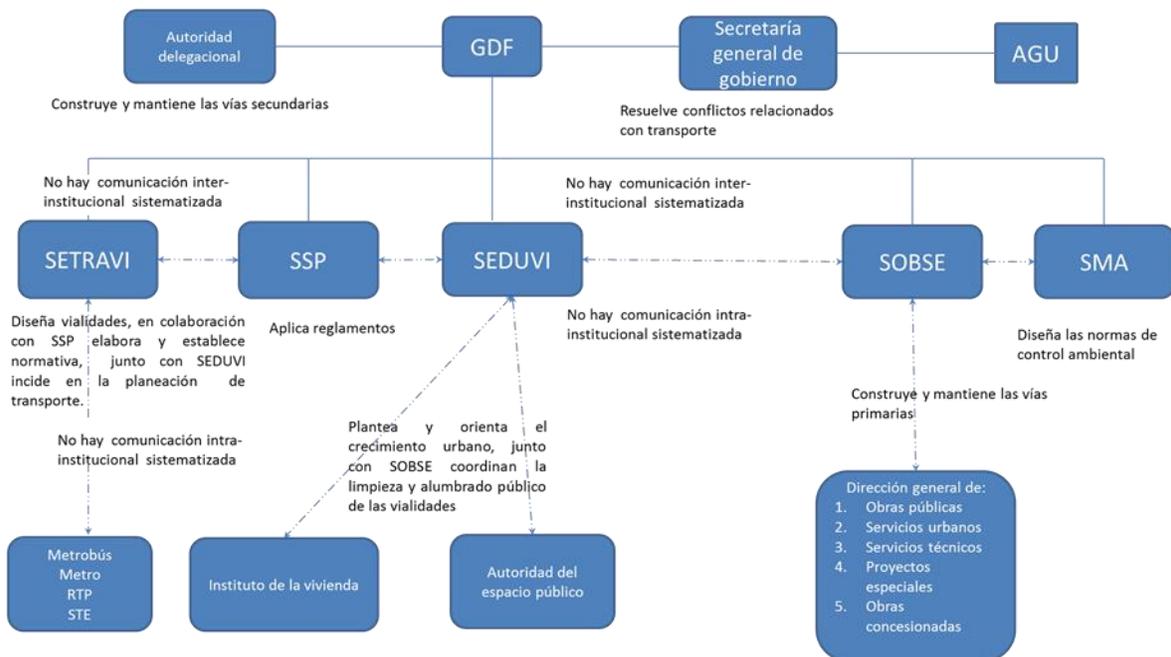


Figura 11. La organización del sistema de transporte en la Ciudad de México. Elaboración propia basada en (García, 2009).

En la medida que no se colabora intra ni interinstitucionalmente, entre las dependencias encargadas de administrar la ITU de la Ciudad de México, se puede afirmar que no se comparten datos ni se construye conocimiento sobre movilidad con una visión integral y de largo plazo, lo cual genera infraestructuras, equipamientos y servicios de transporte, deficientes e insuficientes para atender de manera adecuada y visionaria los cambios que se van registrando en el desarrollo urbano-metropolitano. Con base en la revisión de estudios internacionales, nacionales y particulares de la Ciudad de México y su zona metropolitana, identificamos la siguiente problemática para la gestión de la ITU:

- La construcción de la ciudad no responde a programas de largo plazo
- La construcción de la ciudad se hace de manera fragmentada, no existe una visión integral (territorial) a escala urbana, metro o megalopolitana ni como sistema de ciudades.
- La infraestructura urbana en general y la del transporte urbano en particular se construye desarticuladamente y más con fines políticos que funcionales.
- La ITU se construye sin visión de red, se hacen obras pero no se ven como componentes de una red, dando como resultado vialidades inconclusas e inconexas.
- Esta forma inadecuada de construir la infraestructura urbana tiene costos muy altos, tanto económicos como sociales y ambientales.

- En general se tienen planes para construir, pero no para mantener las infraestructuras que son muy caras no sólo en su diseño y construcción, también en su mantenimiento y ampliación en caso de requerirse.
- Como no se tiene un registro actual ni permanente de la infraestructura del transporte urbano, no se conoce con precisión la situación actual, ni se pueden estimar adecuadamente las necesidades futuras.
- Hay coordinaciones metropolitanas normativas pero no ejecutivas, entonces no tienen impacto real en la gestión de la infraestructura de transporte porque las normas no se transforman en reglamentos y buenas prácticas obligatorias.
- Hay escasez de recursos para la planeación de la infraestructura urbana de transporte.
- La gestión de la ITU se sigue orientando más hacia el transporte y menos hacia la movilidad.
- Se da mayor importancia a la ITU de las zonas más desarrolladas de la ciudad donde los usuarios tienen mayores ingresos y mayor peso político y se descuidan las zonas de bajos recursos donde sus habitantes están más preocupados por cubrir necesidades primarias (trabajo, habitación y comida).
- El perfil predominante del personal que labora en las instituciones responsables del manejo de la ITU puede ser un factor a considerar. Por ejemplo: si predomina el conocimiento jurídico (de abogados), pero se carece del conocimiento técnico para el desarrollo urbano integral en el que deberían de participar arquitectos, urbanistas, geógrafos, ingenieros civiles, economistas, etc., difícilmente se tendrá una buena gestión de la ITU. No se identificó la colaboración de grupos interdisciplinarios ni en el diseño ni en la ejecución.
- Las inspecciones viales o las auditorías de seguridad vial se realizan generalmente cuando hay nuevas y grandes obras (por ejemplo un segundo piso o una nueva línea del Metrobús etc.) pero, falta desarrollar un seguimiento continuo para conocer cómo evoluciona la infraestructura y planear su mantenimiento y las necesidades futuras de manera eficiente.
- La participación de distintas autoridades en la Ciudad de México sin una buena coordinación, tiene como consecuencia la ausencia de un plan coordinado de la infraestructura en general y de la ITU en particular. La situación se complica por la existencia de numerosas delegaciones con distintas necesidades, características y capacidades financieras. Por ejemplo, el diseño, construcción y mantenimiento de la red vial primaria la realiza el gobierno y autoridades centrales, la red secundaria y terciaria está en manos de distintas autoridades de cada delegación.
- La ausencia de un canal de comunicación (sistematizado), entre las distintas instituciones involucradas con la gestión de la ITU tiene como consecuencia la incoherencia en el registro de datos operativos y estratégicos para el adecuado desempeño intra e interinstitucional.

Por estas razones es importante pensar en el registro y gestión de la infraestructura mediante un modelo sistémico, para que los actores responsables (constructoras, gobierno, ciudadanos, transportistas, prestadores de servicios, etc.), sean capaces de producir las infraestructuras que realmente se necesitan y ofrecen los mejores servicios para la sociedad y teniendo como punto focal la movilidad sustentable.

Dicho modelo sistémico lo que intenta hacer mediante sus funciones de gestión es ligar la movilidad sustentable con la adecuada cobertura y funcionalidad de ciertos elementos de la ITU y su entorno relacionados con los modos sustentables de transporte. Por eso dentro del marco de la tesis se eligen aquellos componentes de la ITU y de su entorno (indicadores específicos) que están directamente vinculados con el peatón, ciclista y usuario de transporte público. Los indicadores específicos se construyeron basándose en los datos públicos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en forma de shapefiles y datos tabulares. El INEGI mediante su trabajo "*Infraestructura y características del entorno urbano*" presenta información estadística y cartográfica que permite identificar nuevos temas de investigación como la *calidad del entorno urbano*, que se complementan con los datos del Censo de Población y Vivienda 2010 que permite conocer las condiciones de vida en las distintas localidades del país.

Para analizar las características del entorno urbano, los datos del INEGI proporcionan datos sobre las condiciones de las vialidades que delimitan las manzanas: disponibilidad de pavimento, banquetas, guarnición, plantas de ornato y rampa para silla de ruedas, alumbrado público, letrero con nombre de la calle, teléfono público, drenaje pluvial, transporte público colectivo, acceso peatonal y de vehículos y presencia de comercio semifijo y ambulante.

Con estos elementos se formarán indicadores específicos, que se combinarán en el contexto de la tesis para generar un índice ponderado denominado Índice Global de Calidad de Movilidad Urbana (IGCMU), este índice será capaz de rendir cuentas ya que puede demostrar a las autoridades en que aspectos está bien o no la calidad de movilidad urbana en cuanto a cobertura y funcionalidad de los elementos de la ITU y su entorno a nivel manzana y puede escalarse a nivel AGEB, así como al nivel de Delegación.

Para la construcción del IGCMU no solamente se usaron los elementos presentados por parte de INEGI (árboles, puestos de comercio, alumbrado público, banquetas, rampas, guarnición y cobertura de transporte público) sino que se construyeron desde el principio indicadores originales relacionados con los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público como son los puentes peatonales, la Red Vial de Tránsito Motorizado (conectividad), el nivel de autosuficiencia de la manzana, la proximidad a los puntos de interés, el tamaño de manzana y factor de forma, las estaciones de transporte público, las ciclovías, el uso de suelo y la población total de manzana.

El IGCMU está próximo a los trabajos del índice de caminabilidad o del índice relacionado con el nivel de calidad urbana presentados anteriormente porque tiene conexión entre la movilidad y los elementos de la infraestructura y de su entorno urbano, o sea se trata de medir la calidad de la movilidad mediante los componentes de la ITU y su entorno.

Sin embargo, el IGCMU propuesto en este trabajo es diferente (original):

- Primero porque está diseñado para tomar en cuenta los tres modos sustentables de transporte (peatones, ciclistas y usuarios de transporte público) en lugar de solo uno como se consideran los indicadores en los trabajos anteriormente mencionados.
- Segundo, el indicador global propuesto en la tesis tiene la capacidad de escalarse a distintas escalas geográficas (manzana, AGEB, Delegación) y,
- Tercero, dentro del proceso de medición del indicador global está considerada la percepción-opinión de la gente (expertos) usando la metodología de análisis estructural de Michel Godet.

Mediante dicha metodología vamos a poder identificar que tan influyente y dependiente es cada indicador específico en función con el resto de los indicadores y consecuentemente mediante su conexión lógica con las políticas orientadas hacia movilidad sustentable, nos vamos a dar cuenta cuales políticas de las que se presentaron anteriormente son las más impactantes en cuanto al IGCMU para que se apliquen prioritariamente. Por ello, el IGCMU tiene otra originalidad en comparación con los índices presentados anteriormente ya que es capaz de jerarquizar estrategias-políticas públicas-líneas de acción según el impacto que tienen ellas sobre dicho índice.

Finalmente, una diferencia más de este trabajo es que el objetivo no es el crecimiento a través de las metas económicas de conservación y de efectividad en términos de costo de la infraestructura urbana, el cálculo del círculo de vida o el movimiento de más vehículos. Lo que importa es el desarrollo a través de las metas sociales de mejora de la calidad de movilidad dentro de la Ciudad de México mediante el análisis y la mejora de la cobertura y funcionalidad de la ITU y su entorno.

## **CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO**

### **2.1) El enfoque sistémico para el análisis de la infraestructura del transporte urbano**

Para el desarrollo de la tesis es fundamental indicar cuál es el enfoque conceptual que se va a utilizar para la gestión de la infraestructura del transporte urbano, este enfoque es el de sistemas.

El sistema de transporte urbano que parte de él es la ITU, es un sistema muy complejo, esta complejidad se debe a que los elementos o partes del objeto bajo estudio están íntimamente interrelacionados ya que el objeto mismo interactúa en el medio ambiente con otros objetos (Fuentes, 1995). Por eso se necesita el enfoque de sistemas para que se puedan entender las relaciones entre los diferentes componentes y el comportamiento del sistema en su totalidad.

Un principio fundamental, dentro del marco teórico del análisis de los sistemas de transporte, es que la perspectiva de su estudio debe ser multidisciplinaria y con enfoque sistémico, de tal manera que se contemple la totalidad de los componentes relevantes involucrados y sus interrelaciones (Manheim, 1979).

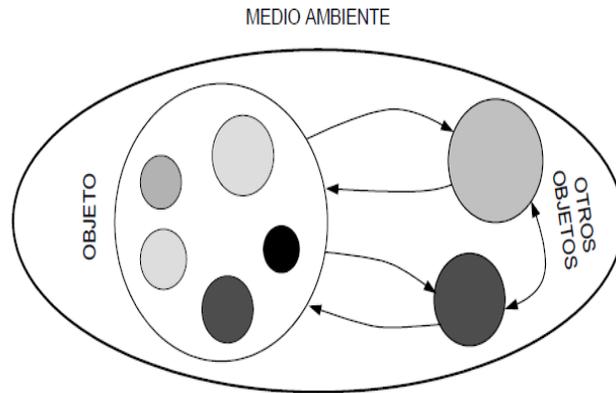


Figura 12. La interrelación de las partes del objeto del estudio. Fuente (Fuentes, 1995).

De lo anterior se desprende que el adecuado funcionamiento o la eficiencia total del objeto está más allá del correcto diseño o desempeño aislado de las partes, ya que también influye la manera en que estas interactúan y ajustan entre sí y con su entorno. Un ejemplo de estas aseveraciones es el transporte, que implica más que un servicio que desplaza personas o mercancías de un lugar a otro, es un concepto mucho más amplio (social), que puede incluso generar externalidades (negativas y positivas), generar competitividad y puede tener un impacto directo en la calidad de vida de los habitantes (Fuentes, 1995).

El transporte es un sistema muy dinámico, entonces para entenderlo se necesita la integración (Chías, 2012) porque no hay otra forma de comprender el carácter multidimensional que dicho sistema tiene (véase Figura 13).

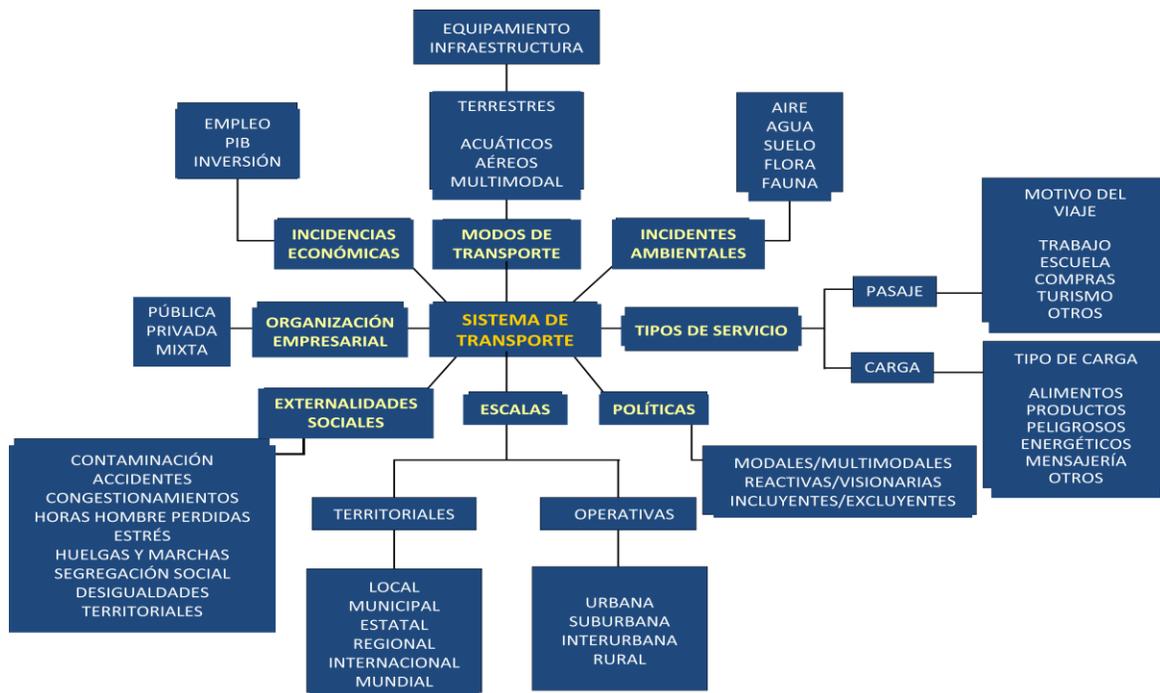


Figura 13. El concepto de la complejidad del sistema de transporte a través de un enfoque multidimensional. Fuente (Chías, 2012).

De la Figura 13 se pueden inferir algunos de los componentes que conforman a todo el sistema de transporte:

- **TERRITORIALES:** Espacio de desplazamiento, localización y escala del sistema de transporte y factores físicos que inhiben o facilitan la circulación.
- **TÉCNICOS:** Infraestructura, equipamiento y desarrollo tecnológico.
- **ECONÓMICOS:** Oferta y demanda de productos y servicios.
- **OPERATIVOS:** Administración y logística de servicios.
- **NORMATIVOS:** Políticas, programas y reglamentos.
- **AMBIENTALES:** De orden físico geográfico.
- **SOCIALES:** Segregación y riesgos provocados por externalidades.

El carácter social y la complejidad que contiene el sistema de transporte se pueden destacar a través de un análisis CLIOS (Sussman, 2004) por sus siglas en inglés Complex Large Intergrated Open System (CLIOS). El sistema del transporte tiene complejidad interna debido al tamaño y número de componentes y relaciones que se establecen entre ellos como las vialidades, sistemas de control, terminales, vehículos etc. Además, se caracterizan por su complejidad anidada porque el sistema político (S.P) está alrededor de un sistema físico (S.F) donde hay interacciones entre ellos (el sistema político es la guía de las decisiones). En la Figura 14 podemos ver estos tipos de complejidad en un sistema CLIOS como es el de transporte.

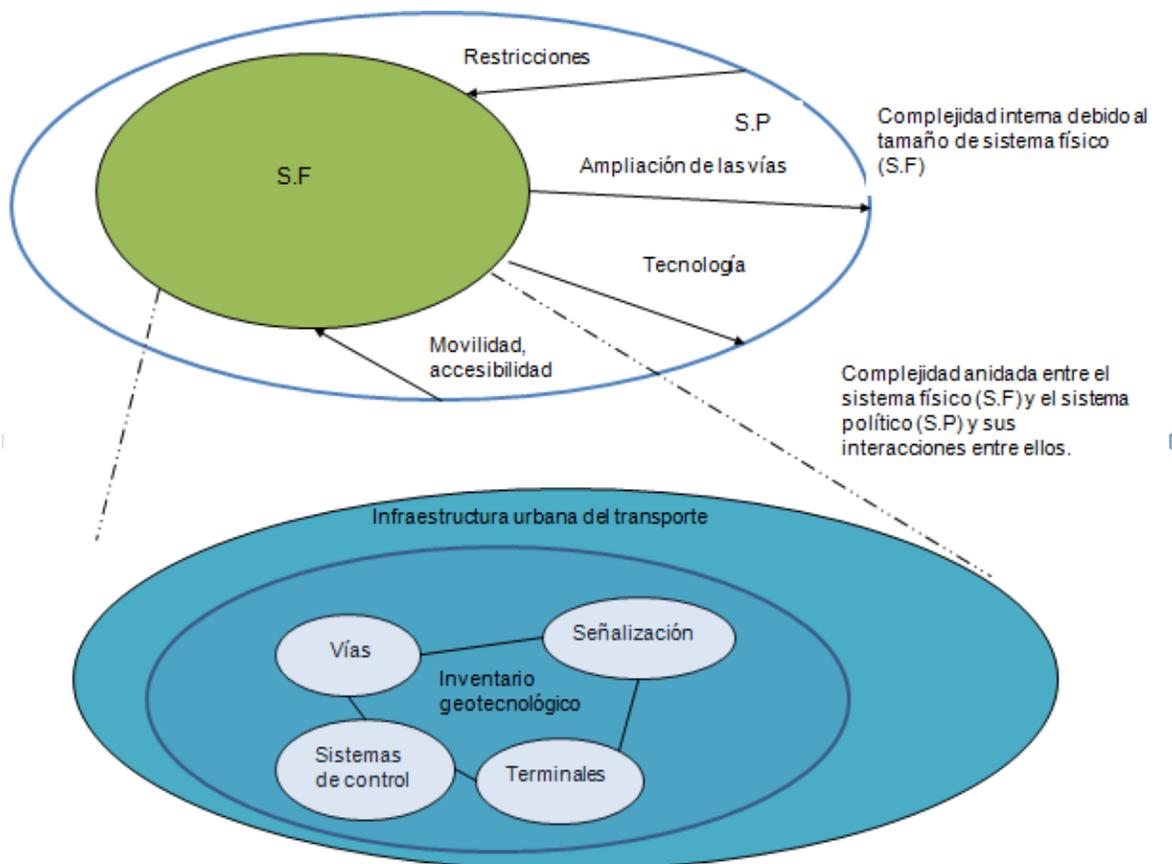


Figura 14. Las complejidades del sistema de transporte. Elaboración propia, idea principal de Sussman, (análisis CLIOS).

El carácter social del sistema de transporte destaca a través del S.P, que en realidad es el sistema que manda y el S.F tiene que ajustarse a las demandas del sistema político.

Finalmente, el sistema de transporte es un sistema abierto, porque hay interacciones entre los dos sistemas (S.F y S.P) en forma de entradas-salidas, ese concepto es similar al concepto de caja negra, algo que se puede aplicar en sistemas abiertos, donde el sistema tiene conexión con su entorno, cuyas entradas-salidas tienen un impacto directo sobre él y pueden influir su entorno.

La infraestructura del transporte urbano está ubicada en el sistema físico con sus componentes (vías, sistemas de control, terminales, banquetas, paradas, alumbrado público etc.), los cuales tienen entre sí una relación de causa efecto y el aumento de un elemento de la ITU puede modificar a varios de los otros elementos, por ejemplo la creación de vías para el tránsito de transporte público puede aumentar el número de paradas, terminales para que la gente se pueda mover de manera oportuna y segura mediante el transporte público.

## **2.2) El enfoque de geotecnología con los sistemas de información geográfica y el enfoque cibernético**

El impacto de las aplicaciones computacionales y de la Informática en el mundo actual ha sido tan amplio que algunos pensadores han denominado a la presente una era informática, frente a otras denominaciones posibles como la era atómica o era espacial (Dormido y Mellado, 1987). La informática puede ser definida como la combinación de las ciencias y técnicas relativas al manejo de la información (Deitel & Deitel, 1985); e incluye una gran cantidad de disciplinas. Por lo tanto resulta casi imposible determinar alguna actividad social y cultural del hombre que pueda no estar relacionada con procedimientos computacionales o con el transporte o la movilidad.

La Geotecnología, se desarrolla con base en el conocimiento del espacio geográfico que valoriza el campo de la informática utilizando sistemas cibernéticos, humanos y electrónicos para el análisis de los sistemas físicos y sociales (Buzai, 2003) y su campo de acción se amplía cada vez más (GEOblog, 2007).

La Geotecnología permite tener una visión digital del mundo para su tratamiento y análisis mediante medios computacionales. Recién iniciados los ochenta, se registra una revolución tecnológica que produciría un importante impacto a través de la automatización de las tareas geográficas (Dobson, 1983). Algunas de las herramientas geotecnológicas son los Sistemas de Información Geográfica, los sistemas de geoposicionamiento global (GPS), la percepción remota mediante imágenes satelitales así como las fotografías aéreas, la Internet e incluso los teléfonos inteligentes con el uso de navegadores y GPS.

### **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Para cumplir con los objetivos del estudio se utilizó un sistema de información geográfica por lo que, a continuación se describe lo que es un SIG:

El sistema de información geográfica integra hardware, software, personal y datos para la visualización, captura, análisis de la gestión y el despliegue de información referenciada geográficamente. El SIG nos permiten ver, comprender, cuestionar, interpretar y visualizar los datos de muchas maneras que revelan relaciones, patrones y tendencias en forma de mapas, globos terráqueos, informes y gráficos (ESRI.com, 2012).

Un SIG se utiliza por tres razones principales. En primer lugar, por el poder de representación gráfica de la información. En segundo lugar, por la información que es instantáneamente recuperable desde cualquier lugar. En tercer lugar, porque las consultas permiten recuperar sólo los datos deseables según los criterios de búsqueda (Saxena, 2001). Además, se debe añadir que su capacidad de análisis hace actualmente de los SIG, herramientas que posibilitan la generación de nuevo conocimiento vital para la toma de decisiones sustentada en conocimiento científico.

Algunos de los beneficios que un SIG tiene para ofrecer son ahorro en costos e incremento de la eficiencia, mejor toma de decisiones, comunicación mejorada, mejor registro de mantenimiento y finalmente son herramientas útiles para la gestión de recursos. (ESRI.com, 2012).

Por otra parte los SIG dan al usuario la oportunidad de mapear rutas, servicios con horarios, y otros atributos para que la gente pueda encontrar lugares que cumplan con sus criterios y tomar decisiones de desplazamiento. Por ejemplo, mediante un SIG se puede visualizar el nivel de servicio de transporte público que se ofrece a la gente mediante la cobertura de estaciones de transporte público por cada manzana dentro de un AGEBA inspeccionado, así es posible incentivar un cambio en cuanto a los desplazamientos territoriales de las personas sin el uso del vehículo particular.

Al mapear los sitios de interés como museos, paraderos, estaciones del metro, hospitales, el usuario con la ayuda de un mapa de densidad se pueden medir el número de entidades en una unidad de área uniforme por lo que se puede ver claramente la distribución, presencia, ausencia, cercanía y su posible accesibilidad en función de los servicios de transporte ofertados.

En los mapas que muestran el número de personas por sección censal, las extensiones más grandes pueden tener más personas que las pequeñas. Sin embargo, algunas zonas más pequeñas podrían tener mayor número de personas por kilómetro cuadrado, es decir, una mayor densidad que representa por ejemplo una mayor demanda de servicios de transporte. Por esta razón una persona interesada en esta información a través de un SIG puede monitorear lo que está pasando en una zona y tomar medidas concretas dentro de esa área específica. Por ejemplo las autoridades públicas pueden promover líneas de acción orientadas hacia la reducción de los accidentes alrededor del área de influencia de una escuela mediante la suficiente cobertura y funcionalidad de la infraestructura indicada para proteger los grupos vulnerables (niños, adolescentes etc.).

Finalmente a través de un SIG se pueden delinear los cambios en un área para anticipar condiciones futuras, decidir sobre un curso de acción o evaluar los resultados de acciones o decisiones presentes es más sencillo y eficiente. Mediante la cartografía de dónde y cómo se mueven las personas o mercancías en un período de tiempo, se pueden identificar patrones que puedan ayudar a definir políticas públicas. Por ejemplo, un planeador urbano puede saber mediante un SIG las vías que presentan más congestión en la Ciudad y así puede promover políticas públicas de cobro por congestiónamiento por utilizarlas en un horario determinado. Otro ejemplo puede ser con sectores de la ciudad (vialidades) donde hay muchos accidentes de choques o de atropellamientos como se puede ver en la Figura 15. La identificación de los cruceros más peligrosos es vital para implementar medidas preventivas y mejorar la circulación segura y confortable en toda la red vial de la ciudad (Chias, 2009).

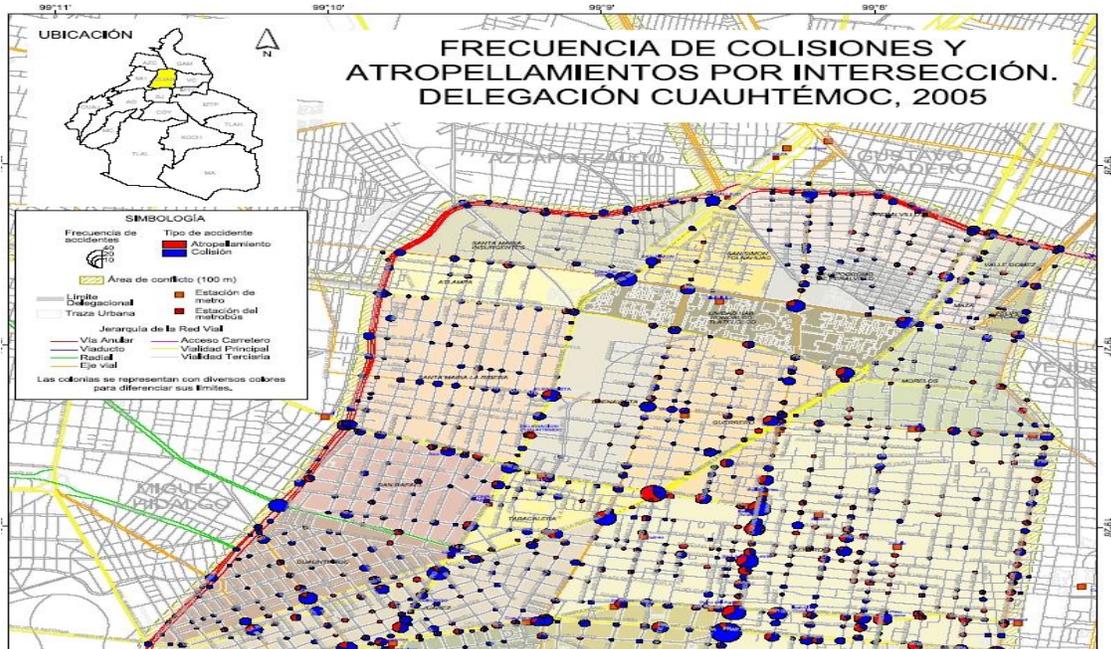


Figura 15. Frecuencia de accidentes en la delegación Cuauhtémoc. Fuente (Chías, 2009).

De esta manera a través de la georreferenciación podemos ubicar, identificar y caracterizar intersecciones con mayor frecuencia de accidentes del tránsito, decidir sobre el tipo de intervenciones preventivas a realizar si predominan colisiones, atropellamientos o mezcla de ambos tipos de accidentes, y no solamente de una manera de “hot spot” sino de áreas y corredores como se puede ver en la Figura 16.

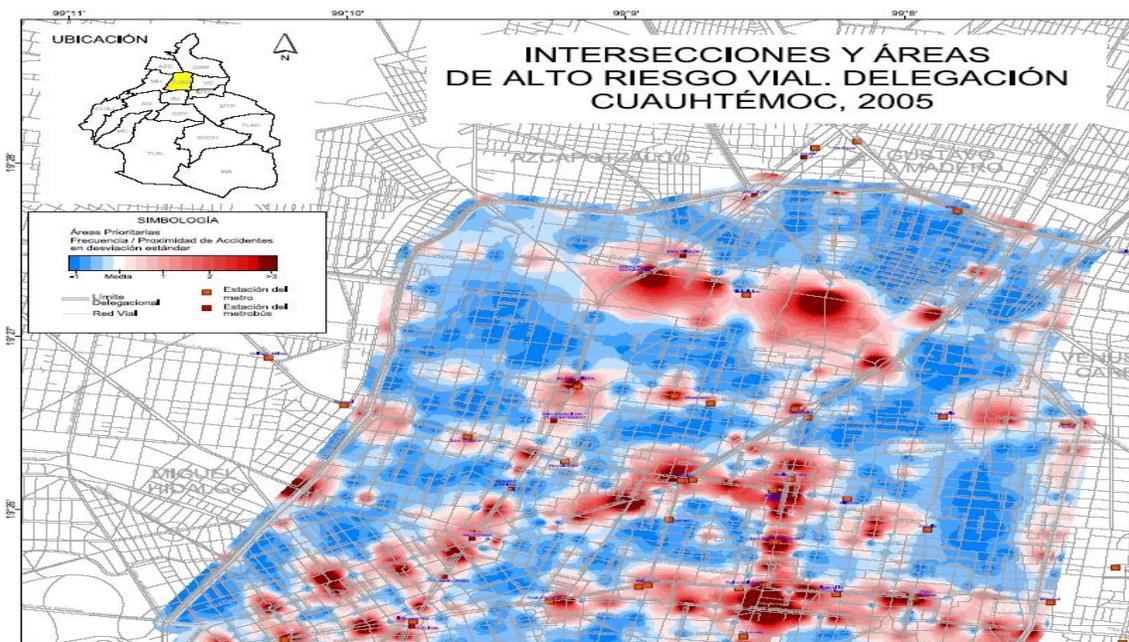


Figura 16. Alto riesgo vial en delegación Cuauhtémoc. Fuente (Chías, 2009).

Así se puede incluso reflexionar sobre los atributos de la red vial y los distintos tipos de servicios de transporte como posibles factores de riesgo en el marco de la seguridad vial.

## El enfoque cibernético

La Cibernética (palabra que tiene su origen en la palabra griega κυβερνήτης, que significa, el gobernador, el gestor, el conductor) es una parte de la Teoría de Sistemas que en sus comienzos significaba la «ciencia del control y la comunicación en los animales y las máquinas», según Norbert Wiener. Sin embargo, la Cibernética ha abarcado campos muy distintos, entre ellos el de la organización. Beer (1974) la califica como la ciencia de la organización efectiva» por lo que, se desarrolló como ciencia profundamente “transdisciplinaria” para estudiar el control y el autocontrol (Beer, 1963).

El paradigma cibernético permite definir los subsistemas que integran a un sistema, así como tener su control y visualizar sus mecanismos (Gelman, 1996). En cualquier sistema se aprecian dos subsistemas principales: el de gestión, llamado de regulación o de control, y el conducido, junto con sus relaciones fundamentales que son de información y de ejecución (Figura 17). La relación determinante ente el sistema gestor y el sistema conducido se llama conducción y se puede dividir en dos tipos, la conducción correctiva en la cual el sistema conducido ajusta con los cambios temporales de su entorno, y la conducción planificada atendiendo un estado futuro deseable para el sistema conducido y, el sistema gestor tiene que aplicar una serie de programas o proyectos para cambiar el estado actual del sistema conducido al estado deseable (Gelman y Negroe, 1982).

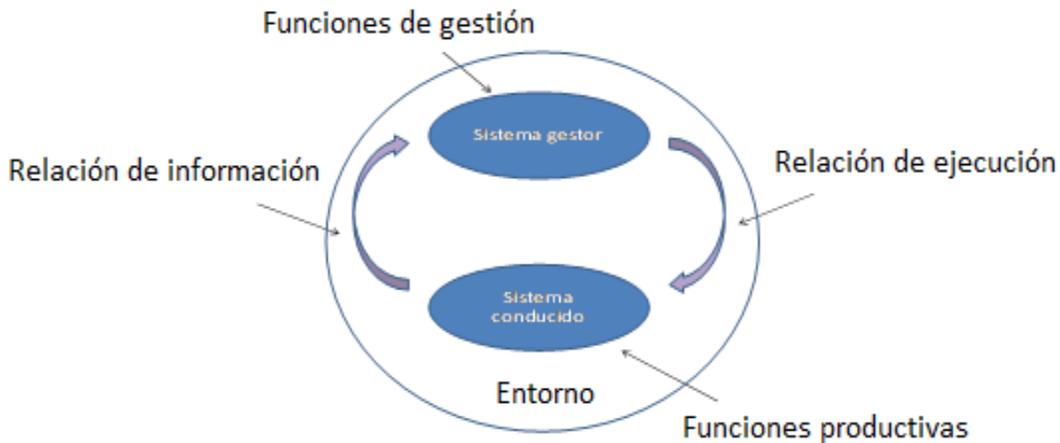


Figura 17. Conceptuación de un sistema bajo el Paradigma Cibernético (elaboración propia, idea original de Ovsei Gelman).

El subsistema conducido (Rojas-Arce, 2010) es el principal responsable de cumplir con el papel que tiene el sistema en el suprasistema, el cual consiste en proporcionar bienes o servicios. Por su parte, el subsistema de gestión diseña, elabora y controla la trayectoria de cambio del subsistema conducido (incluyendo el no cambio), por medio de la previsión y ejecución de un conjunto de actividades que garanticen este cambio, a través de un proceso, que se llama proceso de gestión.

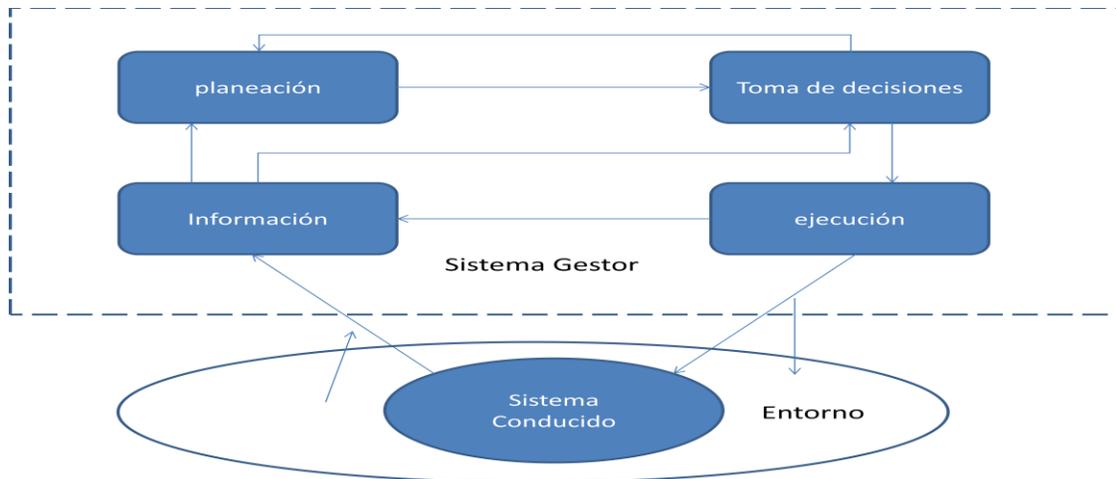


Figura 18. Representación funcional del sistema gestor (elaboración propia, idea original de Ovsei Gelman).

El primer vínculo, la información, permitirá al proceso de toma de decisiones y de planeación, conocer los elementos necesarios para desempeñar sus funciones. Es necesario conocer en cualquier momento el estado actual del sistema conducido de manera que el sistema de control capte la información a través de indicadores que provengan no necesariamente solo de sistema conducido sino de sus interacciones con otros sistemas.

El análisis de los cuatro subsistemas del sistema gestor muestra (Gelman, 1982) que es el de planeación el encargado de satisfacer al tomador de decisiones en sus necesidades de conocimiento e información, estipulando los datos que requiere.

La necesidad de proporcionar información útil y válida para la toma de decisiones, es vital para realizar las funciones de retroalimentación, evaluación, control y adaptación indispensable para el bienestar de sistema, todas estas funciones están ubicadas dentro del subsistema de control que a su vez forma parte del sistema de planeación, como se presenta en la siguiente figura.

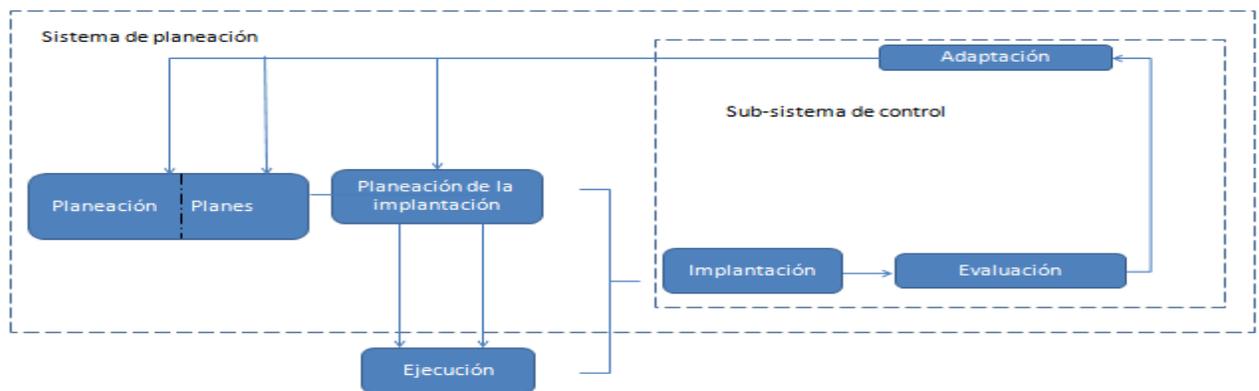


Figura 19. Estructura del sistema de planeación y el subsistema de control (elaboración propia, idea original de Ovsei Gelman).

El sistema de planeación puede guiar la implantación y la ejecución, estas 2 últimas funciones junto con la función de evaluación y adaptación forman parte del subsistema de control.

El subsistema de planeación tiene como propósito producir los planes con sus elementos (objetivos, políticas, metas, programa y proyectos), el sub-sistema de implantación tiene como objetivo la aplicación del plan a través de las reglas y las directrices establecidas en el sub-sistema de planeación para alcanzar los objetivos, el sub-sistema de evaluación tiene que evaluar si la implantación de los planes genera los resultados deseados de acuerdo con los objetivos establecidos, después tiene que reportar al sub-sistema de adaptación la existencia de discrepancia entre lo actual y lo deseado, por lo tanto el sub-sistema de adaptación se tiene que hacer los cambios necesarios para la mejora del proceso del sistema.

### **2.3) Análisis Estructural**

El método de análisis estructural es una de las herramientas más utilizadas en estudios prospectivos. Uno de los pioneros en términos de introducción, justificación y uso de análisis estructural es Jay Forrester en 1961 mediante sus trabajos relacionados con modelos de dinámica urbana e industrial. Sin embargo, los pioneros del análisis estructural se influenciaron a utilizar otras maneras de representación de los resultados basándose en matrices y figuras, debido a la necesidad de considerar múltiples variables tanto cualitativas como cuantitativas (Ballesteros Riveros y Ballestreros Silva, 2008).

Wanty y Federwisch en su trabajo denominado "Global Models for Business Economics" aplicaron el método de análisis estructural para el caso de una empresa de transporte aéreo así como para los casos de unas compañías de hierro y acero (Wanty & Federwisch, 1969). Poco después Teniere-Buchot con la supervisión de Wanty pudo analizar el sistema de "agua" que dio pauta a la publicación de un artículo relacionado con un modelo referido a la Política de Polución del Agua (Arcade et al., 1993). En el mismo periodo, Kane presentó el modelo KSIM que se basa sobre el análisis estructural (Arcade et al., 1993).

A su vez, Roberts trabajando para la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos, usó el análisis estructural para el descubrimiento de relaciones indirectas con aplicaciones en la energía y la polución relacionada con el área de transporte (Roberts, 1972).

En 1974 en Francia Godet y Duperrin sugirieron un método para la clasificación de los elementos del sistema de energía nuclear, dicho método fue el análisis estructural. Desde mediados de los 80's el análisis estructural experimentó un creciente número de aplicaciones en varios sectores, tanto en empresas como en temas importantes para la sociedad (Romero Perea, 2012).

Más recientemente Qureshi empleó el análisis estructural para medir las directrices clave relacionadas con los proveedores de servicios 3PL (Qureshi et al. 2008). Arya por su parte aplicó el método de análisis estructural en el ámbito de tendencias ambientales (Arya y Abbasi, 2001), mientras que Kanungo usó el mismo método para que pueda evaluar la efectividad de los sistemas informativos (Kanungo et al. 1999).

A su vez Sharma consideró el análisis estructural como alternativa para gestionar efectivamente los residuos (Sharma et al. 1995, 285–309). La estructura de los conflictos internacionales se puede describir con herramientas de análisis estructural con el fin de mejorar la comprensión de las relaciones de comunicación multilaterales y para predecir la estructura del conflicto con las teorías existentes de relaciones internacionales (Kim & Barnett, 2007, 135 – 165).

### **Objetivos y etapas.**

El análisis estructural tiene como objetivo el hallazgo de las relaciones entre las variables consideradas que se presentan como un conjunto de elementos interrelacionados mediante una matriz de doble entrada. De esa manera, se pueden destacar aquellas variables que son esenciales para la evolución del sistema, dicho análisis incluye tres etapas (Godet, 1999):

1. Inventario de variables-factores.
2. Descripción de las relaciones entre variables-factores.
3. Identificación de variables-factores esenciales.

Sin embargo, antes de pasar a la presentación de las etapas del método valdría la pena explicar porque se decidió usar la palabra indicador en lugar de variable o factor. Tomando en cuenta la definición que proporciona la Organización de Cooperación Económica y Desarrollo (OECD en inglés) podemos ver las similitudes entre los conceptos de indicador y variable. Según dicha definición un indicador es una variable o factor que puede ser cualitativo o cuantitativo que proporciona un simple y fiable medio para la medición del desarrollo, para el reflejo de los cambios relacionados a una intervención y la evaluación del desempeño de un actor (OECD 2010, 25). En nuestro estudio se requiere evaluar la calidad de movilidad mediante un índice sintetizado asociado a la cobertura y funcionalidad de la ITU y su entorno y de esa manera ver cómo dicho índice se desarrolla con el paso del tiempo, según acciones de intervención. Por ello, siendo un indicador un factor o variable cualitativa o cuantitativa que facilita la medición de desempeño para propósitos de evaluación nos permite usarlo en el proceso de análisis estructural y por lo tanto se consideró conveniente usar el concepto indicador.

Además, cabe destacar que el análisis estructural se basa en el método de impacto cruzado que fue desarrollado originalmente por Gordon y Helmer en 1966 y fue reportado por (Gordon & Hayward, 1968), de hecho el método de análisis estructural (MICMAC) es una variante del método original de impacto cruzado teniendo en cuenta no sólo las relaciones directas sino también las indirectas (Cabrera, Cobacho y Lund 2002).

El comportamiento y la funcionalidad de análisis estructural permanecerán intactos tanto por el uso de variables como por el uso de indicadores, porque la analogía entre los sistemas de indicadores de desempeño descritos por (Cabrera 2001) y los sistemas de variables descritos por Godet son claras ya que las variables de Godet están relacionadas de la misma forma que son los indicadores de desempeño. Por esta razón, los conceptos de análisis estructural se pueden utilizar para la selección de indicadores (Cabrera, Cobacho y Lund 2002).

## **El inventario de los indicadores.**

En esta etapa es conveniente elaborar una lista que incluya todos los indicadores que hemos considerado como parte del sistema de gestión de la ITU y su entorno de acuerdo con la movilidad sustentable y la disponibilidad de información. Aquí surgen, como se aprecia en la Tabla 8 (los 17 indicadores). Es necesario en esta etapa realizar una explicación de los indicadores para facilitar el proceso de identificación y descripción de las relaciones entre sí, permitiendo la constitución de la "base" de temas necesarios para toda reflexión prospectiva (Ballesteros Riveros y Ballestreros Silva, 2008).

## **Descripción de las relaciones entre indicadores-factores.**

El objetivo de esta etapa es relacionar los indicadores considerados en la matriz de doble entrada y evitar errores al rellenar los espacios de la matriz. En la tabla 18, se puede apreciar una matriz de análisis estructural preparada para el caso de estudio. Las filas y las columnas de esta matriz corresponden a los indicadores que han sido considerados en este trabajo de investigación.

En la matriz diseñada cada fila expresa la influencia que un indicador ejerce sobre cada uno de los demás indicadores y a nivel columna por cuales indicadores cada uno de ellos es influido. Cabe mencionar que dicha asignación de relaciones es cualitativa, ya que nos permite saber a nivel de cada elemento de la matriz si existe o no una relación (Romero Perea, 2012).

Entre los indicadores dentro del marco de análisis estructural se plantean por cada pareja de indicadores las siguientes cuestiones: ¿Hay existencia de relación directa entre dos indicadores? Si no existe una relación de influencia directa se anota 0; en el caso contrario, se cuestiona si la relación de influencia directa es, débil (1), mediana (2), fuerte (3) o potencial (P) (Ballesteros Riveros y Ballestreros Silva, 2008). Cabe mencionar que en nuestro caso por cuestiones de simplicidad se tomarán en cuenta solamente dos valores, el cero "0" cuando no haya relación entre los indicadores y uno "1" cuando haya relación entre los indicadores.

En el proceso de establecer las relaciones entre los indicadores, se deben tener en cuenta las siguientes preguntas (Ballesteros Riveros y Ballestreros Silva, 2008):

- ¿El indicador  $i$  ejerce una influencia directa sobre el indicador  $j$  o la relación es de  $j$  sobre  $i$ ?
- ¿El indicador  $i$  ejerce influencia sobre el indicador  $j$  o existe más bien una colinealidad, donde un tercer indicador  $k$  actúa sobre  $i$  y sobre  $j$ ?
- ¿La relación entre los indicadores  $i$  y  $j$  es directa, o más bien se realiza a través de otro indicador  $r$  considerado en la lista inicial?

## **Identificación de indicadores-factores esenciales.**

En esta etapa lo que se trata de hacer es detectar aquellos indicadores que presentan una mayor importancia para la reflexión prospectiva, dicha importancia resulta de nivel de influencia que ejercen unos indicadores sobre los otros indicadores considerados (más influyentes), así como de nivel de dependencia que reciben unos indicadores por otros (más sensibles) (Colodni, 1987).

Para llegar a este resultado de obtener el nivel de importancia a cada indicador según la influencia y dependencia es necesario medir en conjunto las relaciones directas y las relaciones indirectas entre los indicadores seleccionados.

La calificación directa es relativamente fácil, es el resultado de sumar los valores de influencia y de dependencia para cada uno de los indicadores. La clasificación indirecta surge después de la elevación en potencia de la matriz de relaciones directas. La comparación de la jerarquización de las variables según su nivel de influencia y dependencia en las diferentes clasificaciones (directa e indirecta) es un proceso rico en enseñanzas al permitir confirmar la importancia de ciertos indicadores que la clasificación directa no tomaba en cuenta (Ballesteros Riveros y Ballesteros Silva, 2008).

Este trabajo de investigación que incluye 17 indicadores, puede tener varios miles de interacciones en forma de cadena y bucles, difícil de procesar para la mente humana, que parece limitada para la imaginación e interpretación de una red de relaciones de esta magnitud. Sin embargo, el método MICMAC como programa de multiplicación matricial nos permite estudiar la difusión de los impactos por los caminos y bucles de reacción y en consecuencia jerarquizar los indicadores de la siguiente manera (Ballesteros Riveros y Ballesteros Silva, 2008):

- “Por orden de influencia, considerando el número de caminos y bucles de longitud 1, 2, 3, ...,  $n$  que salen de cada variable”.
- “Por orden de dependencia, teniendo en cuenta los caminos y bucles de longitud 1, 2, 3, ...,  $n$  que llegan a cada variable”.

Este método se basa en las propiedades clásicas de las matrices booleanas, que a continuación se explican: Si el indicador  $i$  influye directamente sobre el indicador  $k$ , y si éste influye directamente sobre el indicador  $j$ . Cualquier cambio que afecte al indicador  $i$  puede impactar el indicador  $j$ . Aquí hay una relación indirecta entre  $i$  y  $j$  porque aunque entre ellos hay otro indicador  $k$  el cambio de  $i$  afecta el  $j$ . En la matriz de análisis estructural se presentan numerosas relaciones indirectas del tipo  $i \rightarrow j$  que no pueden considerarse mediante la clasificación directa. La elevación al cuadrado pone en evidencia las relaciones de orden 2, entre  $i$  y  $j$ . La elevación al cubo las relaciones de orden 3, la elevación a la cuarta potencia las relaciones de orden 4 y así sucesivamente.

“Así,  $A^2 = A * A = (a_{ij})^2$ , donde  $(a_{ij})^2 = \sum a^1_{ik} * a^1_{kj}$ ”

“Así,  $(a_{ij})^2$  no es igual a cero porque existe al menos un  $k$  de forma tal que  $a^1_{ik} * a^1_{kj} = 1$ , es decir que existe al menos un indicador intermedio  $k$  que hace que el indicador  $i$  ejerza una influencia sobre  $k$  ( $a^1_{ik} = 1$ ) y que la variable  $k$  ejerza una influencia sobre la variable  $j$  ( $a^1_{kj} = 1$ ). En estas condiciones, se puede afirmar que hay un camino de orden 2 en el sentido  $i$  hacia  $j$ ; si  $a^2_{ik} = N$ , hay  $N$  caminos de longitud 2 que van de  $i$  hacia  $j$  y pasan por  $N$  indicadores intermedios” (Ballesteros Riveros y Ballesteros Silva 2008, 198).

Sin embargo, la pregunta es ¿qué matriz de relaciones indirectas se debe utilizar para analizar la influencia y dependencia indirecta de los indicadores seleccionados del sistema? Existen relaciones de segundo orden, de tercer orden y así sucesivamente. En la medida que se establecen relaciones de tercer orden, de cuarto orden y subsiguientes, la matriz puede arrojar influencia y dependencia indirectas diferentes.

“Es necesario elevar la matriz de relaciones directas cuantas veces sea necesario hasta que los resultados se estabilicen; es decir, hasta que la jerarquía de influencia y dependencia de los indicadores arrojados de una matriz de relaciones indirectas a la siguiente no se alteren en términos relativos y así se puede establecer la jerarquía entre los indicadores seleccionados” (Guzmán Vázquez et al. 2004, 27).

Cuando ya se han establecido las relaciones de los indicadores en cuanto a influencia y dependencia se suma en fila y en columna los elementos de la matriz que resulta de cada iteración, la suma en fila indica la cantidad de veces que un indicador *i* influye a los otros; el resultado indica la influencia del indicador *i*, mientras que la suma en columna destaca la cantidad de veces que el indicador *j* recibe influencia o es influenciado por parte de los otros indicadores; es el resultado de la dependencia del indicador *j*.

De acuerdo con los resultados obtenidos se clasifica cada indicador en relación con su grado de influencia y dependencia, esta clasificación se muestra en la siguiente gráfica donde se establecen cuatro cuadrantes (sectores) (Romero Perea, 2012).

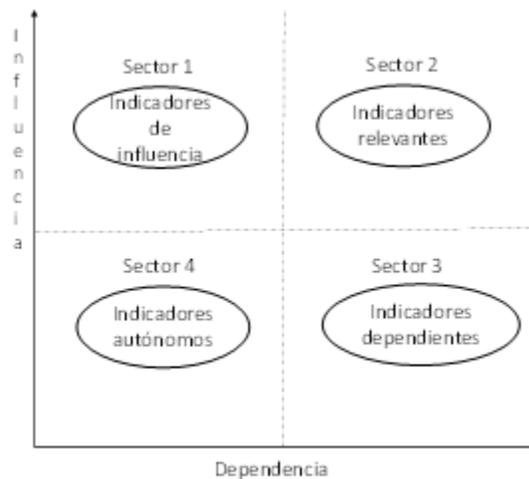


Figura 20. Representación gráfica de la matriz de influencia y dependencia.

Sector 1: son los indicadores que explican, condicionan el resto del sistema, así como indican en parte su funcionamiento. Son muy influyentes y poco dependientes.

Sector 2: se encuentran en la zona superior derecha. Por lo general se les denomina indicadores clave del sistema, por ser muy influyentes y muy dependientes. Perturban el funcionamiento normal si no se atienden primordialmente y se corresponden con los retos del sistema.

Sector 3: aquí se ubican los indicadores poco influyentes y muy dependientes. Se les conoce como indicadores de resultado y se caracterizan como indicadores descriptivos de la evolución del sistema. Se trata de indicadores que no se deben abordar directamente sino a través de los indicadores más influyentes de los cuales dependen en el sistema considerado.

Sector 4: se encuentra en la zona próxima al origen. Se les suele llamar indicadores autónomos, son poco influyentes y poco dependientes. Se relacionan con tendencias pasadas o inercias del sistema o bien están desconectadas de él.

## 2.4) La Gestión de la infraestructura del transporte urbano (ITU)

En esta parte de la tesis se desarrolla primero el concepto de gestión de la ITU así como, su relación con el concepto de sustentabilidad. La gestión de la ITU es un proceso socio-político territorial pues define una relación entre los actores políticos y sociales dentro de los límites de una ciudad. Cuando hay comunicación entre los actores políticos y la sociedad existe co-gestión de la ITU y cuando existe un equilibrio entre la perspectiva cualitativa (democracia y ética) y cuantitativa (resultados) existe la gestión eficiente de dicha infraestructura (Cáceres, Carbonetti, 2003).

El termino gestión de la ITU, según el consenso internacional de la Comisión de Asentamientos Humanos de las Naciones Unidas (CAHNU), es la síntesis de múltiples herramientas tales como paradigmas, políticas, métodos, estrategias etc. en las que personas o instituciones tanto públicas como privadas administran y planifican los asuntos relacionados con la ITU, para el logro de mejores niveles de calidad de vida (CAHNU, 2001).

Mientras que la co-gestión de la ITU sería la síntesis de múltiples herramientas tales como paradigmas, políticas, métodos, estrategias etc. en las que personas o instituciones tanto públicas como privadas administran y planifican los asuntos relacionados con la ITU para el logro de mejores niveles de calidad de vida tomando en cuenta la percepción de la gente.

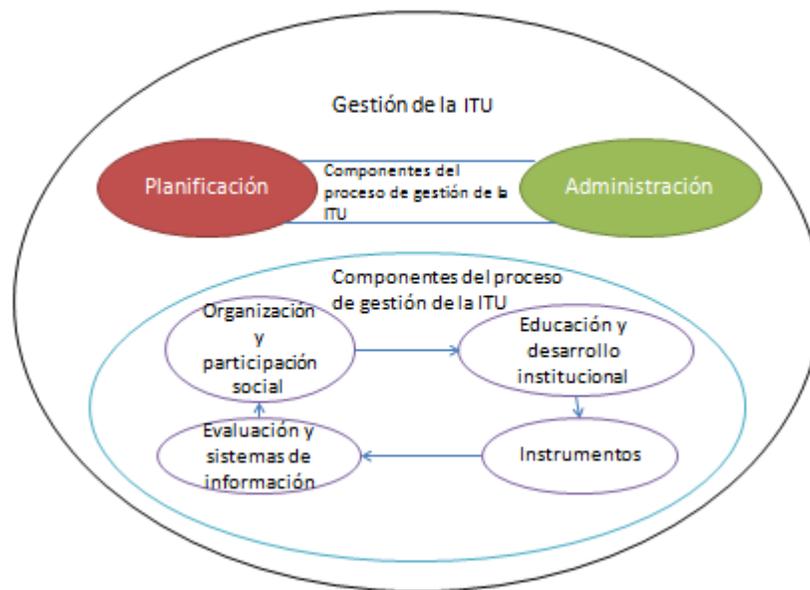


Figura 21. La gestión de la ITU. Elaboración propia basada en (CAHNU, 2001)

Los principales componentes generales que se pueden señalar, como parte del proceso de gestión de la ITU son los siguientes:

- **Organización y participación social:** organización de la autoridad para lograr la comunicación inter e intra-institucional, cooperaciones entre el sector público-privado, participación y promoción de las nuevas estrategias.

- **Educación y desarrollo institucional:** educación y formación para el uso de nuevas tecnologías y planeación, desarrollo personal, educación ambiental, capacitación técnica en los niveles operativos.
- **Instrumentos:** económico-administrativos, geotecnológicos, informáticos, mercadotécnicos, gerencia de proyectos / liderazgo y equipos de trabajo.
- **Evaluación y sistemas de información:** capaces de organizar, procesar y analizar indicadores, reportes, mapas, inventarios, diagnósticos y pronósticos, análisis prescriptivos.

Estos componentes son muy importantes para diseñar y configurar el ciclo de gestión de la ITU desarrollado en la siguiente figura:

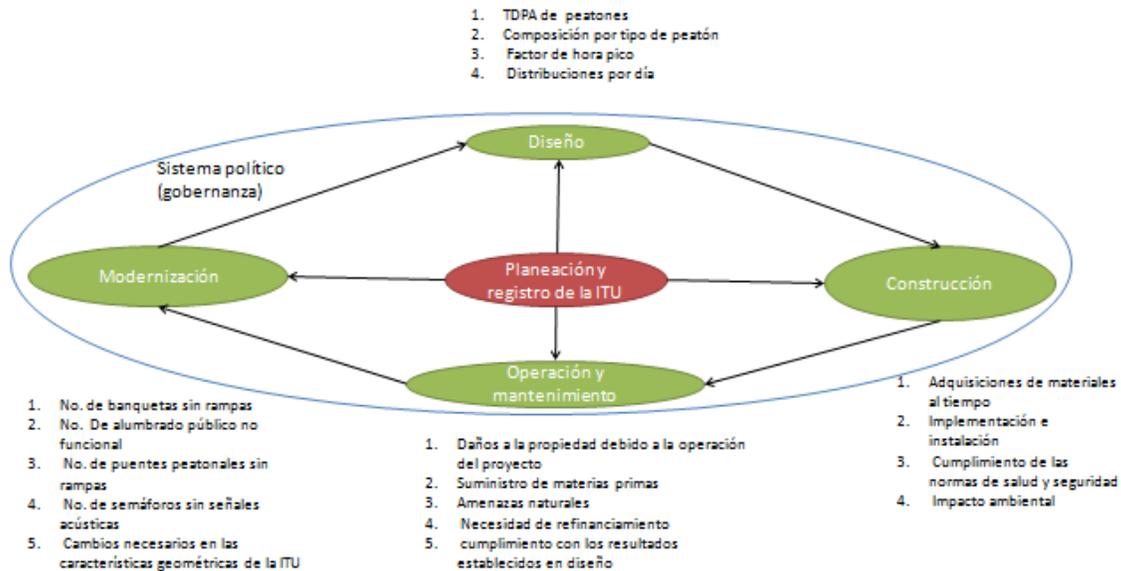


Figura 22. El ciclo de gestión de la ITU. Elaboración propia.

Las etapas del ciclo de gestión de la ITU se pueden apreciar en las siguientes líneas:

**Planeación**, etapa que tiene como propósito producir los planes con sus elementos (políticas, objetivos, metas, estrategias y líneas de acción) para el alcance de los objetivos establecidos. También contiene una función de control que se divide en tres partes (implementación, evaluación, adaptación). Por lo tanto, la planeación debe estar presente en todas las fases del ciclo de vida de la ITU, para evaluar si la implementación de los planes produce los resultados deseados de acuerdo con los objetivos establecidos y para evaluar la existencia de discrepancias entre lo actual y lo deseado. Una parte esencial del proceso de planeación es el **registro** de la ITU de acuerdo con el cual se puede generar el diagnóstico, que va a sustentar la realización de los planes necesarios para el alcance de los objetivos.

**Diseño**, tiene como propósito realizar un análisis profundo para entender las distintas necesidades y características de los involucrados en el proceso de gestión de ITU, por ejemplo usuarios de transporte público, peatones, ciclistas etc.

**Construcción** es la etapa donde, el proceso de gestión de la ITU, se pasa del mundo conceptual al mundo real (de los hechos), esta etapa contiene todas aquellas acciones para que la ITU esté lista para proporcionar servicios a la gente.

**Operación y mantenimiento** es la etapa que sigue a la construcción y tiene como objetivo asegurar el nivel de servicio de la ITU, a través de la operación adecuada y las acciones del mantenimiento de dicha infraestructura.

En cada etapa se generan indicadores que muestran el nivel de desempeño y ayudan a la etapa de planeación para tener un monitoreo adecuado de todo el proceso facilitando la toma de decisiones sobre las acciones de intervención necesarias (**modernización**). La parte de planeación contiene la etapa de planeación (color rojo) mientras que la parte de administración incluye las etapas de diseño, construcción, operación y mantenimiento y modernización (color verde Figura 22).

La gestión de la ITU contiene dos partes, una política (gobernanza) que contiene las acciones de planeación y administración así como el ciclo de vida de la ITU (Figuras 21 & 22) y una física que se ajusta de acuerdo con los comandos relación de información-ejecución. Entre los dos sistemas existen unos conductores comunes que enlazan los dos niveles de análisis como se puede ver en la siguiente figura.

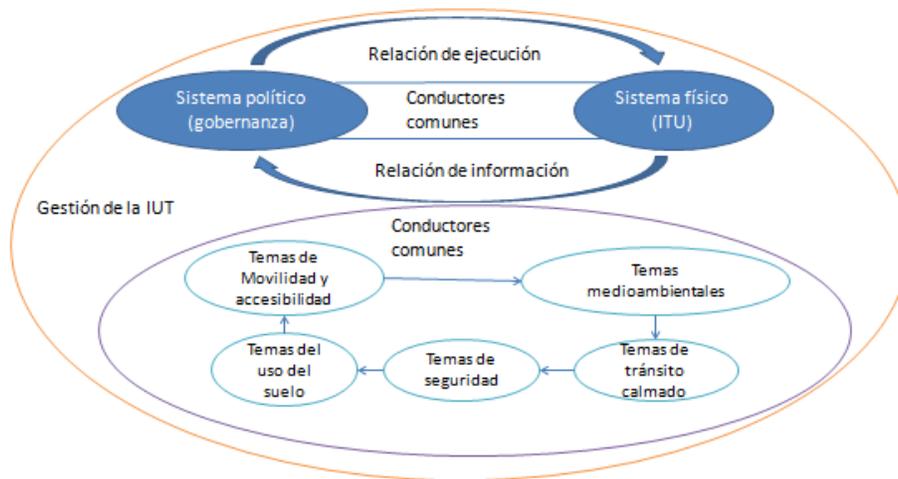


Figura 23. El sistema político y físico dentro del proceso de gestión de la ITU. Elaboración propia.

El concepto de sustentabilidad está directamente vinculado con el concepto de gestión de la ITU, debido a que ofrece un marco útil dentro del cual se puede guiar y evaluar el desarrollo urbano a través de la administración de los asuntos de la ciudad.

Originalmente la idea de sustentabilidad o desarrollo sustentable fue formalizada por primera vez en el informe “Brundtland” elaborado en 1987 por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas. En dicho documento el desarrollo sustentable o sustentabilidad se define como “el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Obra Social Caja Madrid, 2010).

Posteriormente, en la conferencia denominada Segunda Cumbre de la Tierra, celebrada en Rio De Janeiro el año 1992, se aceptó que el desarrollo sustentable debe apoyarse sobre tres ejes: el progreso económico, la justicia social y la preservación del medio ambiente. Por ello el desarrollo sustentable no se refiere únicamente a temas ambientales sino también a temas sociales y económicos (Obra Social Caja Madrid, 2010).

Un modelo sustentable de movilidad debe asegurar por lo tanto, el desarrollo económico, la protección del medio ambiente y, mantener la cohesión social y la calidad de vida de los ciudadanos.

Sin embargo, el modelo actual de movilidad urbana (donde prevalece el uso de auto particular) no cumple estas condiciones, al contrario genera una serie de efectos como es el ruido, la contaminación, la congestión, los accidentes de tránsito, la invasión del espacio público etc., que influyen negativamente en la calidad de vida de las personas, el medio ambiente y el desarrollo económico, volviendo insustentable esta forma de movilidad no solo para las generaciones futuras sino para las actuales también.

Por eso, es imprescindible avanzar hacia la gestión integral de la ITU, para generar un entorno seguro y conveniente que permita desplazamientos utilizando los modos sustentables de transporte (la caminata, el uso de bicicleta, el uso de transporte público). En este sentido es muy importante lograr una gobernanza robusta que considere y promueva temas como la seguridad, el uso del suelo, la movilidad y la accesibilidad, el tránsito calmado y temas medioambientales para facilitar el establecimiento de un entorno sustentable.

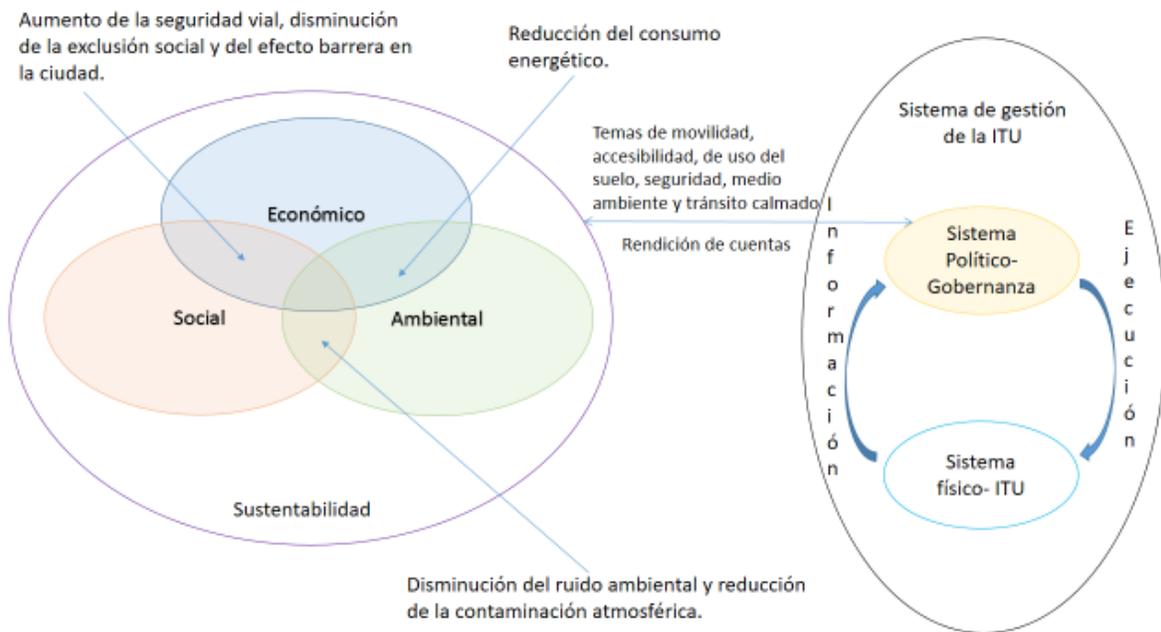


Figura 24. La representación holística de movilidad sustentable en el proceso de gestión de la ITU, con sus componentes. Elaboración propia, basada en (Cato, 2009) y (Adams, 2006).

En un modelo de movilidad sustentable (Figura 24) se fomenta el cambio de los hábitos de desplazamiento de los autos particulares al transporte público, la caminata o el ciclismo, debido a este cambio del desplazamiento se pueden generar unos efectos positivos que se ubican dentro de los puntos de contacto de los tres ejes de sustentabilidad.

En el área de contacto entre lo Económico – Social, la movilidad sustentable permite una mejora en cuanto a la seguridad vial ya que el auto particular es el modo de transporte principalmente responsable de la mayoría de los accidentes de tránsito, la gravedad de la situación apunta que hay una gran necesidad de transformar el modelo actual a uno nuevo como es el de movilidad sustentable transfiriendo viajes a modos más seguros (como es el transporte público) y otros menos peligrosos como el ciclismo o la caminata. También puede reducir la exclusión social debido a que las personas que no pueden tener acceso a un auto particular por diversas razones (económicas, físicas, de edad etc.) no se verán marginados a la hora de desplazarse.

Adicionalmente, una movilidad sustentable puede reducir el efecto barrera en la ciudad que provoca la infraestructura fragmentando el tejido urbano y reduciendo la movilidad del tránsito no motorizado y las posibilidades de comunicación entre ambos lados de giga-estructuras como son las autopistas urbanas que consumen gran parte del espacio público y se dedican al uso exclusivo de vehículos (vías y estacionamientos).

En el área de contacto entre lo Económico - Ambiental se hallan los elementos que permiten la reducción del consumo energético, que no solamente afectará positivamente al medio ambiente al disminuir los contaminantes que generan los autos particulares, sino también a la gente, aumentando la eficiencia de sus desplazamientos en términos de costo por viaje, ya que el modo menos eficiente para transportarse resulta ser el auto particular.

Finalmente, en la zona entre lo Social - Ambiental, se ubica la reducción de la contaminación atmosférica y del ruido debido a la disminución del uso de transporte motorizado privado que es el principal causante de la degradación de calidad ambiental.

Por otro lado, mediante el desarrollo económico, social y ambiental se apoya la gobernanza en cuanto a rendición de cuentas a través de la construcción de objetivos cuantificables (indicadores) que estén alineados con una visión de movilidad sustentable e incluidos en un plan orientado a desarrollo sustentable.

Todas estas interacciones entre los ejes de desarrollo sustentable conforman, a largo plazo, elementos que determinan, de forma bastante generalizada, las características de la calidad de vida de las personas, regiones y naciones.

### **CAPÍTULO 3. EL MODELO DE GESTIÓN DE LA ITU EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

En este apartado de la tesis se presenta la metodología necesaria para que a través de un modelo de gestión de la ITU se pueda apoyar el paradigma de movilidad sustentable. Sin embargo, antes de empezar con la metodología sería bueno aclarar lo que se requiere por parte de dicho modelo para solucionar la problemática anteriormente presentada.

En un primer nivel se requiere por parte del modelo la generación del suficiente conocimiento sobre el estado actual de la ITU y su entorno relacionado con los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público para que se puedan programar las acciones de intervención según el nuevo paradigma de movilidad en la Ciudad de México.

En un segundo nivel el modelo debe tomar en cuenta la existencia de comunicación, integración, y alineación de planes entre las distintas instituciones de gestión de dicha infraestructura, así como la consideración de la sociedad civil en el proceso de gestión de la ITU.

La metodología para que se pueda definir el modelo de gestión de la ITU se dividirá en cinco fases, las cuales se pueden apreciar en las siguientes líneas:

Fase 1. Construcción de modelo conceptual de gestión de la ITU. Es una fase esencial ya que demuestra el sistema de gestión como un holón, sus subsistemas, sus funciones y las relaciones entre ellos y con su entorno. Con otras palabras es la guía que muestra el funcionamiento, el rol y la consistencia del sistema.

Fase 2. Definición de los atributos de los elementos de la ITU y de su entorno urbano que se usarán en el sistema conducido. En esta fase se eligen los objetos geográficos con todos sus atributos que se van a tomar en cuenta en el momento de construcción del modelado relacional-conceptual de la base de datos.

Fase 3. Definición de las capas de información del SIG. Es la fase que sigue después de la construcción del modelado relacional-conceptual de la base de datos, para que se pueda construir el árbol temático de sus sub-categorías (temáticos, fundamentales, básicos) para su respectivo análisis y para la implementación de la base de datos (geodatabase) que permite el almacenamiento de información con referencias o coordenadas geográficas.

Fase 4. Marco institucional. En esta fase se explica quién es el que opera el modelo de gestión de la ITU, cuales son los roles de los recursos humanos del sistema y en general cuál es su organigrama al respecto.

Fase 5. Generación de los indicadores del monitoreo. En esta parte de la tesis se generan los indicadores que pueden evaluar la ITU y su entorno urbano en términos de cobertura, funcionalidad, a nivel de manzana. Estos indicadores forman parte del proceso de control que contiene el sistema para que se pueda adaptar con su entorno y son indicadores que en su conjunto se pueden combinar para generar un indicador global a nivel de AGEB (índice ponderado de calidad).

### 3.1) Fase 1. Construcción del modelo de gestión de la ITU

Debido a que el sistema de transporte se puede analizar como un sistema CLIOS donde contiene un sistema físico y un sistema político se eligió el enfoque cibernético para la construcción del modelo conceptual, ya que el sistema conducente es el equivalente al sistema político y el sistema conducido al sistema físico. Por lo tanto, el modelo propuesto en este trabajo de investigación se divide en dos partes: el sistema conducente y el sistema conducido (Figura 25).

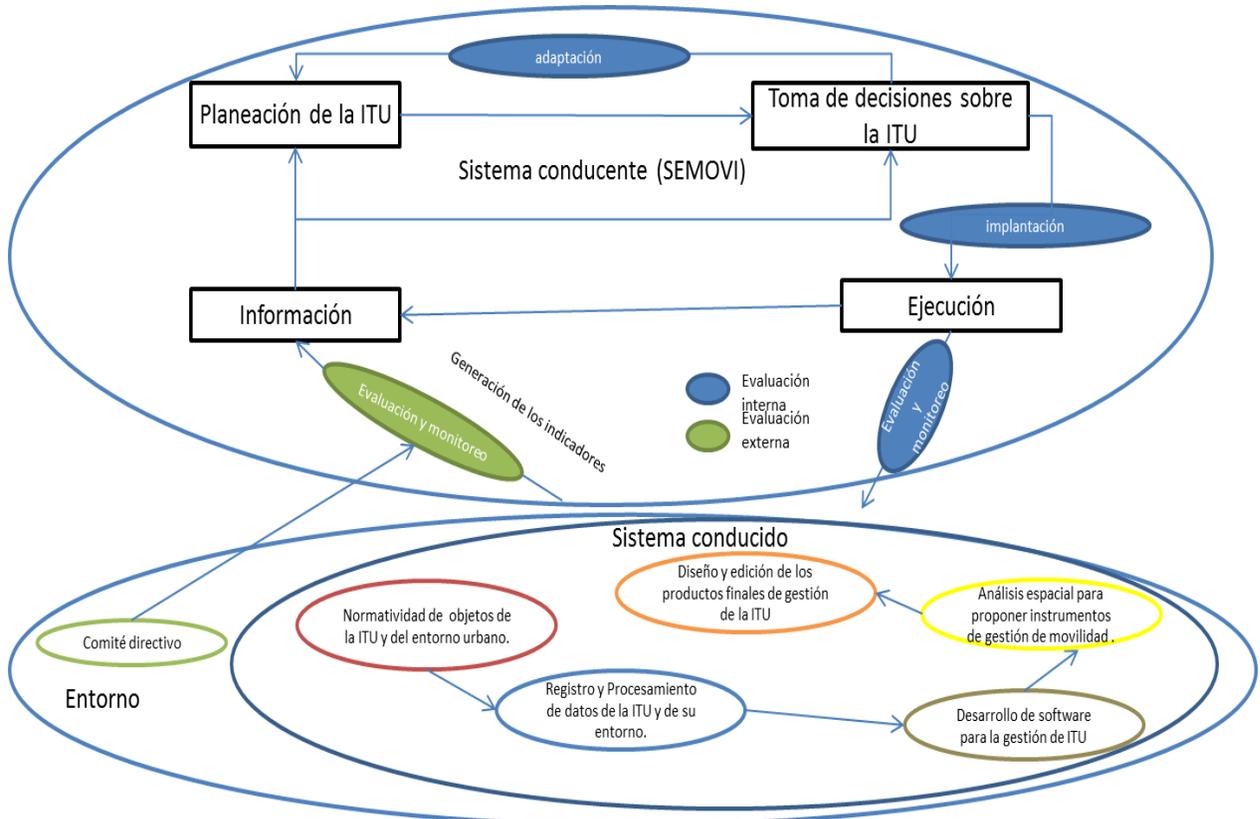


Figura 25. Modelo conceptual del sistema de gestión de la ITU. Elaboración propia.

#### Análisis del sistema conducido con sus subsistemas

El **sistema conducido** contiene cinco subsistemas, contiene el subsistema de **normatividad** el cual es el responsable para la construcción del modelado lógico-conceptual sobre el cual se basará la implementación de la base de datos así como el establecimiento de la norma de metadatos. También es responsable para establecer las reglas de cómo se deben manejar los datos, con qué criterio se van a elegir los objetos geográficos y cuáles serán sus atributos. El subsistema de **registro y procesamiento de datos** es el responsable para la captura, depuración e integración de los elementos relativos a componentes de:

- La ITU y de su entorno urbano.
- Los componentes geoestadísticos-sociodemográficos.
- Los datos del contexto físico-geográfico.

- Los componentes de redes por tipo de transporte.

Además este subsistema es responsable (cuando no hay suficiente cantidad de datos) de la realización de inspecciones viales y todo el trabajo que ellas incluyen, por ejemplo trabajo antes de ir al sitio, en campo y de gabinete, además contiene todas las actividades necesarias para el procesamiento de los datos y la estructuración de la base de datos, normalización, transformación de los datos a una forma espacial o georeferenciada para que luego puedan formar parte de la geodatabase. Finalmente, el subsistema de procesamiento de datos es responsable para la integración de las capas de datos en un SIG y su representación temática.

El subsistema del **desarrollo** es el responsable para la implementación de la base de datos, la generación de los diccionarios de datos, metadatos, simbología y la publicación de las capas de datos en el servidor geoespacial.

El subsistema de **análisis espacial** es el responsable para evaluar los resultados generados por el subsistema de procesamiento de datos (diagnóstico-inventario) en cuanto a cobertura y funcionalidad de los elementos de la ITU y su entorno relacionados con los modos sustentables de transporte, para que luego pueda estructurar unas propuestas de gestión de la ITU que apoyarán las políticas y líneas de acción establecidas por parte del subsistema de planeación y toma de decisiones hacia una movilidad sustentable.

El último subsistema es el de **diseño-edición y medios** que tiene como objetivo la presentación de todos los entregables finales a nivel estético y funcional, así como procesos editoriales, en el caso de documentación y de usabilidad en lo referente a aplicaciones interactivas Web o de escritorio.

Además, el subsistema de diseño y medios es responsable para atender necesidades enfocadas hacia la comunicación con la sociedad civil, así como con las otras instituciones, por lo tanto abarca un gran grupo de actividades como: instalar canales de participación entre sociedad-gobierno a través de espacios y vínculos sistematizados, difundir cada etapa del plan a través de información sencilla y accesible, proporcionar información a la sociedad civil sobre el proceso de participación y la elaboración del PIM, exponer periódicamente los resultados del PIM (reportes, manuales, mapas etc.) en cuanto a la ITU y su entorno a la sociedad civil y a otras instituciones gubernamentales para fortalecer la aceptación pública del plan.

### **Análisis del Sistema Conducente y sus subsistemas**

Para no saturar la Figura 25 se hará una descomposición de los cuatro subsistemas que contiene el sistema conducente y luego también se mostrará el comité directivo con sus componentes. Primero se presentarán los cuatro subsistemas del sistema conducente, los cuales son los siguientes:

El subsistema de **Información**, tiene el objetivo de proporcionar una representación del sistema conducido, que se logra a través de una captación sistemática de los datos relevantes, por medio de procedimientos específicos de comunicación (Gelman, 1996). La información se comunica, se concentra y se procesa para obtener los indicadores deseados por parte del comité directivo. Por lo tanto es necesario el establecimiento de un

canal de comunicación sistematizado con el entorno a través de una célula de vigilancia que considera temas como: La revisión de distintas técnicas geotecnológicas para la recopilación de los datos de los objetos de la ITU, revisión de estrategias de movilidad y accesibilidad a nivel nacional e internacional, diseño de propuestas con posibles métodos de participación entre institución y sociedad civil, establecimiento de los responsables para el proceso de comunicación entre institución-sociedad civil y las formas de contacto-colaboración entre sí, generación de información relevante sobre el proceso de participación y elaboración del PIM, diseño de propuestas sobre la promoción del PIM, generación de información sobre los efectos-resultados de dicho plan para fortalecer su aceptación pública. Finalmente, el subsistema de información es el responsable para el establecimiento de las normas de seguridad sobre el manejo de información.

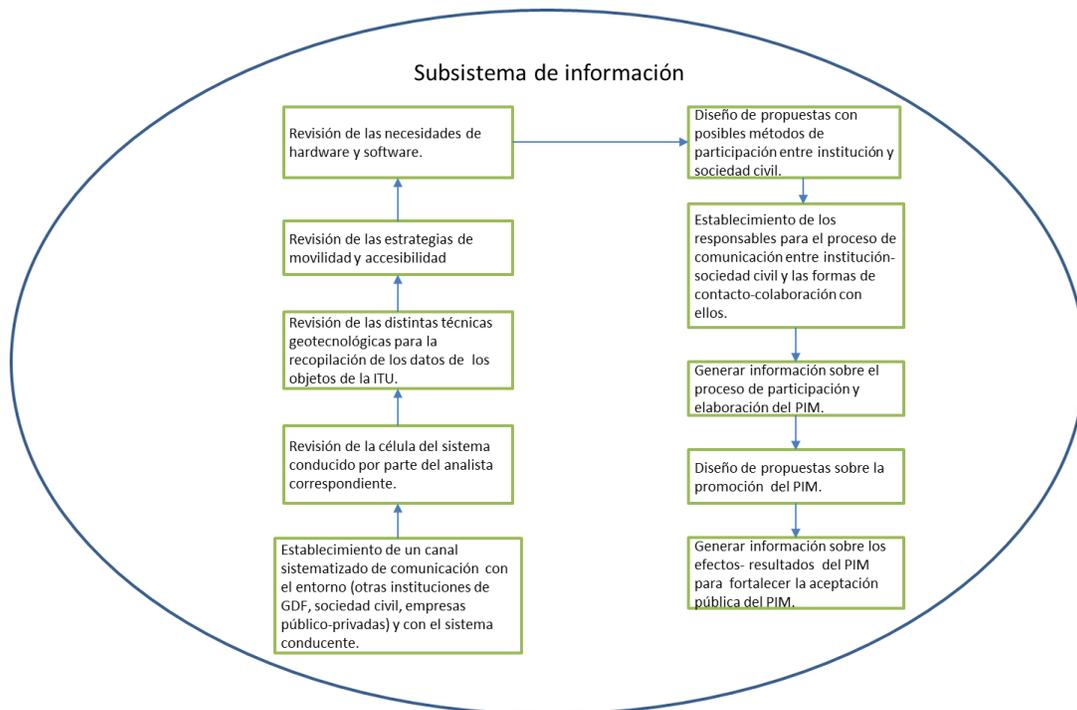


Figura 26. El subsistema de información. Elaboración propia.

El subsistema de **planeación** de la ITU, es el subsistema que sirve de herramienta al tomador de decisiones para determinar las políticas y estrategias (a través de los planes), así como para seleccionar las acciones inmediatas, a mediano y a largo plazo para el cumplimiento de los objetivos del sistema. De esta forma, la planeación constituye un proceso que prevee las consecuencias de las acciones actuales y futuras, y define los objetivos del cambio, desarrollando principios y políticas para seleccionar las acciones adecuadas, a la vez que forman líneas de acción para la mejor transformación del sistema bajo ciertos criterios y restricciones (Gelman, 1996). La planeación puede verse como un componente para la identificación y solución de problemas que consta de las siguientes cuatro fases: a) diagnóstico, b) prescripción, c) instrumentación y d) control (Figura 28).

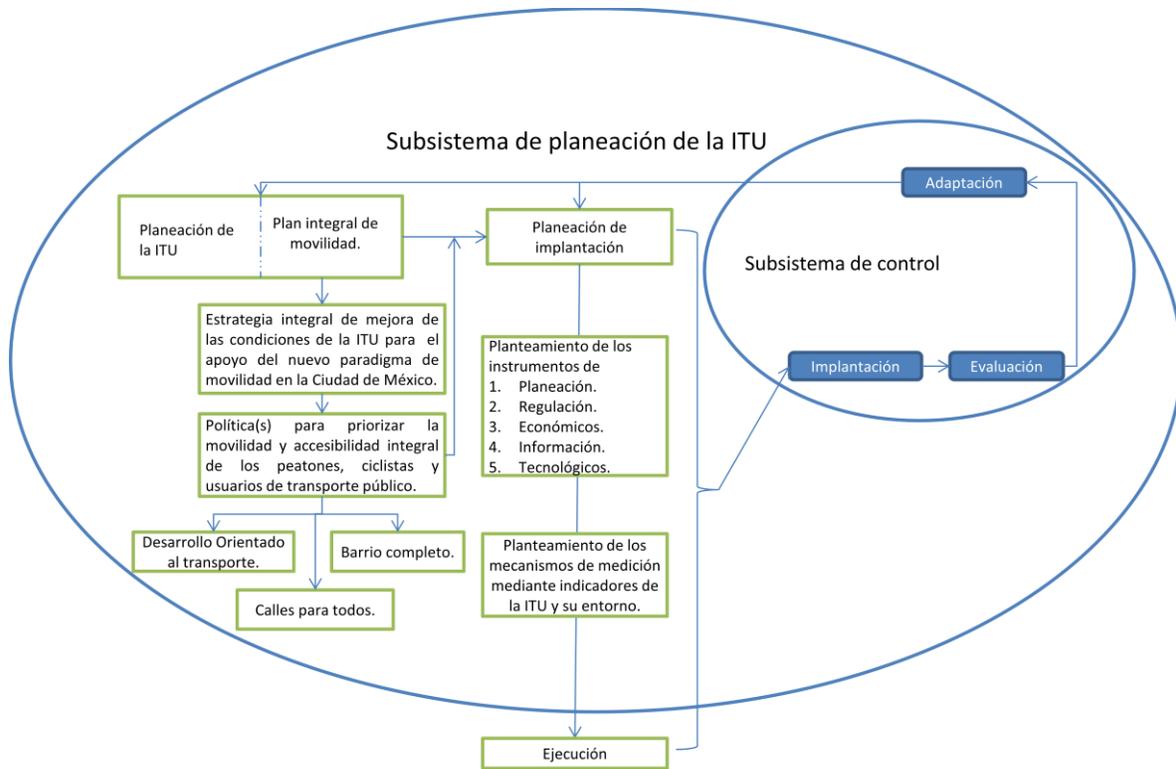


Figura 27. El subsistema de planeación. Elaboración propia

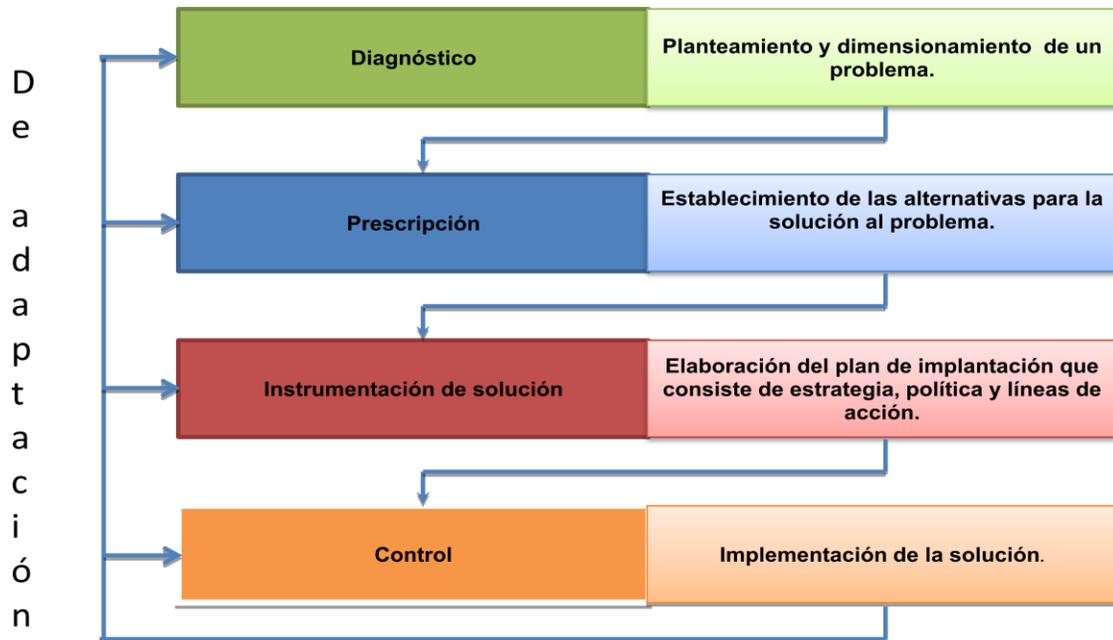


Figura 28. Las cuatro fases del proceso de planeación. Elaboración propia.

El subsistema de **toma de decisiones**, es un proceso de selección de alternativas de acción (decisor) para optimizar el funcionamiento del sistema o hacer que éste siga una ruta que lleve al cumplimiento de los objetivos establecidos por la planeación y por los parámetros normativos (Gelman, 1996).

Dicho subsistema se especifica a través de dos aspectos, primero se actúa según el momento presente y el futuro cercano, sus problemas son los que surgen en el tiempo. No se presentan en los objetivos ni se toman en cuenta los orígenes y fines del sistema de forma explícita, sino que son considerados como dados a través de la experiencia, intuición e información que tiene el tomador de decisiones (Gelman y Negroe, 1982).

El segundo de los aspectos que de alguna manera se desvincula de las acciones inmediatas que requiere el sistema en su totalidad se orienta hacia la construcción de objetivos y su logro a largo plazo tratando de obtener soluciones integrales. Este tipo de toma de decisiones debe basarse en un proceso de previsión de actividades futuras y contar con un proceso de conducción para lo cual se requiere identificar y evaluar los caminos desde un punto de vista de factibilidad en cuanto a la existencia de recursos, limitaciones etc. (Gelman y Negroe, 1982).

Se forma así una función básica denominada planeación que apoya la toma de decisiones al proporcionar un marco de referencia y criterios para seleccionar soluciones de corto, mediano y largo plazo a los problemas presentados (Gelman y Negroe, 1982).

De una manera más específica el sub-sistema de toma de decisiones de la ITU tiene como objetivo elegir el plan adecuado que consiste en estrategia(s), políticas y líneas de acción, para que luego dicho plan y consecuentemente la estrategia de gestión de la ITU pueda pasar a un nivel operativo. En este nivel operativo el subsistema de toma de decisiones es el responsable para:

1. El establecimiento de las relaciones-asociaciones público-privadas.
2. La elección del método de participación ciudadana-difusión.
3. La selección de los instrumentos necesarios para la aplicación de la estrategia integral necesaria para gestionar la ITU hacia una movilidad sustentable.
4. El establecimiento de los requerimientos del sistema en términos de hardware y software.
5. La decisión sobre las líneas de acción necesarias para aterrizar la estrategia a nivel operativo.

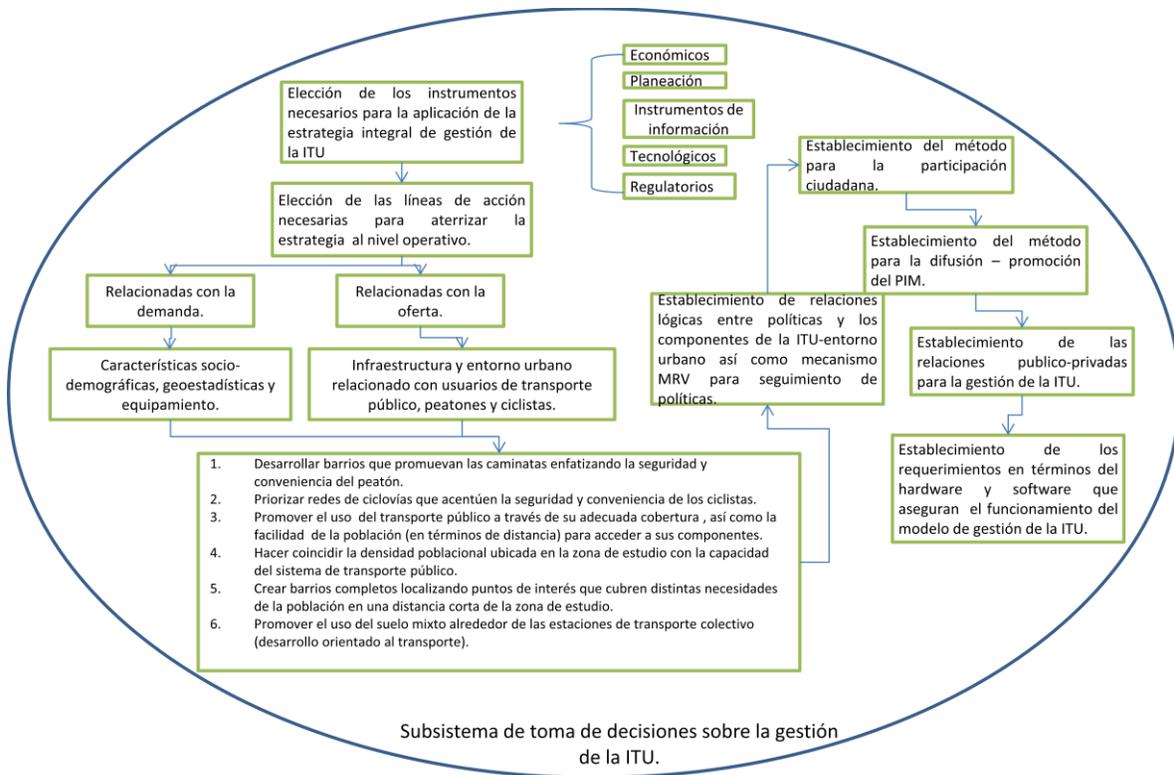


Figura 29. El subsistema de toma de decisiones. Elaboración propia.

El subsistema de **ejecución** es el subsistema que refleja las decisiones por parte del subsistema de planeación - toma de decisiones y contiene todas esas funciones que aseguran el funcionamiento correcto del sistema conducido para que el último pueda proporcionar al sistema conducente toda la información necesaria para el logro de los objetivos. Las partes del subsistema de ejecución tienen varios colores porque se asocian a las distintas partes que componen el sistema conducido (véase Figura 25). De esa manera las acciones de color rojo se asocian al subsistema de normatividad, las de color azul al subsistema de registro y procesamiento de datos, las de color gris al subsistema de desarrollo, las de color amarillo al subsistema de análisis espacial y finalmente las de color naranja al subsistema de imagen-edición y medios.

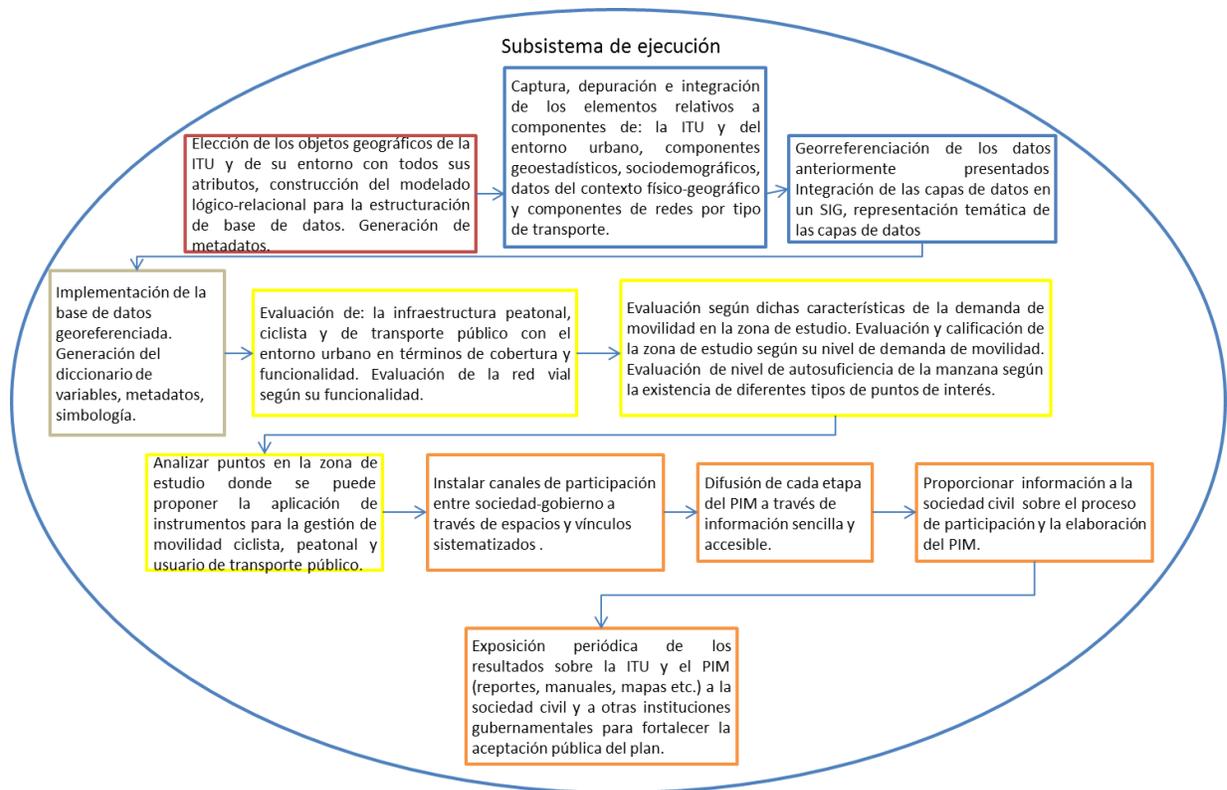


Figura 30. El subsistema de ejecución. Elaboración propia.

### Análisis del subsistema comité directivo con sus participantes

En el entorno que rodea el sistema conducido en su totalidad está el **comité directivo** que contiene muchos componentes desde el Gobierno de la Ciudad de México (GCDMX) hasta la sociedad civil con el objetivo de asegurar transparencia, participación, integración y monitoreo realmente robusto para que se eviten fenómenos de corrupción y alteración de los resultados.

El subsistema de comité directivo es responsable de monitorear y evaluar los resultados del sistema conducido, para que se puedan establecer los indicadores de monitoreo que al principio sirven para generar el diagnóstico y su línea base que en realidad refleja cual es la situación actual.

Adicionalmente, los indicadores anteriormente mencionados sirven para evidenciar su desempeño mediante estrategias, políticas y líneas de acción que forman parte del PIM para apoyar el paradigma de movilidad sustentable mediante la gestión de la ITU-entorno urbano, y para verificar si se han logrado los objetivos establecidos en el subsistema de planeación. El subsistema de comité directivo es el encargado de la existencia de planes integrales de gestión de la ITU y la participación de la sociedad civil en el proceso de gestión.

En este subsistema se decide que elementos de la ITU y su entorno se deben registrar para ayudar al paradigma de movilidad sustentable, cada cuando se deben monitorear y hacer las verificaciones y por supuesto, de quienes, para evitar traslape de actividades. Además, en el mismo subsistema se define la norma para la generación de metadatos para facilitar la comunicación entre las instituciones y la interoperabilidad entre sus sistemas.

Por lo tanto, el subsistema comité directivo, para la Gestión de la ITU de la CDMX debería contener al menos los siguientes participantes:

- **Un Agente del GCDMX**, porque es el mando superior de la ciudad de México
- **Un Agente de la AGU** porque a través de ella se pueden coordinar las instituciones encargadas de la gestión de la ITU no solamente en términos del transporte (SEMOVI, SOBSE) sino en términos del desarrollo urbano y medio ambiente (SMA y SEDUVI), para que haya una armonía e integración entre los planes del desarrollo urbano, de medio ambiente y del transporte.
- **Unos Agentes por parte de las autoridades delegacionales** porque son responsables de las redes viales secundarias y terciarias con toda la infraestructura que contienen.
- **Unos Agentes de la SSP** para que puedan informar sobre aspectos de seguridad y hacer cumplir la mayoría de normas establecidas por la SEMOVI en materia de control vial.
- **Unos Agentes por parte de la Secretaría de Finanzas** a través de la cual se puede dar apoyo económico para que se puedan implementar todas las acciones relacionadas con el establecimiento de los indicadores de monitoreo.

La AGU puede permitir la participación de la sociedad civil a través de los métodos de participación-comunicación que tiene para que se pueda generar un mecanismo de co-gestión, donde la opinión de la sociedad civil se tomará en cuenta para la construcción de los indicadores sobre los cuales se basará el plan de intervención cuando sea necesario.

En la Figura 31 se pueden apreciar cuales elementos de la sociedad civil se pueden tomar en cuenta dentro del contexto de co-gestión. Dichos elementos son los que se enlistan a continuación:

- ❖ Los agentes de las entidades académicas en conjunto con los agentes de las organizaciones no gubernamentales son muy importantes porque a través de ellos se pueden proporcionar alternativas y así generar nuevas maneras para gestionar la ITU (innovación).
- ❖ Los agentes de las empresas constructoras de la ITU pueden también apoyar mediante propuestas, cómo llevar a cabo las asociaciones público-privadas.
- ❖ Las comunidades vecinales afectadas por el estado actual de la ITU con sus representantes pueden proporcionar información útil sobre puntos de conflicto afectando su vida cotidiana y así orientar la gestión de la ITU hacia la dirección correcta.
- ❖ Las empresas privadas de transporte pueden compartir conocimiento para la promoción del uso de vehículos de nueva tecnología protegiendo de esa manera el medio ambiente.

- ❖ Finalmente, parte de la sociedad civil pueden fungir como agentes de las empresas verificadoras y proponer maneras de verificación de los indicadores ya implementados, evitando de esa manera problemas de corrupción.

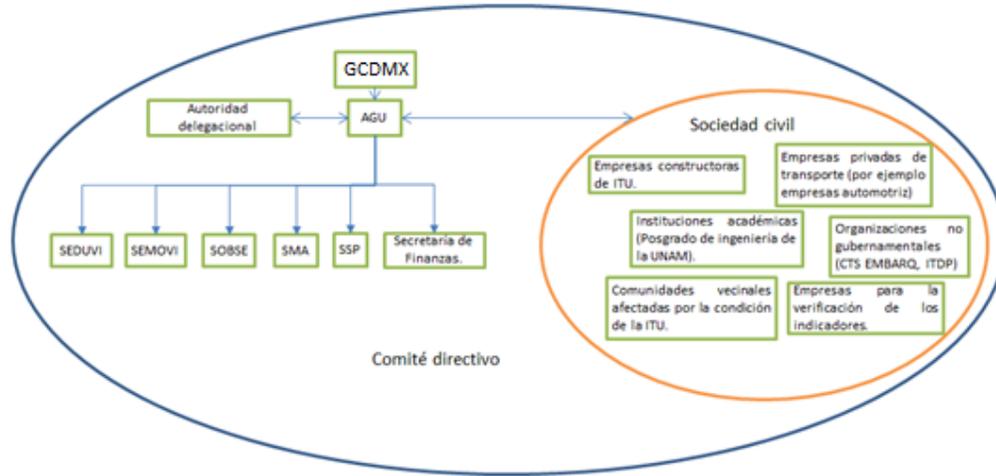


Figura 31. El subsistema del comité directivo. Elaboración propia.

### Las tres funciones de control representadas como diagramas de flujo

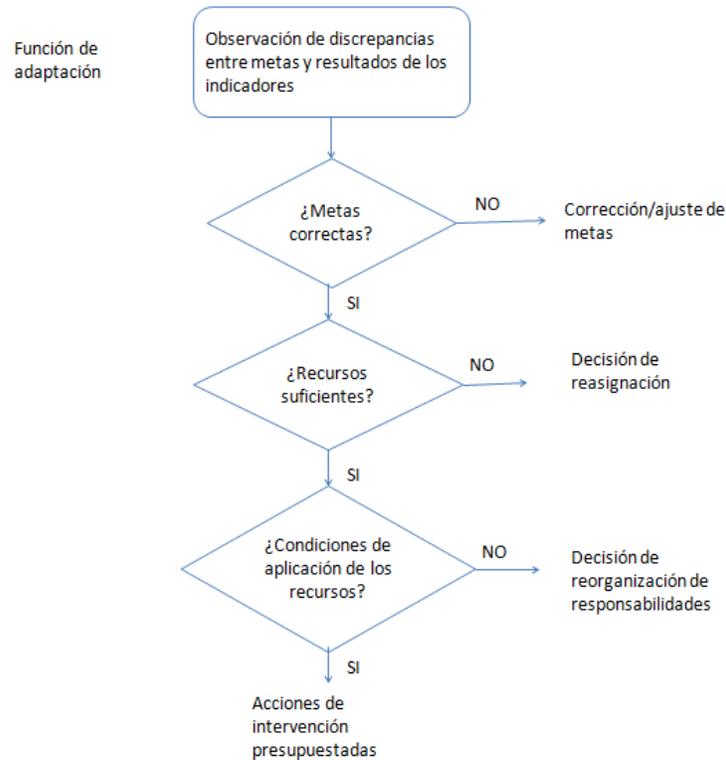


Figura 32. La función de adaptación como diagrama de flujo. Elaboración propia

La función de adaptación tiene como objetivo la neutralización de las discrepancias entre los resultados presentados a través de los indicadores y las metas preestablecidas, por lo tanto a través de ésta función el sistema se tiene que adaptar para lograr las metas y respectivamente los objetivos establecidos. El subsistema de adaptación contiene unos componentes de control a través de unas condiciones (¿metas correctas?, ¿recursos suficientes?, ¿condiciones de aplicación de los recursos?) que muestran cómo se va a comportar el sistema hasta llegar al establecimiento de las acciones de intervención presupuestadas.

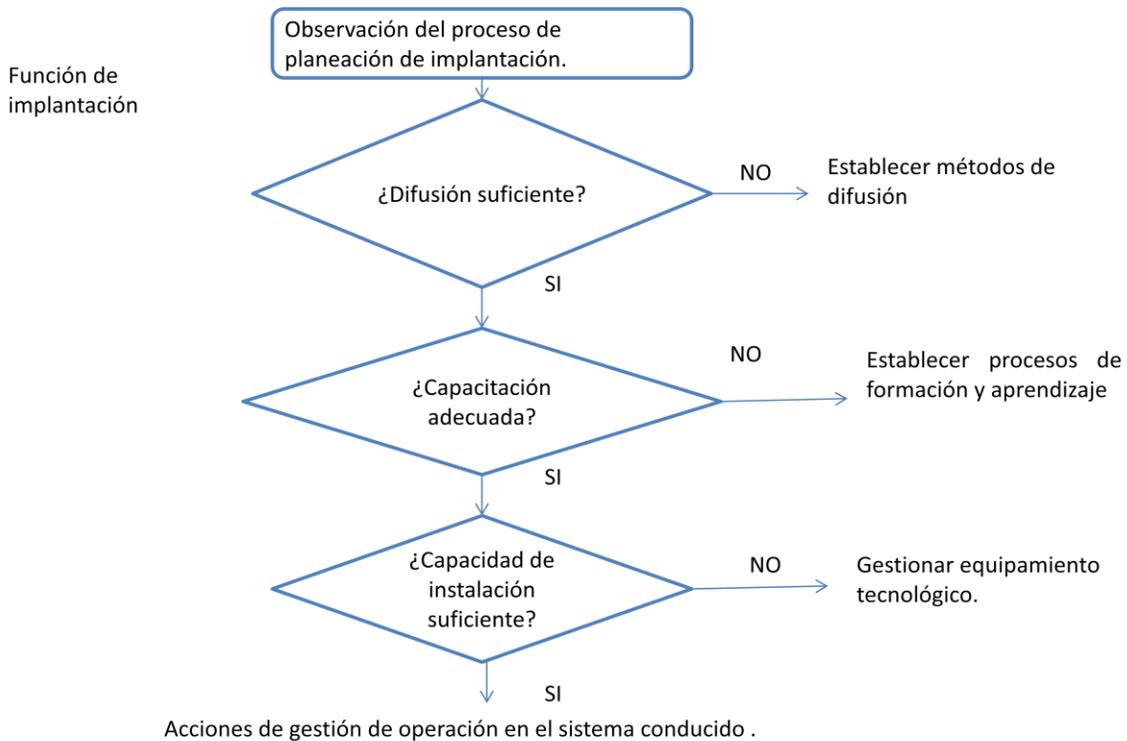


Figura 33. La función de implantación como diagrama de flujo. Elaboración propia.

La función de implantación (o planeación de implantación) tiene como objetivo la transición armónica de la anterior manera de gestionar la ITU a la nueva propuesta, que contiene temas de geotecnología y de enfoque cibernético, haciendo por lo tanto indispensable establecer procesos de difusión y capacitación que permitan amortiguar posible resistencia al cambio, presentándola como una medida que mejora la calidad de servicio y las capacidades de las personas involucradas. Finalmente la función de implantación considera temas como la instalación de nuevo equipo necesario para el funcionamiento del sistema conducido (en términos de hardware y software).

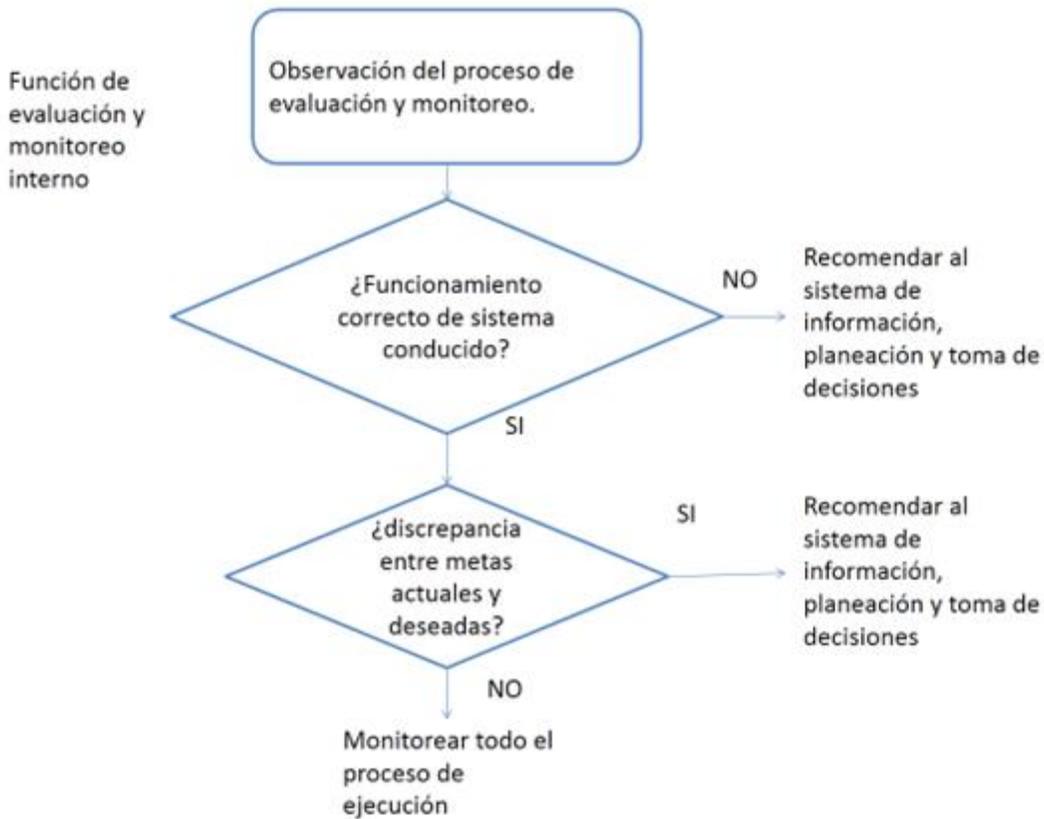


Figura 34. La función de evaluación y monitoreo interno como diagrama del flujo. Elaboración propia.

La función de evaluación y monitoreo tiene como propósito la detección de discrepancia entre las metas actuales y deseadas y la evaluación y monitoreo del comportamiento del sistema conducido en todo el proceso de operación. También la función de evaluación y monitoreo es responsable para recomendar a los subsistemas de información, planeación y el de toma de decisiones sobre la necesidad de cambios cuando se necesiten a través de función de adaptación.

Sin embargo, hay una función de evaluación y monitoreo externo que tiene como propósito la evaluación de los resultados del sistema conducido, cuando los resultados de la evaluación no son satisfactorios la función de la evaluación y monitoreo externo es responsable de avisar el sistema conducente sobre contramedidas integrales para que los resultados sean satisfactorios. Cuando hay cumplimiento en cuanto a las políticas de calles para todos, movilidad balanceada, barrio completo y Desarrollo Orientado al Transporte (DOT) la función de evaluación y monitoreo es responsable de avisar al sistema conducente sobre los nuevos acuerdos que pueden guiar hacia nuevas políticas-líneas de acción o simplemente fortalecer las existentes a través de la inclusión de nuevos indicadores (componentes de la ITU y de su entorno). La función de evaluación y monitoreo externo se puede apreciar en la Figura 35.

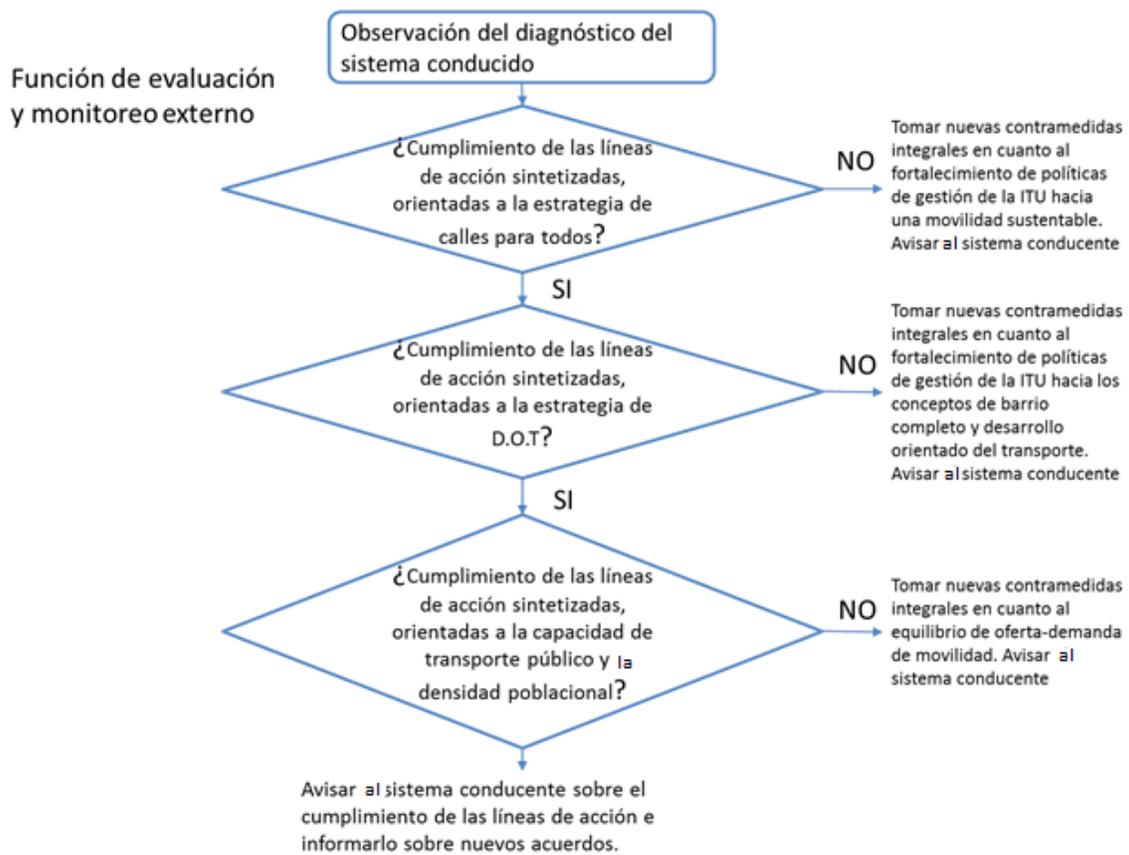


Figura 35. La función de evaluación y monitoreo externo como un sistema. Elaboración propia.

Ahora que se ha presentado el modelo sistémico de gestión de la ITU-entorno urbano con todos sus componentes-subsistemas y sus funciones de control ya podemos presentar mediante la Figura 36 su funcionamiento a través de un diagrama del flujo.

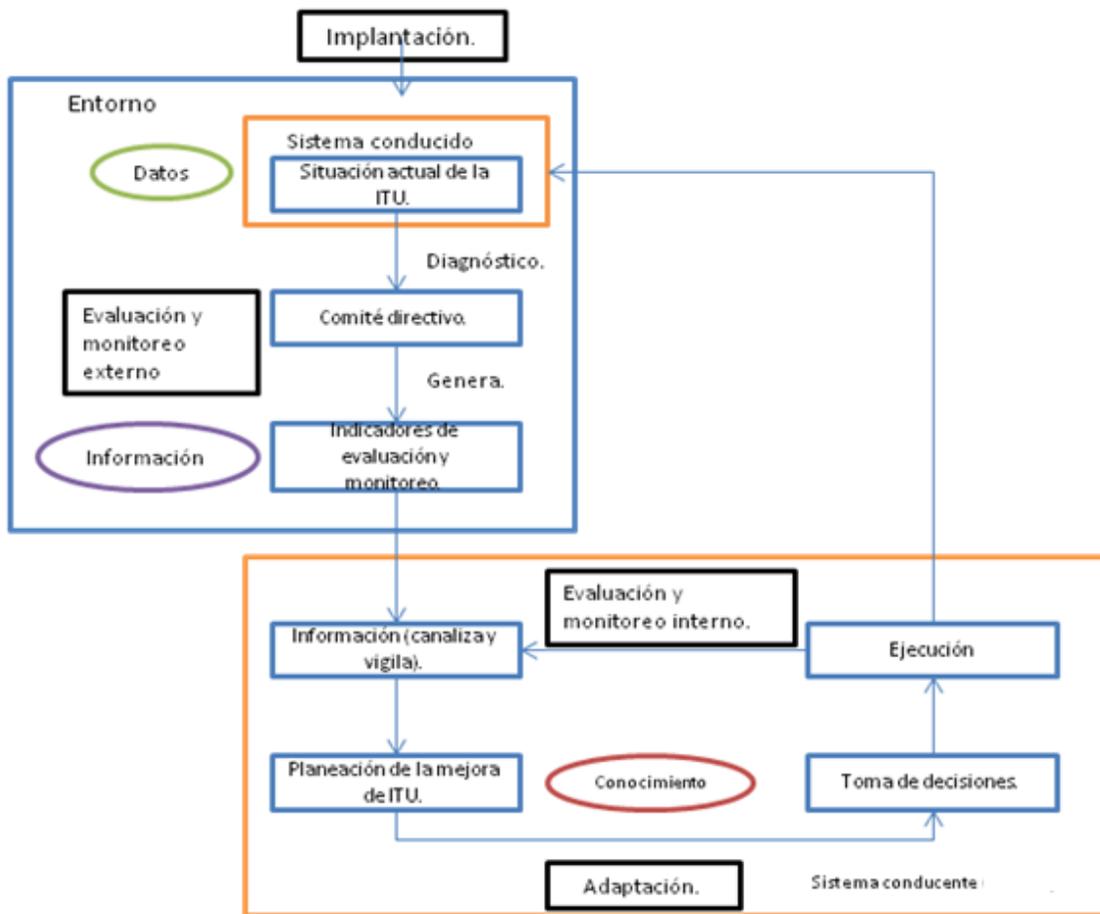


Figura 36. Diagrama del flujo que representa el funcionamiento del modelo sistémico para la gestión de la ITU-entorno urbano. Elaboración propia.

### 3.2) Fase 2. Definición de los objetos de la ITU y del entorno urbano

Ahora que el modelo de gestión se ha presentado con todos sus subsistemas, interacciones y funciones se identifican y definen los objetos de la ITU con sus atributos para que se puedan recopilar sus datos, que posteriormente servirán para la generación de los indicadores necesarios para la gestión de dicha infraestructura.

Los objetos que han sido seleccionados según la acotación de movilidad sustentable (peatones, ciclistas, usuarios de transporte público) se pueden ver en la siguiente figura.

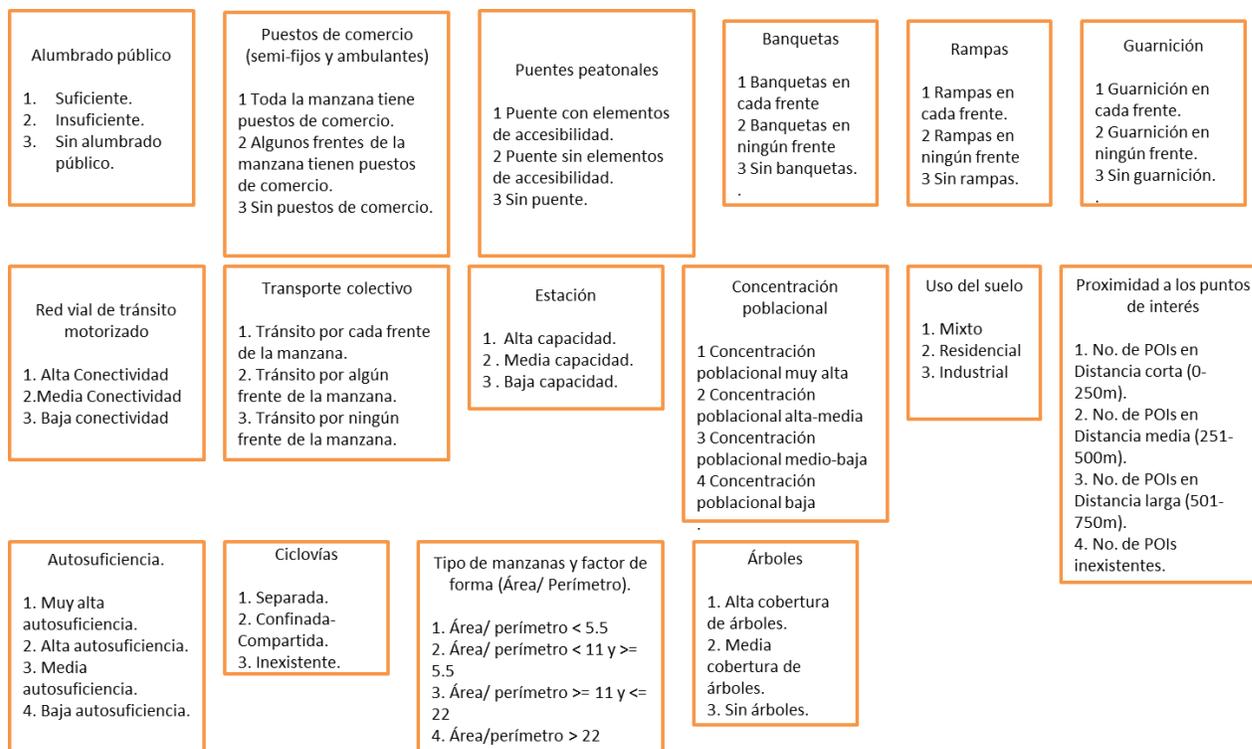


Figura 37. Los objetos geográficos que se tomarán en cuenta y sus atributos. Elaboración propia

### 3.3) Fase 3. Definición de las capas de datos

Para ésta fase se van a usar los objetos de la ITU y del entorno urbano con sus atributos definidos en la fase dos de la metodología, y así se va a diseñar el modelado conceptual que contiene el modelo de los objetos de la ITU y del entorno urbano, el diccionario de los datos (Anexo A2) y la norma de metadatos de INEGI que asegura el tratamiento correcto de los datos de acuerdo con el estándar ISO 19115 (Anexo A4). Después se construirá el modelado lógico que contiene el modelo relacional correspondiente a los objetos geográficos anteriormente definidos. Finalmente está el modelado físico con todas las acciones que consideran la implementación (construcción) y manejo de la base de datos a través de las herramientas Postgre SQL y Post GIS. Todo este proceso se puede apreciar en la siguiente figura:

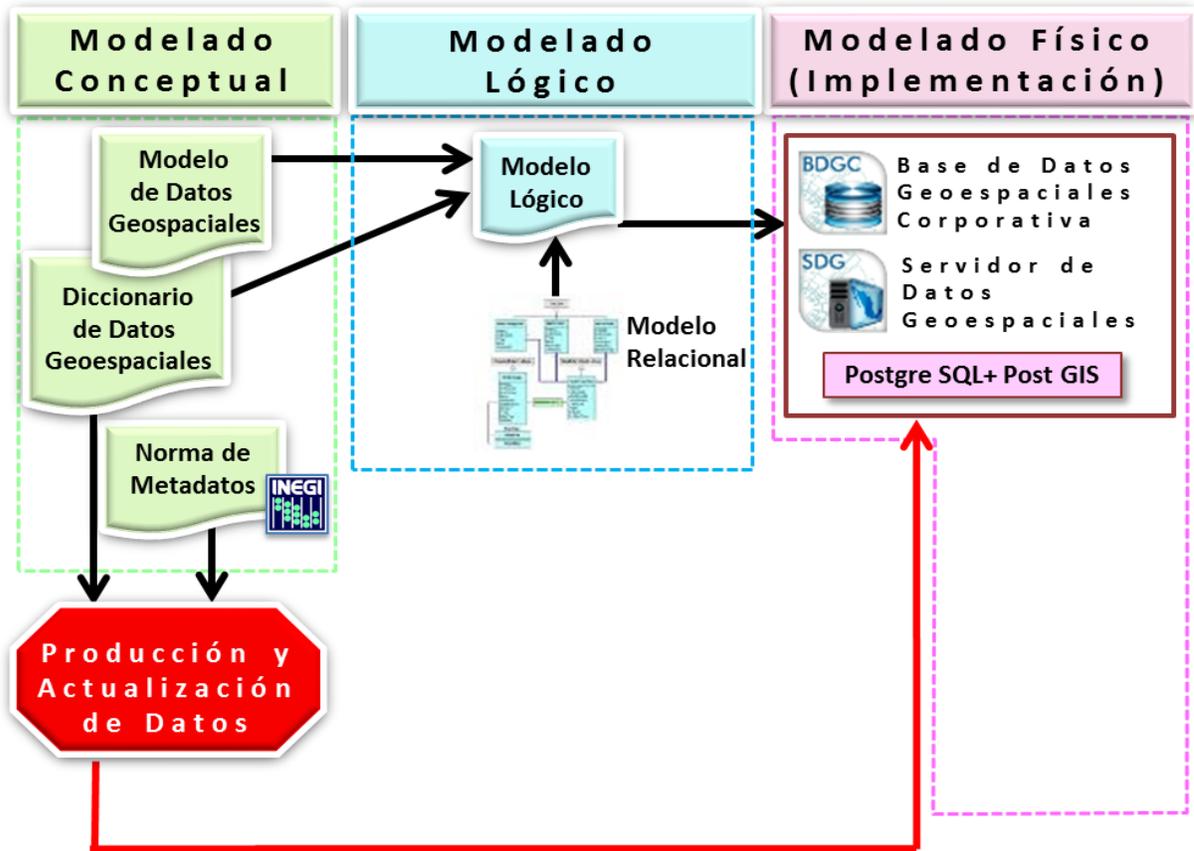


Figura 38. El proceso del diseño hasta la construcción de una base de datos con los objetos de la ITU y del entorno urbano. Elaboración propia basada en (Olvera y GITS, 2013).

En éste momento se debe aclarar que a través de éste trabajo de investigación nos vamos a enfocar sólo a los dos primeros pasos (modelado lógico y conceptual) que son los más demandantes y esenciales para la definición de las capas de información, debido a que el tercer paso (modelado físico) es fundamentalmente técnico, relativamente sencillo (aunque necesita mucho tiempo) y sigue después que se hayan definido las capas de datos con los cuales se construirá la base de datos.

El modelado lógico-conceptual se divide en tres dominios: el dominio de los usuarios del transporte público que contiene los respectivos objetos geográficos, el dominio geoestadístico y socioeconómico con sus objetos y, el correspondiente a la infraestructura y su respectivo entorno urbano.

Figura 39. Modelado lógico-conceptual. Elaboración propia.

Además, los datos se pueden dividir en tres grandes grupos. Primero **los datos fundamentales**, sobre los cuales se basan los otros datos, es decir sin ellos no podían existir los otros grupos de datos, por ejemplo sin las vías para el flujo motorizado no podrían existir banquetas, ciclovías, puentes peatonales etc. También existen **los datos básicos** los cuales ofrecen la oportunidad de entender la situación actual de la ITU y su entorno. El tercer grupo corresponde a **los datos temáticos** relacionados con la movilidad de los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público. Éste tercer grupo de datos necesita un mayor grado de análisis para generarse, un ejemplo de éste tipo de datos podría ser, un indicador de proximidad a los puntos de interés a nivel manzana. Este se crea indicando el número y la distancia a la que se encuentran los puntos de interés alrededor de una manzana. En la siguiente figura se pueden ver los tres grupos de datos que van a conformar las capas de los datos de la ITU y su entorno urbano.

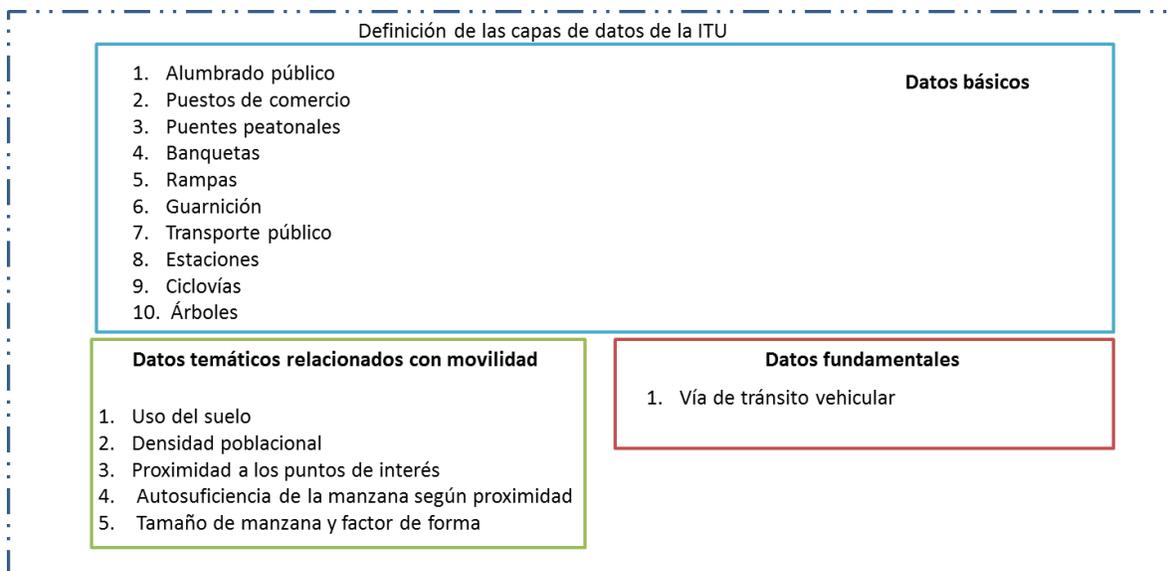


Figura 40. Los tres tipos de capas de datos de la ITU y su entorno. Elaboración propia.

### 3.4) Fase 4. Estructura organizacional del modelo de gestión de la ITU

El concepto “estructura organizacional” es relativamente reciente, ya que surgió durante la Revolución Industrial, que propició el crecimiento de algunas industrias y, con ello, el cambio en la forma de organizarlas, pues como ya no era posible su administración a través de una sola persona se establecieron áreas específicas tales como: compras, ventas, producción, administración, etc. Esto ocurrió de manera empírica hasta que Frederick W. Taylor junto con sus seguidores, a principios del siglo pasado, crearon el conjunto de principios, que se conocen como Administración Científica, tales como: la delimitación clara de la autoridad y responsabilidad, la separación de la planeación de la operación y la organización funcional, entre otros (Kast y Rosenzweig, 1999), lo que constituyó la base para el diseño y establecimiento de estructuras organizacionales.

Posteriormente, Henri Fayol desarrolló (Alberns, 1987) lo que se conoce como proceso administrativo del cual, han surgido diferentes versiones, pero todas contienen una etapa de organización (que es el proceso de ordenar). El resultado de esta etapa es una estructura organizacional definida que también implica mantenerla, mejorarla y viceversa.

Ackoff sostiene que “la estructura de una organización es la manera en que su trabajo está dividido (cómo se asignan las responsabilidades) y cómo estas actividades separadas se coordinan y se integran (cómo se distribuye la autoridad). Las estructuras convencionales generalmente se representan en un diagrama que consiste en cuadros y líneas de conexión. En ellos se muestra quién tiene la responsabilidad de qué y quién tiene autoridad sobre quién” (Castillo, 2014).

Stoner menciona que la estructura organizacional “es un marco que preparan los gerentes para dividir y coordinar las actividades de los miembros de una organización” (Castillo, 2014).

Así, la estructura organizacional constituye una herramienta a través de la cual se pueden determinar las responsabilidades, funciones y relaciones de las diferentes células de trabajo y consecuentemente, de las personas que ocupan estas células, que forman parte de una institución. La estructura organizacional incluye las relaciones de coordinación, producción, administración, análisis, información e integración entre estos puestos y campos de su ubicación como se puede apreciar en la siguiente figura.

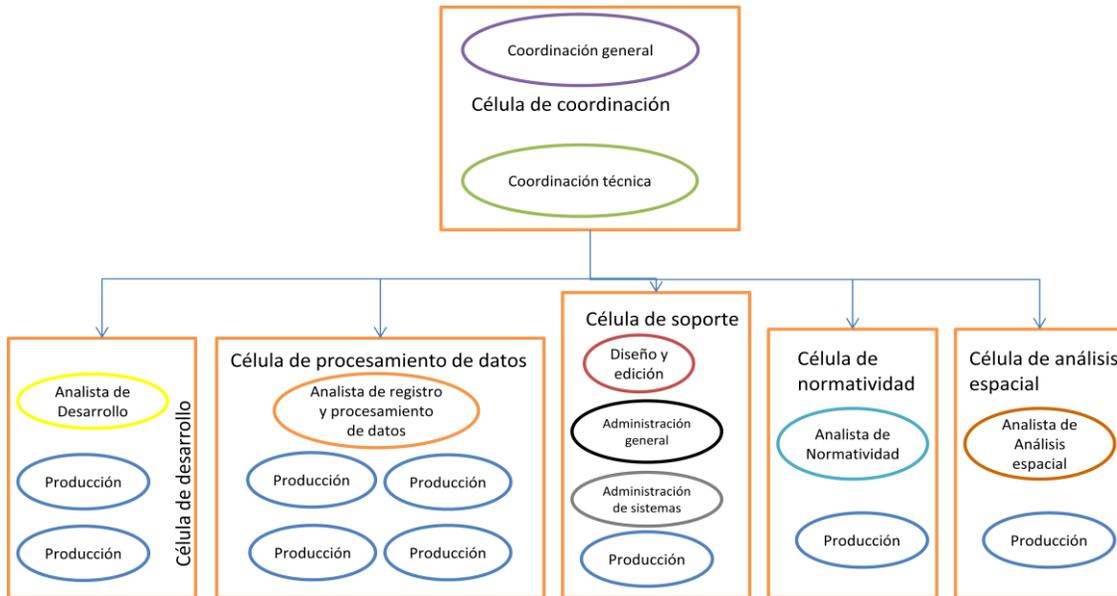


Figura 41. El organigrama de las células del modelo de gestión de la ITU. Elaboración propia.

En las siguientes líneas se pueden visualizar las funciones que tiene cada uno de los participantes vistos en la Figura 41 según su rol así como su ubicación en el sistema de gestión de la ITU y de su entorno.

1. Administrador de sistemas (información y ejecución), que tiene como objetivo el soporte, el mantenimiento de la infraestructura de los sistemas y los servicios relacionados con el servidor de datos.
2. Administrador general (planeación), que tiene como objetivo la gestión, planeación, estimación y seguimiento financiero de los proyectos para que se pueda cumplir el objetivo general.
3. Coordinador (planeación y toma de decisiones), es el líder del sistema, es el que toma las decisiones y es el que tiene como objetivo animar a los otros participantes en el sistema, haciendo su labor más fácil a través de la existencia de comunicación y transparencia para que el sistema en su totalidad pueda lograr sus objetivos.
4. Coordinador técnico (ejecución, planeación), es el responsable de que todo funcione bien en el sistema conducido, es quien supervisa, verifica y aprueba los productos finales antes de presentarlos al coordinador general. También es responsable de la coordinación de cursos, seminarios, diplomados tanto internos como externos cuando éstos sean necesarios para la capacitación del personal.

5. Analistas (subsistema de información) (líderes de las células): fungen como líderes de los subsistemas (procesamiento de datos, normatividad, desarrollo del software, diseño y medios, análisis espacial etc.).
6. Diseñador (información, sistema conducido) que tiene como responsabilidad el desarrollo de soluciones de comunicación gráfica y ordenamiento visual de carácter editorial, corporativo, multimedia y web.
7. Productores (sistema conducido) que son las personas que pertenecen a los subsistemas de desarrollo de software, inspecciones viales y normatividad que tienen como objetivo la generación del resultado final en forma de mapas, reportes, manuales, metadatos etc.

### **3.5) Fase 5. Generación de los indicadores de monitoreo y del índice global**

En ésta fase de la tesis se generarán los indicadores necesarios (indicadores específicos-puntuales) para que se pueda proporcionar no solamente seguimiento y monitoreo a las líneas de acción orientadas hacia la mejora de movilidad peatonal, ciclista, usuario de transporte público, sino una herramienta de rendición de cuentas por parte de las autoridades mediante la generación de un indicador sintetizado (indicador global).

Los indicadores que se van a generar, estarán alineados con el Plan Integral de Movilidad (PIM) que presentó SEMOVI en el nuevo paradigma de movilidad en la Ciudad de México, estos indicadores se unirán para generar un indicador global que será el de calidad de movilidad urbana.

El indicador de calidad de movilidad urbana es un índice ponderado que permitirá evaluar la movilidad urbana de un AGEB de acuerdo con la información obtenida de las manzanas que lo conforman.

Dicho indicador global pretende considerar aquellos elementos de la ITU junto con atributos espacio-demográficos que sean medibles con datos públicos alrededor de una manzana y que tienen que ver con la movilidad peatonal, ciclista y usuario de transporte público por ello se puede apreciar que dentro de los indicadores seleccionados no existen solamente componentes de la ITU (alumbrado público, banquetas etc.) si no características espacio-demográficas (concentración poblacional, uso de suelo) y de su entorno urbano (proximidad a los puntos de interés, árboles etc.).

Finalmente, cabe mencionar que la característica “global” no hace referencia a un alcance de carácter geográfico, si no a que para su construcción se necesita la combinación de varios indicadores específicos.

## Datos de Partida.

Para este trabajo de investigación se requiere la siguiente colección de datos:

- Los datos abiertos de la CDMX y específicamente los de la SOBSE para tener todos aquellos datos relacionados con vialidades y los puentes peatonales y ciclovías en CDMX.
- Los datos relacionados con los programas delegacionales de desarrollo urbano que provienen de SEDUVI junto con su plan de divulgación para poder identificar el tipo del uso del suelo predominante por cada manzana que puede afectar el patrón de movilidad de acuerdo con el horario de demanda de desplazamiento.
- Los datos del INEGI y más específicamente del censo de población y vivienda 2010 para determinar la concentración poblacional a nivel manzana que está vinculada con la demanda de movilidad.
- Los datos que resultan de INEGI y más específicamente de Cartografía Geoestadística Urbana que pueden informarlos sobre el factor de forma (área entre perímetro) para revelar la dificultad o facilidad de la gente para caminar, por ejemplo mientras más grande la manzana y más distinta su forma de lo normal (más perímetro), más distancia debe caminar la persona para llegar a su destino y con mayor dificultad ya que las calles no se conectan entre sí, parecen como laberintos desorientando a las personas. Además, estos datos nos pueden ayudar, a tener la capa de manzanas y AGEBs dentro de la zona de estudio, que en éste caso es la Delegación Iztapalapa.
- Los datos de INEGI con el nombre tabulados sobre infraestructura y características del entorno urbano. Esta temática comprende 16 indicadores sobre la situación que presentan las vialidades que delimitan las manzanas: disponibilidad de pavimento, banqueteta, guarnición, plantas de ornato y rampa para silla de ruedas, alumbrado público, letrero con nombre de la calle, teléfono público, drenaje pluvial, transporte público colectivo, acceso peatonal y de vehículos y presencia de comercio semifijo y ambulante. En nuestro caso se eligieron aquellos de los 16 indicadores que están relacionados con la movilidad peatonal, ciclista y usuario de transporte público como son: el alumbrado público, los puestos de comercio, las banquetetas, las rampas, las guarniciones, la cobertura del transporte colectivo y los árboles.
- Los datos de SEMOVI que forman parte de la base de datos abiertos de transporte en la Ciudad de México donde se puede apreciar la localización de estaciones y paradas, rutas, horarios y frecuencia de servicio del sistema de transporte de la CDMX en formato GTFS. Además se incluye información del Sistema de Transporte Colectivo - Metro, Sistema Metrobús, Servicio de Transportes Eléctricos, Red de Transporte de Pasajeros y Ferrocarriles Suburbanos.
- Además, se usará OpenStreetMap (también conocido como OSM) que es un proyecto colaborativo de licencia abierta de bases de datos para crear mapas libres y editables en conjunto con google earth que es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital. Este tipo de herramientas se pueden usar para llevar a cabo procesos de interpretación cuando sean necesarios, por ejemplo mediante observación se ve que dentro de una manzana grande no hay residencias, por lo tanto dicha manzana aparece vacía, con el uso de este tipo de

herramientas se puede ver que dicha manzana aunque es grande no tiene residencias porque es una zona industrial.

- Finalmente se necesitará el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), a través del cual se ofrecen los datos de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de los negocios activos en el territorio nacional, totalmente actualizados al año 2014. Mediante esta fuente de datos podemos extraer información valiosa para la generación del indicador de proximidad a los puntos de interés.

### Metodología:

Para cada AGEB  $A(i)$  de los  $q$  AGEBs que existen en la ciudad, existen  $m$  manzanas

$M_m^i$  Con  $1 \leq i \leq q$ , tales que

$$M_m^i \in A(i)$$

En la gráfica se explica la notación:



Figura 42. Ubicación de las manzanas dentro de un AGEB. Elaboración propia basada en (Suárez Meaney et al., 2014).

Es decir, cada AGEB tiene un número distinto de manzanas que eventualmente forman parte de un AGEB A(i). No existen manzanas que puedan estar en dos AGEBs, es decir, tales que

$$M_m^i \in A(i) \text{ Y } M_m^j \in A(j) \text{ con } i \neq j$$

Cada manzana se compone por distintos frentes. Las manzanas de la figura inferior, tienen 4 frentes rectos. Sin embargo hay también manzanas de frentes romos. En La figura 43 se muestra la variedad de formas y cantidad de frentes que puede tener una manzana (Suárez Meaney et al., 2014).

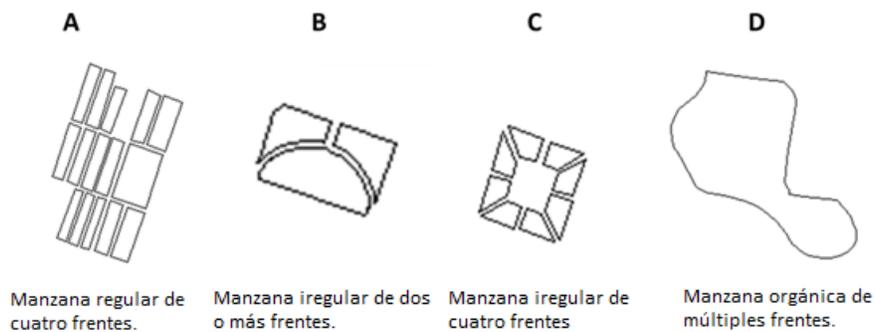


Figura 43. Diferentes tipos de manzanas. Fuente (Suárez Meaney et al., 2014).

La información referente a la infraestructura urbana normalmente se vacía por frente de manzana, y en las bases de datos actuales se almacena la información de si el frente de manzana cuenta o no con tal o cual servicio. Debido a la gran variedad del tipo de manzanas y la complejidad generada por tal hecho INEGI ha simplificado la presentación de la información y para cada cuadra nos dice si todos los frentes (o vialidades) de la manzana tienen determinados servicios. Si todos los frentes o vialidades lo tienen se le asigna el valor 1, si sólo algún frente o vialidad lo tiene con 2 y si ningún frente o vialidad cuenta con estos datos se le asigna el valor 3.

En el marco de la tesis se usará la misma técnica que usó INEGI para calificar los indicadores, para mantener de una notación homogénea entre ellas y evitar procesos de normalización.

A cada manzana se le asocian indicadores, dichos indicadores son los que se muestran en la siguiente tabla:

V(j)	Nombre	Dominio (codificación)	Descripción	Procedencia de Datos
V(1)	Alumbrado Público	1 Suficiente 2 Insuficiente 3 Sin alumbrado público	Indicador que muestra dentro de una manzana si todos (suficiente), algunos (insuficiente) o ninguno de los frentes tienen alumbrado público	INEGI ENTORNO URBANO

V(2)	Puestos semifijos	1 Toda la manzana tiene puestos semifijos. 2 Algunos frentes de la manzana tienen puestos semifijos. 3 Sin puestos de semifijos.	Indicador que muestra dentro de una manzana si todos, algunos o ninguno de los frentes cuentan con puestos semifijos.	INEGI ENTORNO URBANO
V(3)	Puestos ambulantes	1 Toda la manzana tiene puestos ambulantes. 2 Algunos frentes de la manzana tienen puestos ambulantes. 3 Sin puestos de ambulantes.	Indicador que muestra dentro de una manzana si todos, alguno o ninguno de sus frentes tienen comercio ambulante.	INEGI ENTORNO URBANO
V(4)	Puentes peatonales	1 Puente con elementos de accesibilidad. 2 Puente sin elementos de accesibilidad. 3 Sin puente.	Indicador que muestra si la manzana tiene en alguno de sus frentes puente peatonal así como si cuenta o no con elementos de accesibilidad.	Capa de puentes peatonales de SOBSE
V(5)	Banquetas	1 Banquetas en cada frente 2 Banquetas en ningún frente 3 Sin banquetas.	Indicador que muestra dentro de una manzana si los frentes tienen suficiente, insuficiente o ausente cobertura de banquetas.	INEGI ENTORNO URBANO
V(6)	Rampas	1 Rampas en cada frente. 2 Rampas en ningún frente 3 Sin rampas.	Indicador que muestra dentro de una manzana si todos, algunos o ningún de los frentes tienen suficiente, insuficiente o ausente cobertura de rampas.	INEGI ENTORNO URBANO
V(7)	Guarnición	1 Guarnición en cada frente. 2 Guarnición en ningún frente. 3 Sin guarnición.	Indicador que muestra dentro de una manzana si todos, algunos o ninguno de los frentes cuentan con guarnición.	INEGI ENTORNO URBANO
V(8)	Red Vial de Transito Motorizado (RVTM)	1 Alta Conectividad. 2 Media Conectividad. 3 Baja conectividad.	Clasificación que muestra el valor de conectividad 1, 2 o 3 en manzanas que presenten más de una de las clasificaciones de vialidades (p. ej. Vía de circulación continua, arteria principal, avenida secundaria, calle local) la lógica de calificación será dar preferencia a la combinación de mayor jerarquía.	SOBSE

Tabla 8. Los indicadores relacionados con la ITU y con el entorno urbano. Elaboración propia.

V(j)	Nombre	Dominio (codificación)	Descripción	Procedencia de Datos
V(9)	Cobertura de transporte público	1 Tránsito por cada frente de la manzana. 2 Tránsito por algún frente de la manzana. 3 Tránsito por ningún frente de la manzana.	Indicador que muestra la cobertura en términos del acceso al transporte colectivo a través de sus rutas por cada, alguno o ninguno frente de la manzana.	SEMOVI
V(10)	Estaciones de transporte público	1 Alta capacidad. 2 Media capacidad. 3 Baja capacidad.	Indicador que presenta la capacidad del modo de transporte que ofrece la estación.	SEMOVI
V(11)	Población total	1 Concentración poblacional muy alta > 276 (dos veces y más el promedio). 2 Concentración poblacional alta-media => 138 y <= 276 (del promedio hasta dos veces). 3 Concentración poblacional medio-baja < 138 y => 69 (del promedio hasta la mitad) 4 Concentración poblacional < 69 (menos de la mitad del promedio)	Indicador que demuestra la población de una manzana con el objetivo de revelar los puntos de mayor demanda de movilidad según el número de los habitantes. Lo que se hizo aquí es medir la población promedio a cada manzana de la Delegación Iztapalapa y luego generar cuatro rangos según (Palacio-Prieto et al., 2004). La unidad de medida es número de habitantes por manzana.	INEGI
V(12)	Uso del suelo	1 Mixto 2 Residencial 3 Industrial	Indicador que presenta el tipo predominante del uso de suelo vinculado con la demanda de movilidad (horario de generación de viajes).	INEGI, SEDUVI
V(13)	Proximidad a los puntos de interés	1 No. de POIs en Distancia corta (0-250m). 2 No. de POIs en Distancia media (251-500m). 3 No. de POIs en Distancia larga (501-750m). 4 No. de POIs inexistentes.	Indicador que muestra la proximidad de la población en las manzanas con los puntos de interés. Se crearon tres rangos de valores aceptables (1, 2 y 3) mediante buffers de 250 metros. El valor 4 corresponde a las manzanas que no tienen puntos de interés a una distancia peatonal aceptable. La unidad de medida son puntos de interés por manzana.	INEGI y DENUÉ

Tabla 8 Continuación. Los indicadores relacionados con la ITU y con el entorno urbano.  
Elaboración propia.

V(j)	Nombre	Dominio (codificación)	Descripción	Procedencia de Datos
V(14)	Autosuficiencia de la manzana	1 Muy alta autosuficiencia. 2 Alta autosuficiencia. 3 Media autosuficiencia. 4 Baja autosuficiencia.	Indicador que muestra la combinación de presencia de los puntos de interés en el área de influencia de la manzana inspeccionada (distancia peatonal aceptable hasta 750 metros).	INEGI y DENUÉ
V(15)	Ciclovías	1 Separada. 2 Confinada-Compartida. 3 Inexistente.	Indicador que muestra el tipo de la ciclovía que está alrededor de la manzana o la inexistencia de ella.	Open Street Map
V(16)	Tamaño de manzana y factor de forma (perímetro/área)	1 Área/ Perímetro < 5.5 (menos de la mitad del promedio) 2 Área/ Perímetro < 11 y >= 5.5 (del promedio hasta la mitad) 3 Área/ Perímetro >= 11 y <= 22 (del promedio hasta dos veces). 4 Área/ Perímetro > 22 (dos veces y más el promedio).	Indicador que presenta la relación entre perímetro y área de una manzana, con el objetivo de mostrar la facilidad de la gente para caminar en esta, en el sentido de que a mayor área y más irregular la manzana (mayor perímetro) más distancia tiene que caminar la persona. La unidad de medida son metros.	CARTOGRAFIA GEOESTADÍSTICA URBANA-INEGI
V(17)	Árboles	1 Alta cobertura de árboles. 2 Media cobertura de árboles. 3. Sin árboles.	Indicador que muestra si una manzana tiene árboles en cada, alguno o ninguno de sus frentes.	INEGI ENTORNO URBANO

Tabla 8 Continuación. Los indicadores relacionados con la ITU y con el entorno urbano.  
Elaboración propia.

### Justificación de la elección de los indicadores y su calificación.

El **alumbrado público** se eligió por su capacidad de proporcionar mejor iluminación en ciertos lugares de la ciudad, facilitando la movilidad en el sentido que brinda una mejor seguridad (Farrington y Welsh, 2002). Por lo tanto, el valor 1 califica a la manzana que tiene alumbrado público en todos sus frentes, el 2 a la manzana que tiene alumbrado público en alguno de sus frentes y con el valor 3 a la manzana que no tiene alumbrado público en ninguno de sus frentes.

Los **puestos de comercio** se incluyeron porque, aunque no forman parte de la ITU, pueden incidir negativamente en la capacidad de la movilidad y accesibilidad de las personas reduciendo el espacio de las banquetas (más estrechas) provocando molestias a los transeúntes (Fontán Suárez, 2012). Por lo tanto, con el valor 1 se califica aquella manzana que tiene puestos de comercio ambulante y semifijo en todos los frentes, con valor 2 se califica la manzana que tiene puestos en alguno de sus frentes y con 3 la manzana que no tiene puestos en ningún frente.

Un **punto peatonal** es una obra que permite la separación permanente del flujo vehicular del peatonal, es decir, que estos flujos pueden cruzarse sin que se presente ninguna interferencia entre ellos, lo que disminuye el riesgo de accidentes entre vehículos y peatones (García & Suárez, 2002). Con valor 1 se califica a la manzana que tiene puente peatonal subterráneo o elevado con elementos de accesibilidad (rampa y/o elevador). Con valor 2 a la manzana que tiene puente peatonal en alguno(s) de su frente(s) sin elementos de accesibilidad y finalmente con valor 3 a la manzana que no tiene puente peatonal.

Las **banquetas** se eligieron porque de acuerdo con la Autoridad del Espacio Público de CDMX es la parte del espacio público destinada a la circulación o a la permanencia de peatones haciéndolas por lo tanto un elemento esencial para la movilidad peatonal que por ley está en la cúspide de pirámide de movilidad en la CDMX (UAM, 2013). Con valor 1 se califican las manzanas que tienen cobertura de banquetas en todos sus frentes. Con valor 2 se califican las manzanas que tienen banqueta en alguno de sus frentes mientras que el valor 3 aplica para las manzanas que no cuentan con banquetas.

Las **rampas** se eligieron por la importancia de los modos alternativos de movilidad (entre ellos la movilidad de los discapacitados, las personas de la tercera edad, las personas con carriola etc.) que se vuelve fundamental, ya que se entiende no sólo como la posibilidad de movilidad, sino también el acceso a posibilidades para alejarse de la exclusión social, para poder acceder al empleo, la salud, la educación etc. (Lucas, 2010). Por lo tanto las manzanas con el valor 1 tienen rampas en todos sus frentes, con 2 se califican las manzanas que sólo tienen rampas en alguno de sus frentes y con 3 a las que no tiene rampas en ninguno de sus frentes.

Las **guarniciones** se eligieron debido al marco teórico (teoría-práctica) de las auditorías de seguridad vial que dice que las guarniciones son importantes para la comodidad, seguridad y movilidad de las personas, porque primero pueden minimizar el riesgo de caerse y segundo pueden proporcionar un cierto nivel de protección en contra de subidas de coches sobre las banquetas en caso de los accidentes viales. Por lo tanto, el valor 1 corresponde a las manzanas que tienen guarniciones en todos sus frentes, con 2 se califican las manzanas que tienen guarniciones sólo en alguno de sus frentes y con 3 se califican las manzanas que no tienen guarniciones en ninguno de sus frentes.

La **red vial de tránsito motorizado** de acuerdo con la ley de transporte y vialidad de la CDMX es el espacio físico destinado exclusivamente al tránsito de vehículos (Gaceta oficial del Distrito Federal, 2002), se eligió este elemento de la ITU porque conecta a la ciudad y facilita el desplazamiento de personas y mercancías, es el elemento fundamental de la ITU para la existencia de los otros atributos asociados, por ejemplo, aunque las banquetas están destinadas para peatones, están íntimamente vinculadas a la red vial de tránsito motorizado.

Se seleccionaron cuatro tipos de vías de tránsito motorizado: la vía de circulación continua, la arteria principal, la avenida secundaria y las calles locales. A estos cuatro tipos se les va a asignar una importancia debido a su impacto sobre la movilidad.

La vía de circulación continua es la que se califica de mayor importancia (I1) porque es aquella vía primaria que no tiene semáforos y es de gran volumen vehicular por lo tanto hay movilidad continua.

Luego están las arterias principales (I2) porque también son de alto volumen vehicular pero tienen semáforos entonces la movilidad está regulada.

Después la avenida secundaria (I3) que se usa para conectar las vías primarias con las calles locales por lo tanto tiene características geométricas reducidas, además, pueden tener tránsito intenso pero solamente en recorridos cortos no como en el caso de las arterias principales.

Finalmente son las calles locales (I4) que son aquellas calles que tienen la menor demanda de movilidad en términos de recorridos muy cortos y volúmenes de tránsito muy bajos.

Sin embargo, es muy difícil que alrededor de una manzana existe solamente un tipo de vía, lo más común es la existencia de diferentes tipos de vías, por lo tanto una manzana se tiene que calificar de acuerdo con la existencia de los tipos de vía a su alrededor y las interacciones entre ellos que no solamente ofrecen un cierto nivel de movilidad sino también un cierto nivel de alternativas (conectividad). Hemos dado cuatro valores de importancia a los cuatro tipos de vías que se pueden demostrar en las siguientes líneas:

Vía de circulación continua -> I1

Arteria principal -> I2

Avenida secundaria -> I3

Calle local -> I4

A través de la calificación de la importancia de las vías se generan los siguientes rangos de valor de conectividad según su interacción (presencia) alrededor de una manzana:

Alta Conectividad	Interacciones-Presencia de vías
1	I1-I1
	I1-I2
	I2-I1
	I2-I2

Tabla 9. Calificación de la manzana con valor de alta conectividad según la presencia de las vías en su alrededor. Elaboración propia.

Media Conectividad	Interacciones- Presencia de vías
2	I1-I3
	I1-I4
	I2-I3
	I2-I4
	I3-I1
	I3-I2
	I4-I1
	I4-I2

Tabla 10. Calificación de la manzana con valor de media conectividad según la presencia de las vías en su alrededor. Elaboración propia.

Baja Conectividad	Interacciones-Presencia de vías
3	I3-I3
	I3-I4
	I4-I3
	I4-I4

Tabla 11. Calificación de la manzana con valor de baja conectividad según la presencia de la vías en su alrededor. Elaboración propia.

El criterio para la asignación del valor de conectividad 1, 2 o 3 en manzanas que presenten más de una de las clasificaciones derivadas de las combinaciones de vialidades (p. ej. I1, I2, I3 e I3) será dar preferencia a la combinación de mayor jerarquía, que en el caso del ejemplo anterior sería I1 e I2, calificando la manzana con un valor 1 de conectividad.

El **transporte público** (cobertura del transporte público) se eligió por la importancia de los modos alternativos de movilidad (entre ellos el transporte público) que se vuelve fundamental, ya que se entiende no sólo como la posibilidad de movilidad, sino también como mecanismo para que la gente no sea afectada por la exclusión social al empleo, la salud, la educación etc. (Lucas, 2010). La calificación en este caso es obvia porque con 1 se identifica a las manzanas que tienen tránsito de transporte público por cada frente, esto significa que dentro de una distancia corta hay múltiples oportunidades para llegar a otro destino. Con 2 se califican las manzanas que tienen tránsito en alguno de sus frentes y con 3 a las manzanas que no tienen ninguna posibilidad de transporte público en sus frentes.

Las **estaciones** son un elemento de la ITU que va emparejado con la cobertura de transporte público porque a través de las rutas nos podemos dar cuenta que tipo de transporte pasa por la estación y así calificar su capacidad, por ejemplo capacidad alta para metro y metrobús, capacidad media para el RTP y trolebús y, capacidad baja para micro y combis. Se da mayor importancia (I1) a las manzanas que contienen estaciones de alta capacidad, luego a las de media capacidad con una calificación (I2) y finalmente las de baja tienen un valor (I3). Se da más importancia a los modos de alta capacidad debido al factor passenger car unit (pcu), que muestra que la congestión que afecta negativamente la movilidad depende de los vehículos pequeños, que solo tienen un pasajero mientras que los buses, aunque ocupan más espacio de la vía, son vehículos grandes que pueden llevar múltiples personas en lugar de una, por lo que los modos de alta capacidad adquieren mayor importancia para reducir la congestión (Thomson y Bull, 2002).

Sin embargo, primero es muy difícil que una manzana tenga en todos sus frentes estaciones, segundo también es difícil que las estaciones proporcionen movilidad de la misma capacidad, por lo tanto, de acuerdo con la presencia de estaciones de diferente o misma capacidad alrededor de una manzana se calificará la manzana, el proceso de calificación se puede apreciar en la siguiente tabla.

Calificación de la manzana	Presencia de estaciones
1	I1-I1 (en caso que la manzana tenga más que una estación).
	I1-I2 (en caso que la manzana tenga más que una estación).
	I2-I1 (en caso que la manzana tenga más que una estación).
	I1 (en caso que la manzana tenga una sola estación y ella es de alta capacidad).
2	I1-I3 (en caso que la manzana tenga más que una estación).
	I2-I2 (en caso que la manzana tenga más que una estación).
	I3-I1 (en caso que la manzana tenga más que una estación).
	I2 (en caso que la manzana tenga una sola estación y ella es de media capacidad).
3	I3-I3 (en caso que la manzana tenga más que una estación).
	I2-I3 (en caso que la manzana tenga más que una estación).
	I3-I2 (en caso que la manzana tenga más que una estación).
	I3 (en caso que la manzana tenga una sola estación y ella es de baja capacidad).

Tabla 12. Calificación de las manzanas según la presencia de estaciones a su alrededor.  
Elaboración propia.

El criterio para la asignación del valor de capacidad 1, 2 o 3 en manzanas que presenten más de una de las clasificaciones derivadas de las combinaciones de estaciones (p. ej. I1, I2, I3 e I3) será dar preferencia a la combinación de mayor jerarquía, que en el caso del ejemplo anterior sería I1 e I2, calificando la manzana con un valor 1 de capacidad.

La **concentración poblacional** en una manzana se eligió porque tiene que ver con la demanda de movilidad en el sentido que mientras más gente existe dentro de una manzana, mayor va a ser la necesidad para desplazamientos (De Rus et al, 2003). Con valor uno se califica aquella manzana que tiene muy alta concentración, luego con valor dos la manzana que tiene alta concentración, posteriormente con valor tres la manzana que presenta media concentración mientras que con valor 4 se califica la manzana que tiene baja concentración respectivamente.

El indicador del **uso del suelo** predominante alrededor de una manzana se eligió porque se puede vincular con la demanda de movilidad considerando incluso los horarios de generación de viajes. Cada uso del suelo predominante genera una movilidad determinada por ejemplo, un uso del suelo residencial tiene una movilidad tipo pendular donde el patrón de movimiento es estructurado en la mañana y la tarde, puede implicar largas distancias y los orígenes destino son casa-trabajo (Rodrigue, 2013). El uso de suelo mixto demanda teóricamente menores viajes motorizados y de menores tiempos de recorrido.

La calificación va a ser de la siguiente manera, la manzana del uso del suelo mixto va a tener una calificación 1 porque mezcla la complejidad de los otros 2 modos del uso del suelo, luego sigue con 2 el tipo habitacional y finalmente con 3 el tipo industrial. Se dará mejor calificación a las manzanas que cuentan con uso del suelo mixto ya que este tipo de uso del suelo es el más amigable por el paradigma de movilidad sustentable.

La **proximidad a los puntos de interés** se eligió porque nos puede mostrar cuantos puntos de interés y que tan cerca se encuentran a una manzana para cubrir las necesidades humanas. Sin embargo, primero se definen cuáles son los puntos de interés de acuerdo con la jerarquía de las necesidades y luego se define lo que significa una distancia corta, media o larga.

Para cumplir con estos criterios se usó como guía la pirámide de Maslow (1987) para definir aquellos puntos relacionados con las necesidades humanas, como se puede apreciar en la Figura 44.

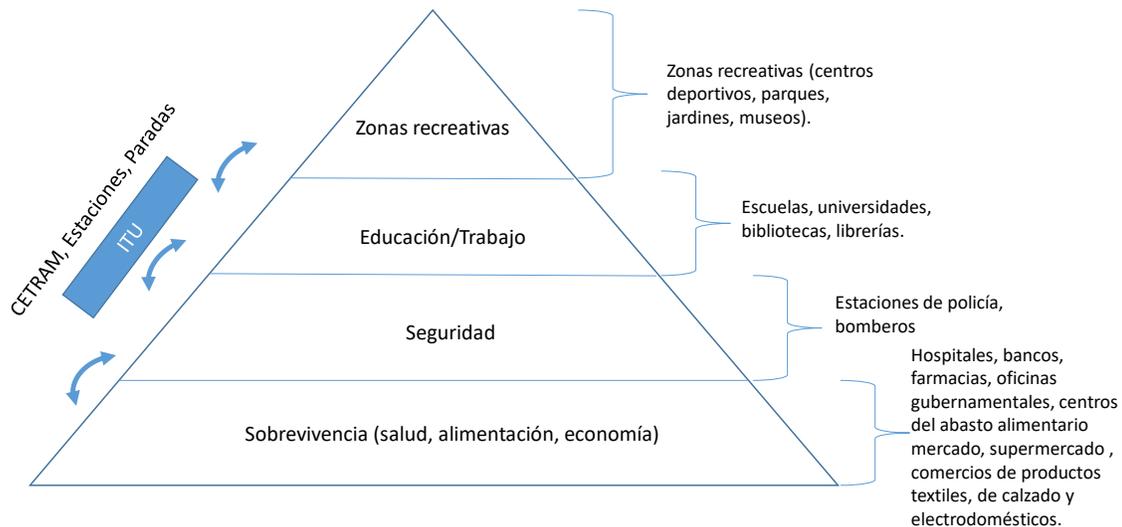


Figura 44. Pirámide de necesidades del Maslow en relación con los puntos de interés. Elaboración propia.

En la base de la pirámide están aquellas necesidades que tienen que ver con la supervivencia, los puntos de interés relacionados con estas necesidades básicas son los hospitales, las farmacias, los bancos, los centros del abasto alimentario como mercado, supermercado etc.

Luego el ser humano para realizar sus actividades tiene la necesidad de sentirse seguro por lo tanto en el segundo escalón se encuentran los puntos de interés de seguridad como estaciones de policía y bomberos. Estas necesidades también forman parte de las necesidades básicas del ser humano.

Mientras el hombre ha satisfecho sus necesidades básicas puede pasar a cubrir sus necesidades socio-económicas como adquirir conocimiento y trabajar, en este escalón se encuentran los puntos de interés relacionados con las escuelas, universidades, librerías, bibliotecas etc. Junto con los espacios de trabajo.

En el cuarto escalón como en el anterior están las necesidades socio-económicas porque el hombre como ente social tiene la necesidad de interactuar con otros seres vivos, por esa razón en este escalón se encuentran los puntos de interés relacionados con las zonas recreativas, como parques, jardines, centros deportivos, museos etc.

La infraestructura del transporte urbano no está en un escalón de la pirámide sino es la interfaz que conecta los escalones entre si generando interacciones necesarias para la vida cotidiana, los puntos de interés relacionados con el transporte son las paradas, estaciones del transporte público y los CETRAM.

Mediante el uso de la pirámide de necesidades humanas y su relación con los puntos de interés se puede establecer una jerarquía de ellas donde en primera importancia tenemos los puntos de interés que cubren las necesidades básicas porque sin ellas el ser humano no puede sobrevivir, luego siguen los puntos de interés que satisfacen las necesidades socio-económicas que son necesarias para el desarrollo personal, finalmente está la ITU que conecta mediante los servicios de movilidad la población con los puntos de interés, por lo tanto la ITU se ubica en el mismo nivel de importancia como los puntos relacionados con la sobrevivencia. La importancia de los puntos de interés se aprecia en las siguientes líneas.

I1 -> ITU, Salud, Alimentación, Economía.

I2-> Seguridad (ITU).

I3-> Educación-Trabajo (ITU).

I4-> Zonas recreativas (ITU).

Se puede apreciar que ITU está en cada nivel de importancia (I1, I2, I3, I4) porque tiene un carácter transversal necesario para que la gente pueda realizar sus actividades cotidianas y así cubrir sus necesidades humanas.

Para definir que es una distancia corta, media o larga, utilizaremos el trabajo de CTS embarq denominado Atlas de accesibilidad y conectividad de la ZMVM, que define a la distancia larga como mayor a 750m (para peatones). Un peatón puede cubrir en una hora 5km (Rodrigue, 2013) por lo tanto una distancia de 750m la puede cubrir en 9min, ese tiempo parece un tiempo aceptable para llegar caminando a un punto de interés y por eso se va a definir como el límite máximo de aceptación de distancia.

De esa manera se generó el indicador de proximidad a los puntos de interés que es el número de puntos de interés (los que se definieron anteriormente) que están a una distancia corta 0-250m de una manzana (se puede calcular eso con un buffer de influencia mediante un SIG), la manzana que tiene la mayoría de los puntos de interés a una distancia corta se califica con 1, luego se califican con 2 las manzanas que tienen la mayoría de los puntos de interés a una distancia media 251-500m, después las manzanas que cuentan con la mayoría de puntos de interés a una distancia larga 501-750m se califican con 3, finalmente hay aquellas manzanas que no cuentan con los puntos de interés dentro de la distancia máxima que los peatones pueden cubrir por lo tanto se califican con 4.

Emparejado con el indicador de proximidad a los puntos de interés está el indicador de **autosuficiencia de la manzana según la presencia de los puntos de interés**, este indicador es importante porque se puede conectar con la teoría de los barrios completos (CTS EMBARQ, 2013) de acuerdo con la cual, mientras más completo esté el barrio más movilidad peatonal o ciclista se realizará para satisfacer las necesidades de sus residentes, si las distancias son cortas, no habrá necesidad de salir del barrio ni usar el coche.

Este indicador se generó usando el número y la jerarquía (I1, I2, I3, I4) de los puntos de interés (los que se definieron anteriormente) que están a una distancia aceptable 0-750m de una manzana. La manzana que cuenta con tipos de servicios se califica según la existencia de los puntos de interés relacionados que están dentro de la zona de influencia. El criterio para la asignación del valor de autosuficiencia 1, 2, 3 o 4 en manzanas que presenten puntos de interés en su zona de influencia se presenta en las siguientes tablas:

Muy Alta Autosuficiencia	Interacciones- Presencia de puntos de interés.
1	I1-I2-I3-I4

Tabla 13. Calificación de las manzanas con valor de muy alta autosuficiencia según la presencia de los puntos de interés. Elaboración propia.

Alta Autosuficiencia	Interacciones- Presencia de puntos de interés
2	I1-I2-I3
	I1-I2-I4
	I1-I3-I4
	I2-I3-I4

Tabla 14. Calificación de las manzanas con valor de alta autosuficiencia según la presencia de los puntos de interés. Elaboración propia.

Media Autosuficiencia	Interacciones- Presencia de puntos de interés
3	I1-I2
	I1-I3
	I1-I4
	I2-I3
	I2-I4
	I3-I4

Tabla 15. Calificación de las manzanas con valor de media autosuficiencia según la presencia de los puntos de interés. Elaboración propia.

Baja Autosuficiencia	Interacciones- Presencia de puntos de interés
4	I1
	I2
	I3
	I4

Tabla 16. Calificación de las manzanas con valor de baja autosuficiencia según la presencia de los puntos de interés. Elaboración propia.

Las **ciclovías** se eligieron porque son aquellas vías públicas que sirven para la circulación de la bicicleta (Gaceta del Distrito Federal, 2002), haciéndolas de esa manera una parte importante para el establecimiento de modos alternativos de movilidad. Hay cuatro tipos de ciclovías y dependiendo del tipo se califica la manzana, con valor 1 es la manzana que contiene ciclovía separada, porque es para uso exclusivo por parte de la bicicletas y está físicamente separada con el transporte motorizado, luego con valor 2 son las manzanas que incluyen ciclovías confinadas y compartidas que son primero aquellas que permiten acceso solo a ciertos puntos de la ciclovía y forman parte de arroyo vial y segundo son aquellas manzanas que permiten la interacción entre vehículos motorizados (pesados como trolebús) y las bicicletas. Finalmente con valor 3 son las manzanas que no tienen ciclovías.

Otro indicador seleccionado es el **del área de la manzana y el factor de forma** que se puede expresar a través de la fracción  $\frac{\text{área}}{\text{perímetro}}$  para medir como puede afectar al peatón, el tamaño de la manzana, en el sentido que mientras más grande es la manzana o mientras más distinta sea su forma de lo normal (cuadrada) más distancia tiene que caminar la gente. Con este propósito se generaron 4 valores mientras más grande es el valor de la fracción (más grande que 22) significa que más pequeña es el área entonces se le asigna un valor 1, basado en esta lógica se generó la codificación de los valores para este indicador.

Área / perímetro > 22 -> valor = 4

Área / perímetro >= 11 y <= 22 -> valor = 3

Área / perímetro < 11 y >= 5.5 -> valor = 2

Área / perímetro < 5.5 -> valor = 1

Los **árboles** se eligieron aunque no tienen relación con la ITU porque pueden afectar positivamente la movilidad de la gente haciendo las calles más agradables y proporcionando facilidades a los peatones y ciclistas debido a la sombra que pueden generar (Fontán Suárez, 2012). Por lo tanto con el valor 1 se califica la manzana que tiene árboles en todos sus frentes, con 2 se califica la manzana que tiene árboles en alguno de sus frentes y con 3 se califica aquella manzana que no tiene árboles en ninguno de sus frentes.

Con la construcción teórica de los indicadores y la demostración de cómo se evaluará cada manzana en el AGEB seleccionado, podemos pasar al siguiente paso que muestra cómo generar mediante dichos indicadores el índice global (IGCMU). Dicho índice está compuesto por 17 indicadores y contiene dos partes, una que es constante ( $P(i)$  véase ecuación (3)) y depende de la opinión de los expertos, se ha nombrado constante porque su valor depende de los niveles de dependencia e influencia que asignan los expertos (mediante el análisis estructural) a cada indicador y no cambia según cambiamos de AGEB (por ejemplo el indicador alumbrado público tendrá el mismo valor de ponderación para el AGEB A que para el AGEB Y). La otra parte es la parte variable ( $V(i)$  véase ecuación (3)) y depende del nivel de equipamiento y las características de cada manzana para calificar el AGEB, consecuentemente sus valores pueden ser distintos entre diferentes AGEBs, ya que por ejemplo un AGEB A puede estar mejor equipado que un AGEB Y en cuanto a banquetas. Toda esta información puede verse en la siguiente figura.

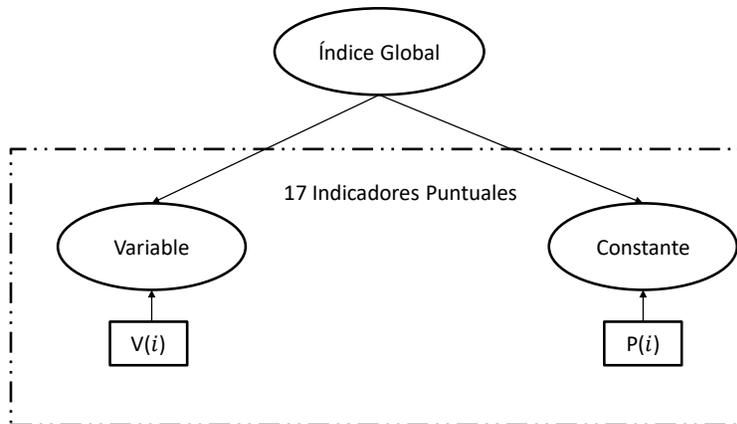


Figura 45. Explicación esquemática del índice global. Elaboración propia.

Los valores de la primera parte  $V(i)$  del índice ponderado se pueden apreciar en el capítulo 4 de la tesis después de haber implementado los indicadores específicos en el AGEB seleccionado, así como los criterios establecidos para asignar dichos valores.

En la siguiente sección de la tesis se mostrará el método de análisis estructural aplicado sobre los indicadores considerados en este trabajo de investigación, que tiene por propósito jerarquizar los distintos indicadores según el nivel de influencia que ejerce un indicador sobre los otros indicadores así como, el nivel de dependencia que recibe un indicador por parte del resto de los indicadores considerados. Este procedimiento permitirá identificar cuáles indicadores son los más influyentes, cuales los más dependientes, cuales son los indicadores clave y finalmente cuales son los indicadores autónomos, que son los menos importantes, en cuanto a su relación con el comportamiento del sistema y de la movilidad en general.

### **Propuesta metodológica para ponderar los indicadores**

En éste trabajo de investigación se diseñó una matriz cuadrada (17 X 17), que expresa dos cosas: a nivel de cada fila la influencia que ejerce un indicador sobre los otros indicadores y, a nivel de cada columna la influencia que recibe un indicador por cada uno de los otros. Si el indicador  $i$  ejerce influencia sobre el  $j$  llenamos la interacción de ellos dentro de la matriz con "1" si no hay ninguna relación entre  $i$  y  $j$  llenamos la interacción de ellos en la matriz con "0". Este proceso se muestra en la Tabla 17.

	17 : Arb	16 : TMFF	15 : CV	14 : Auto	13 : ProxiPOIs	12 : UDS	11 : Pobl	10 : Esta	9 : CoberTP	8 : RVTM	7 : Guarn	6 : Ramp	5 : Banqu	4 : PuePeat	3 : PuesAmbu	2 : PuesSemi	1 : AluPub
1 : AluPub	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
2 : PuesSemi	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
3 : PuesAmbu	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4 : PuePeat	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0
5 : Banqu	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6 : Ramp	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
7 : Guarn	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
8 : RVTM	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
9 : CoberTP	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
10 : Esta	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
11 : Pobl	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
12 : UDS	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
13 : ProxiPOIs	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
14 : Auto	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
15 : CV	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
16 : TMFF	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
17 : Arb	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

© LIPSOR-EPTA-MICMAC

Tabla 17. Matriz de relaciones directas. Elaboración propia.

Sin embargo, antes de pasar a la explicación de por qué se llenó la matriz con “0” y “1” vale la pena mencionar que dicha matriz es producto de un proceso de consulta con expertos mediante la cual se pudieron encontrar varias relaciones directas entre los indicadores considerados para la tesis. Se trató de mantener el grupo de los expertos consultados lo más interdisciplinario e interdependiente posible en primer lugar porque el paradigma de movilidad sustentable necesita enfoques interdisciplinarios para comparar distintas opiniones y puntos de vista dentro del grupo antes de llegar a un consenso así como para evitar el efecto de los líderes.

El grupo interdisciplinario consultado incluye expertos en transporte, en transporte sustentable, geógrafos, expertos en materia de consumo de energía, urbanistas, expertos en planificación urbana, en organización territorial, en estrategias de políticas públicas relacionadas con el paradigma sustentable, así como tomadores de decisión dentro de las instituciones responsables para gestionar la ITU y su entorno urbano. El grupo interdisciplinario consultado se puede apreciar en la siguiente Tabla 18 y el proceso de la consulta de los expertos en la Figura 46.

Además, con el fin de enriquecer el método de análisis estructural, algunos criterios de Sussman, Dodder, McConnel, Mostashari y Sgouridis (2007) se han utilizado como la dirección de la relación, el tipo de relación (si es una relación topológica, funcional o una de polaridad territorial) y lo más importante, se ha añadido el impacto de la relación. En la Tabla 17, los "1" de color rojo definen una relación de impacto negativo mientras que los "1" de color negro definen una relación de impacto positivo.

Finalmente, para evitar el fenómeno de los líderes se utilizó además del análisis estructural, el método heurístico Delfi, donde a través de entrevistas, cada uno de los expertos fue consultado en privado con el fin de descubrir: las relaciones, el sentido de influencia-dependencia entre los indicadores considerados, qué tipo de relaciones establecen etc. Posteriormente, los resultados fueron expuestos al grupo de expertos para tener un consenso.

Nombre del experto consultado	Puesto
Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria	Director y Profesor del Instituto de Ingeniería de la UNAM
Dr. Benito Sánchez Lara	Profesor del posgrado de ingeniería de sistema de transporte de la UNAM
Dr. Ricardo Aceves García	Profesor del posgrado de ingeniería de sistema de transporte de la UNAM
Mtro. Héctor Daniel Reséndiz López	Profesor del posgrado de ingeniería de sistema de transporte de la UNAM
Mtro. Tonatihu Suárez Meaney	Profesor en la Universidad Autónoma del Estado de México.
Mtro. Marco Antonio Bucio Pérez	Consultor de la Delegación Iztapalapa
Ing. Jesús Olvera Ramírez	Director de Infraestructura de Datos Espaciales de INEGI
Mtra. Sonia Aguilar González	Consultora de Estrategias y Operaciones CTS Embarq.
Arturo Cuevas Martínez	Jefe de proyecto Agencia de Gestión Urbana.
Ing. Yonatan Ortiz Peña	Director General de Ingeniería de Tránsito en la Secretaría de Seguridad Pública.

Tabla 18. Expertos consultados mediante el método de análisis estructural.

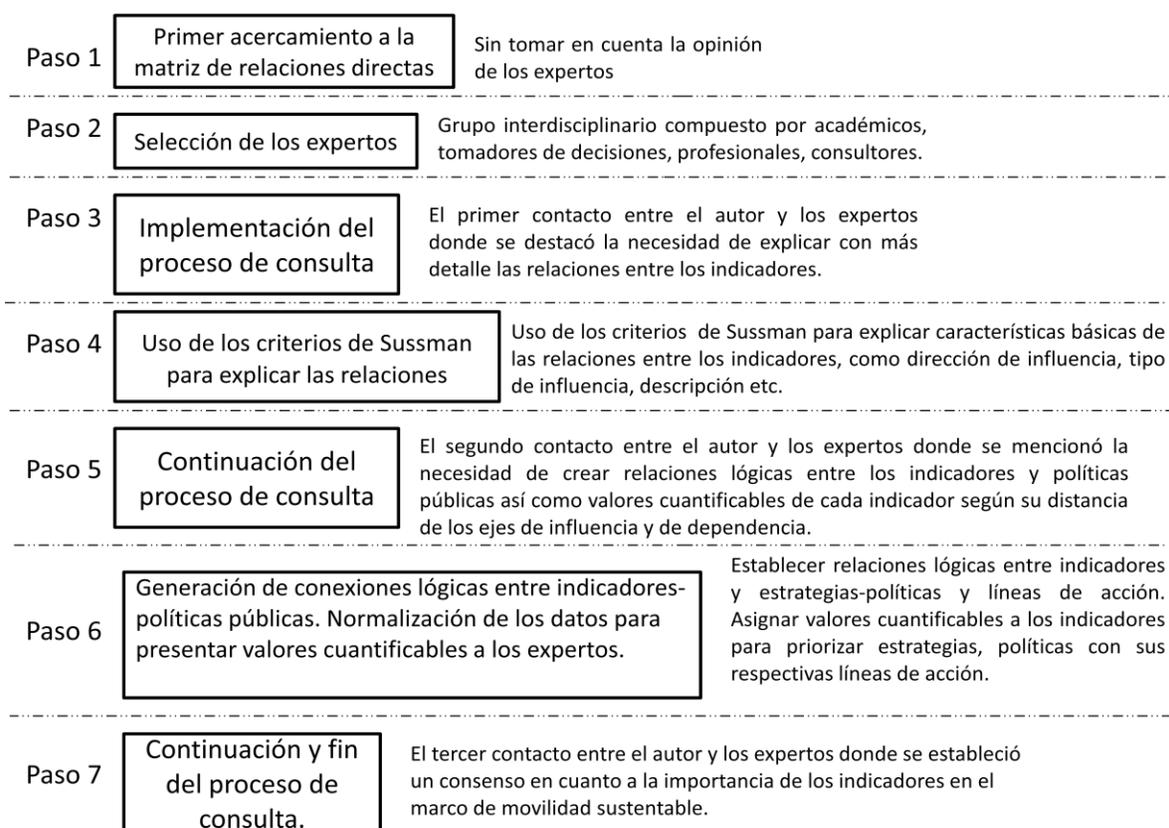


Figura 46. El proceso de consulta con los expertos. Elaboración propia.

Antes de pasar a la clasificación de los indicadores es importante explicar porque la matriz de relaciones directas se ha llenado de ceros y unos, adicionalmente se deben desglosar la relaciones entre los indicadores de acuerdo con los criterios de Sussman mencionados anteriormente (Dodder, 2004).

Los aspectos que se analizarán son los siguientes: La dirección de influencia o sea de que indicador empieza y en cual termina la relación, o cuál es el tipo de influencia, que puede ser positiva o negativa, así como la descripción de cada una de las relaciones según la opinión de los expertos.

Para no saturar el texto de la tesis las relaciones entre los indicadores se analizarán en forma de tablas y se incluyeron en el anexo A5.

### **Clasificación de los indicadores seleccionados en este trabajo de investigación según sus relaciones directas e indirectas**

Después de llenar la matriz de relaciones directas se utilizó el software MICMAC para revelar los indicadores estratégicos-clave a través de la identificación de las relaciones indirectas entre los indicadores. El término  $a_{ij}$  nos permite entender la existencia de una “flecha” de influencia (línea de longitud) del indicador  $i$  al indicador  $j$ . Entonces se puede decir que aquel elemento ubicado en la intersección de la fila  $i$  y columna  $j$  en la matriz elevada a la  $n$ ésima potencia, es igual al número de líneas de longitud  $n$  que unen estos dos indicadores. Se usó el software MICMAC para elevar la matriz a potencias sucesivas (1, 2, 3, 4).

Como se comentó anteriormente es necesario elevar la matriz de relaciones directas cuantas veces sea necesario hasta que los resultados se estabilicen y la matriz converge; es decir, hasta que haya una conservación de la clasificación de los indicadores en cuanto a influencia y dependencia entre diferentes elevaciones (criterio de convergencia).

Ahora pasando en nuestro caso específico, para mostrar cuando se alcanza la estabilidad es suficiente presentar la jerarquía de influencia y dependencia de los indicadores considerados como ella resulta después de la elevación de la matriz de relaciones directas en potencias sucesivas (Saxena et al., 1990). Sin embargo, para no saturar el texto de la tesis con varias tablas mostrando el comportamiento de la jerarquía de los indicadores en cuanto a influencia y dependencia, se decidió representar como se alcanza la estabilidad, en conjunto con el proceso de identificar las relaciones directas e indirectas, en el contexto del análisis estructural (MICMAC) mediante un diagrama del flujo (figura 47), con el objetivo de ayudar a otros investigadores en la aplicación de la metodología del análisis estructural y replicarla fácilmente, aun cuando se tenga un gran número de indicadores.

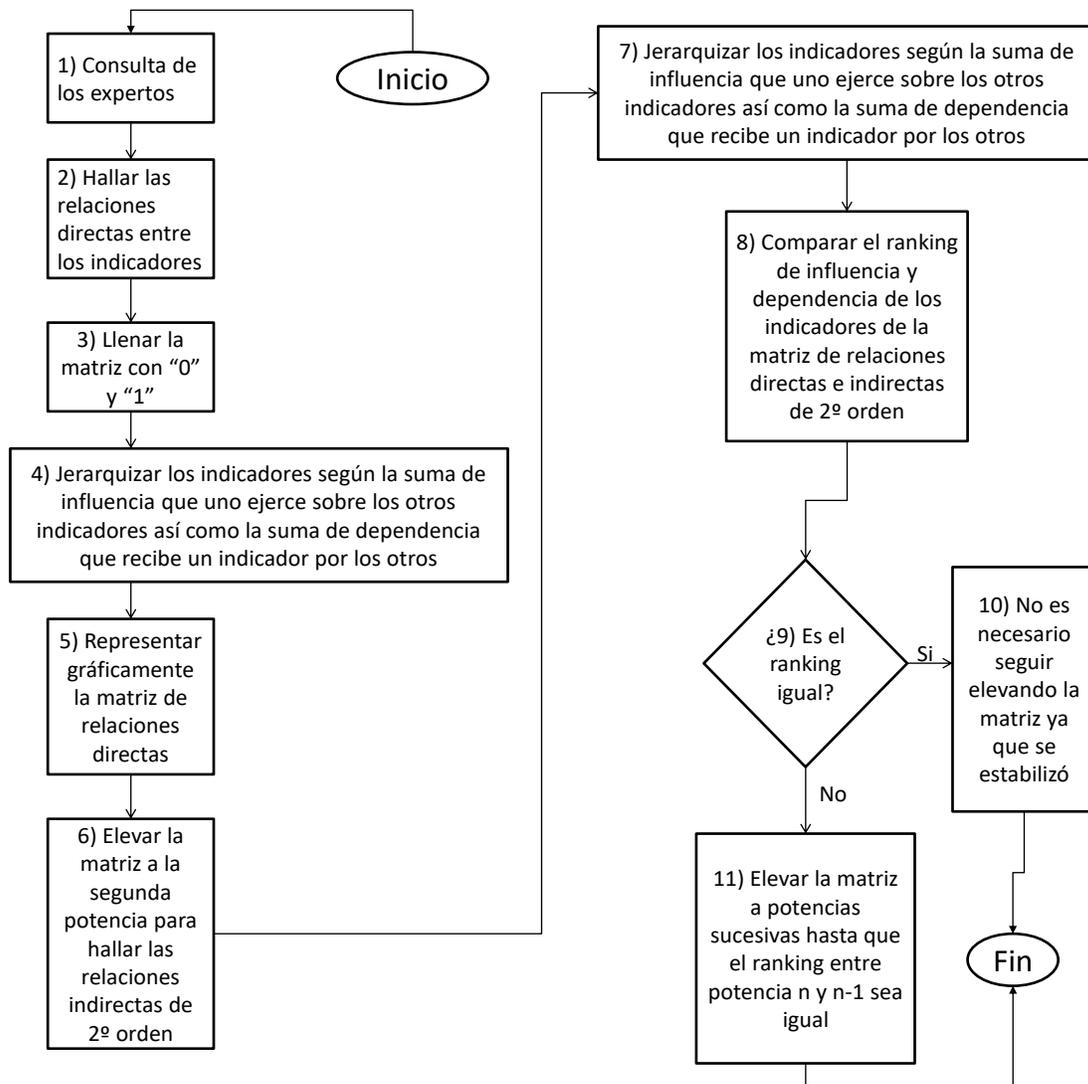


Figura 47. Diagrama del flujo del proceso de análisis estructural para alcanzar la estabilidad. Elaboración propia.

A final de todo el proceso tenemos una nueva matriz que considera no solamente las relaciones directas sino las indirectas también y la podemos apreciar gráficamente en la siguiente figura.

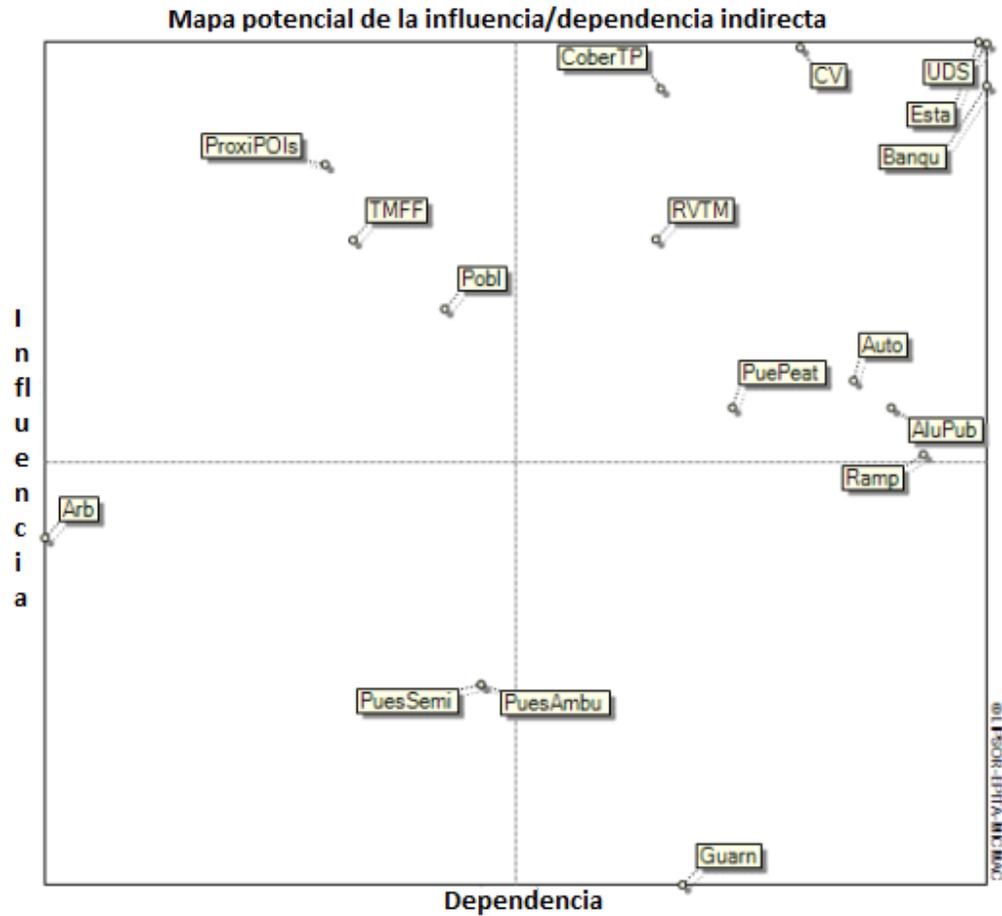


Figura 48. Representación gráfica de la matriz de relaciones directas e indirectas. Elaboración propia.

Entonces los indicadores seleccionados se pueden clasificar en cuatro sectores dependiendo de sus relaciones directas e indirectas como se aprecia en la siguiente tabla.

<p><b>Sector 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proximidad a los puntos de interés (ProxiPOIs).</li> <li>- Tamaño de manzana y factor de forma (TMFF).</li> <li>- Población total de la manzana (Pobl).</li> </ul>	<p><b>Sector 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Banquetas (Banqu).</li> <li>- Red Vial de Tránsito Motorizado (RVTM).</li> <li>- Estaciones de transporte público (Esta).</li> <li>- Ciclovías (CV).</li> <li>- Autosuficiencia de la manzana (Auto).</li> <li>- Alumbrado público (AluPub).</li> <li>- Puentes peatonales (PuePeat).</li> <li>- Uso del Suelo (UDS).</li> <li>- Rampas (Ramp).</li> <li>- Cobertura de transporte público (CoberTP).</li> </ul>
<p><b>Sector 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Guarnición (Guarn)</li> </ul>	<p><b>Sector 4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puestos Semi-fijos (PUESEMI).</li> <li>- Puestos ambulantes (PUEAMB).</li> <li>- Árboles (Arb).</li> </ul>

Tabla 19. La clasificación de los indicadores seleccionados. Elaboración propia.

En el sector 1 se ubican indicadores que pueden ser muy importantes para el concepto de movilidad sustentable como la proximidad a los puntos de interés, porque mientras más cerca están los puntos de interés a una distancia peatonal razonable, menor será el uso del coche para que la gente pueda realizar sus actividades cotidianas. Por consiguiente, se podría tener una mejora en cuanto a: la calidad de aire, la reducción de congestión y la disminución de accidentes de tránsito.

El indicador de población total de la manzana es importante a considerar dentro del marco de políticas tipo DOT, estas indican que es necesario tener amplia cobertura de transporte público en las zonas geográficas con alta densidad demográfica. El mayor número de habitantes significa mayor demanda y diversidad de movilidad, por ejemplo, mayor uso de las vías principales peatonales, ciclistas y de transporte público.

El tamaño de manzana y factor de forma se encuentra en el mismo cuadrante (sector 1) porque de acuerdo con su área y forma puede contribuir a la orientación de los peatones así como a la transición de redes jerárquicas a redes bien conectadas que no solamente reducen la distancia sino que ofrecen más alternativas para que las personas lleguen a su destino caminando o en bicicleta.

En el sector 2 están ubicados los indicadores más importantes (se llaman indicadores “clave”) porque son factores naturales de inestabilidad ya que cualquier acción sobre ellos tiene consecuencias para los otros indicadores. Por ello y por el hecho de que dentro de un paradigma de movilidad sustentable el usuario más importante es el peatón encontramos en este sector tres elementos que forman parte de la red peatonal como banquetas, rampas y puentes peatonales. Además, un elemento muy importante para la movilidad sostenible es el ciclista; por lo tanto las ciclo vías se encuentran en el mismo sector.

Sin embargo, los peatones y ciclistas no pueden cubrir largas distancias, por lo tanto, necesitan elementos de transporte público para competir con los modos de transporte motorizado, consecuentemente la cobertura y las estaciones de transporte público se asignan con gran importancia ubicándose en el mismo cuadrante (sector 2).

El indicador de alumbrado público es un elemento muy importante a considerar para una movilidad sustentable porque es capaz de mejorar la seguridad de los ciclistas, peatones y usuarios de transporte público. En el mismo sector se ubica el indicador de uso del suelo ya que no solo puede crear una mayor demanda de movilidad afectando a los principales componentes de movilidad sustentable, sino también, es un elemento esencial para la promoción de políticas tipo desarrollo orientado al transporte.

La Red Vial de Tránsito Motorizado ubicada también en el sector 2 es un indicador muy importante porque establece la base para la existencia de otros indicadores, por ejemplo, las redes viales determinan donde se deben ubicar las banquetas, los puentes peatonales, las guarniciones, las estaciones de transporte público etc.

Finalmente, en el mismo cuadrante se ubica el indicador de autosuficiencia de la manzana que es un factor muy importante a considerar en el concepto de barrio completo (barrios con baja dependencia de automóvil), donde la gente es capaz de cubrir sus necesidades utilizando los principales componentes de peatones, ciclistas y usuarios de transporte público debido a la pequeña distancia que la separa de los puntos de interés.

En el tercer cuadrante se encuentran los indicadores poco influyentes y muy dependientes y como se ha mencionado anteriormente es mejor tratarlos mediante los indicadores clave o estratégicos (cuadrante o sector 1 y cuadrante o sector 2), en esta categoría se encuentran las guarniciones, las cuales dependen principalmente de las banquetas entonces sería mejor gestionar las guarniciones mediante las banquetas en el sentido que no se puede promover una línea de acción relacionada con el aumento de cobertura de guarniciones cuando no hay banquetas.

En el cuadrante cercano al origen de los ejes de influencia y de dependencia se ubican los indicadores autónomos como son los puestos de comercio y los árboles que son poco dependientes y poco influyentes.

Cabe mencionar que la mayoría de la influencia que estos tres indicadores ejercen sobre los otros es negativa pero se debe aclarar que para el caso de los puestos de comercio esta influencia es a priori, mientras que para el caso de los árboles es bajo ciertas condiciones, por ejemplo los puestos de comercio reducen el espacio para que la gente camine, hacen daño a las guarniciones, toman electricidad del alumbrado público, dificultan el libre flujo de personas alrededor de estaciones y puentes peatonales etc.

Los árboles a su vez, pueden generar problemas con el alumbrado público, RVTM, banquetas, rampas, guarniciones, ciclovías etc. solamente cuando no hay un mantenimiento adecuado y cuando se ha elegido inadecuadamente el tipo de árboles por parte de las autoridades. Por otro lado, los árboles no solamente son útiles para hacer el recorrido de las personas más agradable sino también proteger a la gente de la lluvia y el sol, por lo tanto, los árboles pueden ayudar a una movilidad sustentable mediante facilidades que ofrecen a los peatones y ciclistas, pero al mismo tiempo presentan un cierto factor de riesgo si no se les da mantenimiento adecuado. Por ello los puestos de comercio se considerarán como algo negativo (se restarán) para la medición de calidad de movilidad urbana sustentable mientras que los árboles como algo positivo (se sumarán) ya que su impacto sobre los otros indicadores no es negativo a priori.

Ahora que se tienen las ubicaciones de los indicadores en los cuatro cuadrantes en cuanto a su nivel de dependencia e influencia se les aplicará una normalización-estandarización para que tengan un valor dentro del intervalo de 0 y 1, la fórmula que usamos por tal motivo es la siguiente para el caso de influencia y dependencia.

$$Vi = \frac{ai}{ai \max} \quad (1)$$

$$Vd = \frac{ad}{ad \max} \quad (2)$$

Donde  $ai$  es el valor actual de influencia y  $ad$  el valor actual de dependencia de cada indicador, mientras que  $ai \max$  y  $ad \max$  es el valor máximo de influencia y dependencia respectivamente en la tercera potencia donde se estabilizó la matriz.

La misma fórmula se usará tanto para el caso de influencia como para el caso de dependencia, en el capítulo 4 de la tesis se pueden apreciar los valores actuales para cada indicador ( $P(i)$ ) según su nivel de influencia y dependencia usando las ecuaciones 1 y 2.

A partir de la asignación de los pesos resulta la fórmula que permite calcular el indicador de calidad de movilidad urbana para cada AGEB:

$$I(i) = \sum_{i=1}^n V(i) \times P(i) \quad (3)$$

Donde  $V$  es el valor de cada uno de los 17 indicadores ( $i$ ) con su respectivo peso  $P$ , y  $n$  es el número de los indicadores (en este caso 17).

Debido al hecho que el AGEB y la Delegación son entidades geográficas interrelacionadas (la delegación consiste de un conjunto de AGEBs), también se define un indicador de calidad para la Delegación  $C$ , de tal modo que

$$C(p) = \frac{\sum_{i=1}^n I(i)}{n} \quad (4)$$

Donde  $n$  es el número de AGEBs en la Delegación  $p$  e  $i$  es cada AGEB de la Delegación  $p$ .

### **Incorporación de los indicadores a un mecanismo MRV.**

Los indicadores se incorporarán a un mecanismo de Medición Reporte y Verificación (MRV) fundamental para una adecuada gestión de la ITU, por ejemplo quien mide, quien reporta, quien verifica etc. se eligió este mecanismo por las siguientes razones (Garro Flores, 2013):

El MRV nos dice si estamos en la vía de lograr los objetivos.

- Facilita la toma de decisiones y la planificación.
- Apoya la implementación de las líneas de acción establecidas y genera retroalimentación sobre su efectividad.
- Promueve la coordinación y la comunicación entre los sectores emisores.
- Genera información comparable y transparente.
- Resalta las lecciones y buenas prácticas.

La primera letra que compone al MRV es la  $M$  de *Medición y/o Monitoreo (Measurement, Monitoring)* que es un conjunto de operaciones y acciones cuyo objetivo es determinar el valor de un parámetro. La medición se utiliza para comparar los resultados reales con las metas planteadas para un indicador en específico, pero en un sentido más amplio, la  $M$  también significa "Monitoreo", aludiendo al seguimiento y registro de un indicador que se realiza durante un tiempo determinado, con el objetivo de comparar los resultados con una línea base, mismos que sirven para ser reportados y verificados (INE, CTS EMBARQ México y PNUD, 2012).

La letra “R”, se refiere al *Reporte (Reporting)*, el cual es generado a partir de las mediciones y el monitoreo, es decir, es un conjunto de toda la información relevante que atañe a las medidas de mitigación, los indicadores utilizados, la metodología de medición y de cálculo para cada uno de ellos, especialmente el de las emisiones. Este reporte se puede realizar a nivel nacional o internacional dependiendo de los objetivos particulares del proyecto y su implementación. De igual forma, el reporte debe ser capaz de comunicar ampliamente los resultados que se han obtenido hasta el momento (INE, CTS EMBARQ México y PNUD, 2012).

Finalmente, la letra “V” corresponde a *Verificación (Verification)* de lo Medido-Monitoreado y Reportado. Este concepto está relacionado con todas las actividades realizadas para validar, comparar, evaluar o proporcionar una opinión sobre la exactitud de las mediciones y la correcta aplicación del método desarrollado para cada uno de los indicadores establecidos con el objetivo de mejorar la ejecución de los proyectos y obtener mejores resultados. La verificación, dependiendo de los objetivos particulares de cada proyecto, puede ser llevada a cabo por las mismas instituciones que implementan el programa o por un tercero (INE, CTS EMBARQ México y PNUD, 2012). Existen algunas preguntas que son importantes que deben de servir de guía dentro del proceso de un MRV para obtener información de los parámetros precisados. La siguiente tabla presenta dichas preguntas.

<b>Medición</b>	<b>Reporte</b>	<b>Verificación</b>
<b>¿Cómo medir?</b>	¿Qué reportar?	¿Qué verificar?
<b>¿Qué fuentes de medición se utilizan?</b>	¿Cómo reportar?	¿Cómo verificar?
<b>¿Cuándo se mide?</b>	¿Cuándo reportar?	¿Cuándo verificar?
<b>¿Quién mide?</b>	¿Quién reporta?	¿Quién verifica?
<b>¿Qué acciones y/o supuestos son necesarios para efectuar la medición y el monitoreo?</b>		

Tabla 20. Estructura MRV. Fuente (INE, CTS EMBARQ México y PNUD, 2012)

La respuesta a las cuestiones anteriores, permite que el mecanismo sea claro y preciso para los objetivos que se requieran sea cual sea el sector en que se desarrolle la estrategia de mitigación.

Cabe aclarar que hay algunos sectores, como el de transporte, donde la mayoría de los parámetros no tienen tanta complicación en cuanto a su medición, sin embargo, debido a que existen pocas verificadoras acreditadas, el proceso de registro es muy lento y cuando se pretende implementar proyectos a gran escala, es difícil conseguir toda la información pues las bases de datos que se manejan, generalmente están incompletas.

El mecanismo MRV debe considerar todo tipo de indicadores existentes y disponibles que puedan ser útiles, con relativa sencillez de medición para facilitar el seguimiento de las estrategias propuestas. También es necesario reunir todos los elementos que soporten el proceso, por lo cual, tendrán que generarse bases de datos con mayor fiabilidad, exactitud y oportunidad. El proceso de incorporación de los indicadores a un mecanismo MRV se puede apreciar en el anexo A3.

#### Capítulo 4. Implementación de los indicadores en un AGEB de la Delegación Iztapalapa

En esta sección de la tesis se apreciará la implementación de los indicadores en el AGEB seleccionado así como su diseño cartográfico para que se puedan presentar gráficamente las características y las semánticas que componen los mapas con el fin de optimizar el proceso de comunicación entre el autor y el lector de ellos, de esa manera se puede entender la situación actual así como la interpretación del resultado final para el estudio de caso. Sin embargo, antes de pasar a la presentación de los indicadores sería importante definir la zona de estudio donde los datos se aplicarán para generar los indicadores. La zona de estudio seleccionada es la Delegación Iztapalapa por las siguientes razones:

	<b>Criterion</b>	<b>Resumen</b>
1	Contexto socio-demográfico	Es la Delegación más poblada en la Ciudad de México, por ello es una zona geográfica que presenta una alta demanda de movilidad y consecuentemente una zona que necesita componentes de la ITU y su entorno en buenas condiciones.
2	Contexto socio-económico	Es una zona geográfica con un estatus socio-económico muy bajo y contiene un gran número de grupos vulnerables. Por ello, hay una tremenda necesidad de mejorar las condiciones de movilidad alternativa de las personas que no tienen la capacidad de comprar un vehículo privado.
3	Seguridad Vial	Iztapalapa es la primera Delegación de la Ciudad de México en relación con los accidentes viales, consecuentemente el diseño urbano y la gestión de tránsito urbano necesitan priorizar los modos alternativos de transporte (caminata, ciclismo, uso de transporte público) y no solamente enfocar sobre el transporte motorizado privado como ha sido la práctica todos estos años.
4	Planeación urbana	La Delegación tiene muchos asentamientos irregulares que en la mayoría de los casos son producto de auto-construcción afectando de esa manera su entorno urbano ya que no tienen una visión de red apareciendo como una infraestructura inconclusa e inconexa.
5	Condiciones de la UTI y entorno urbano.	La Delegación tiene deficiente ITU la cual no proporciona la misma calidad de servicio a la población local, generando barreras entre la sociedad. En algunas áreas de la Delegación hay varios componentes de la ITU como alumbrado público, rampas, banquetas, guarniciones que no cuentan con el mantenimiento adecuado y no hay suficiente cobertura de dichos elementos dificultando el establecimiento de barrios que promueven la accesibilidad, conveniencia y seguridad de los peatones y ciclistas. En cuanto a la red de tránsito motorizado hay vialidades no pavimentadas aumentando el riesgo de hundimiento, inundaciones y retrasos en cuanto al desplazamiento territorial de las personas.

Tabla 21. Justificación de la selección de Iztapalapa como estudio del caso. Elaboración propia basada en (Delegación Iztapalapa, 2015; SEDESOL, 2011; SEDESOL, 2012; ANSE, 2009; ITDP, 2015).

No obstante, la implementación de los indicadores en toda la Delegación Iztapalapa sobrepasaría las limitaciones del tiempo de mi programa de posgrado, por eso los indicadores se implementarán en un AGEB de la Delegación Iztapalapa, el cual tiene las siguientes características:

<b>Características del AGEB</b>	<b>Resumen</b>
Relación entre AGEB y manzanas	El AGEB inspeccionado contiene 23 manzanas.
Población total	Se seleccionó el AGEB debido a su alta concentración poblacional (11611 habitantes). El AGEB seleccionado es uno de los más poblados (el segundo más poblado) dentro de los límites geográficos de la Delegación Iztapalapa. Por lo tanto, genera una demanda muy alta de movilidad y al mismo tiempo exige la existencia de suficiente y adecuada cobertura de la UTI y su entorno urbano para cubrir las diferentes necesidades humanas de sus habitantes. Sin embargo, es importante destacar que no se seleccionó el AGEB más poblado de la Delegación (que cuenta con 17152 personas) debido a que corresponde al AGEB que contiene el sistema penitenciario de Santa Marta Acatitla, por ello en su lugar se seleccionó el AGEB del estudio de caso.
Alta concentración de puntos de interés	Además, el AGEB seleccionado tiene una muy alta concentración de varios puntos de interés que cubren distintas necesidades humanas, haciendo así el área de estudio un alto candidato en relación con generación y atracción de viajes.
Bajo nivel de planeación urbana	Finalmente, se puede decir que la fuerte mayoría de manzanas del AGEB examinado no tienen una forma regular, su forma en la mayoría es muy diferente a lo normal (cuadrado) por ello, las manzanas parecen laberintos, no permiten la fácil conectividad entre sí, hacen la orientación de los peatones difícil y lo más importante debido a su forma irregular no ofrecen la oportunidad a la gente a conectarse con los modos de transporte público y pasar de las redes jerárquicas a las bien organizadas.

Tabla 22. Características actuales del AGEB seleccionado. Elaboración propia.

#### **4.1) Implementación de los indicadores y diseño cartográfico**

Para la implementación de los indicadores se utilizó un SIG (en nuestro caso se utilizó un SIG libre como es el QGIS con el nombre "Lyon") y se elaboraron mapas temáticos representativos para cada indicador. Por ejemplo, el indicador de alumbrado público, puede apreciarse en la Figura 49, que la mayoría de las manzanas cuentan con cobertura suficiente. Sin embargo, esto puede ser un poco engañoso porque dentro de esta mayoría nos encontramos manzanas de áreas pequeñas, mientras que al mismo tiempo hay manzanas de áreas muy grandes que implican una mayor demanda de movilidad que no tienen un 100% de cobertura de alumbrado público y ciertamente afectan a la seguridad y comodidad de los peatones, por esa razón es muy importante que se establezca un 100% de cobertura de alumbrado público dentro del AGEB seleccionado a fin de fortalecer el nuevo paradigma de movilidad sustentable.

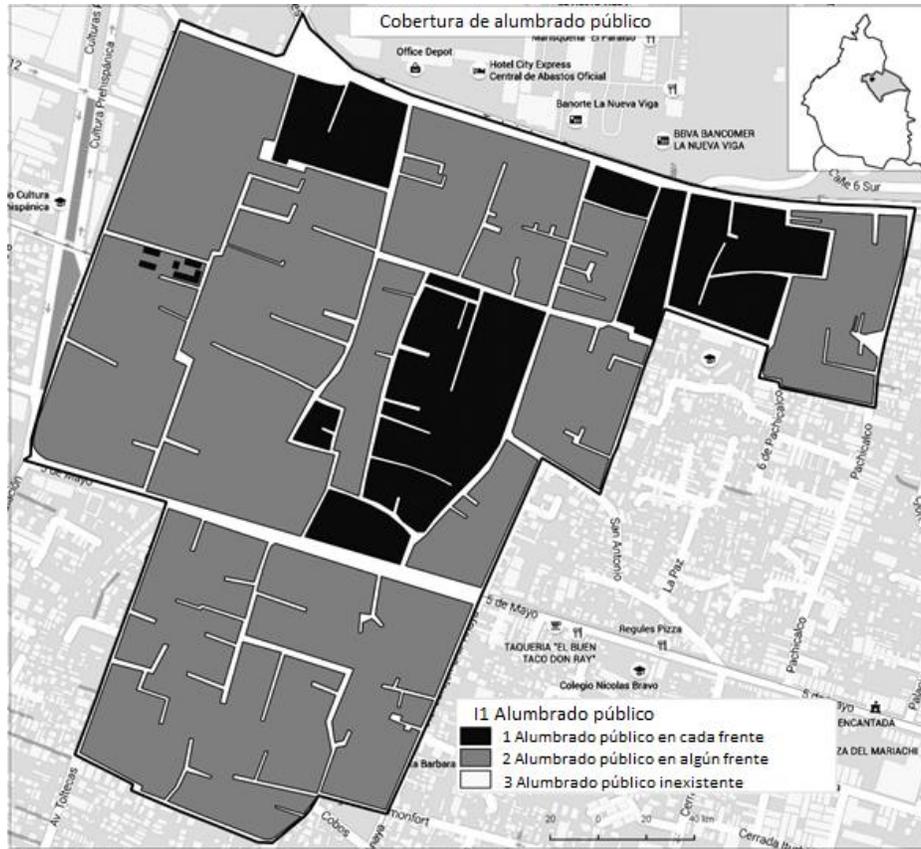


Figura 49. Cobertura de alumbrado público. Elaboración propia.

En las siguientes dos figuras podemos ver la cobertura de los puestos semifijos y los puentes ambulantes y se puede decir que hay muchos puestos de comercio en el AGEB examinado (de hecho no existe ni una sola manzana que no tenga puestos de comercio), este hecho puede ser bueno en el sentido que ofrece trabajo a personas y que satisface necesidades alimentarias a bajo costo para la gente que vive en las manzanas del AGEB estudiada, sin la necesidad de utilizar el coche. Sin embargo, los mismos puestos pueden causar conflictos de movilidad, mediante el deterioro de ciertos elementos de la ITU como por ejemplo: guarniciones, banquetas, alumbrado público así como impedimento en cuanto a la función que deben cumplir las rampas, banquetas, ciclovías etc. Por ello, sería necesario realizar auditorías de seguridad vial para identificar y caracterizar los sitios de conflicto donde los puestos de comercio presentan obstáculos para la movilidad peatonal y ciclista.

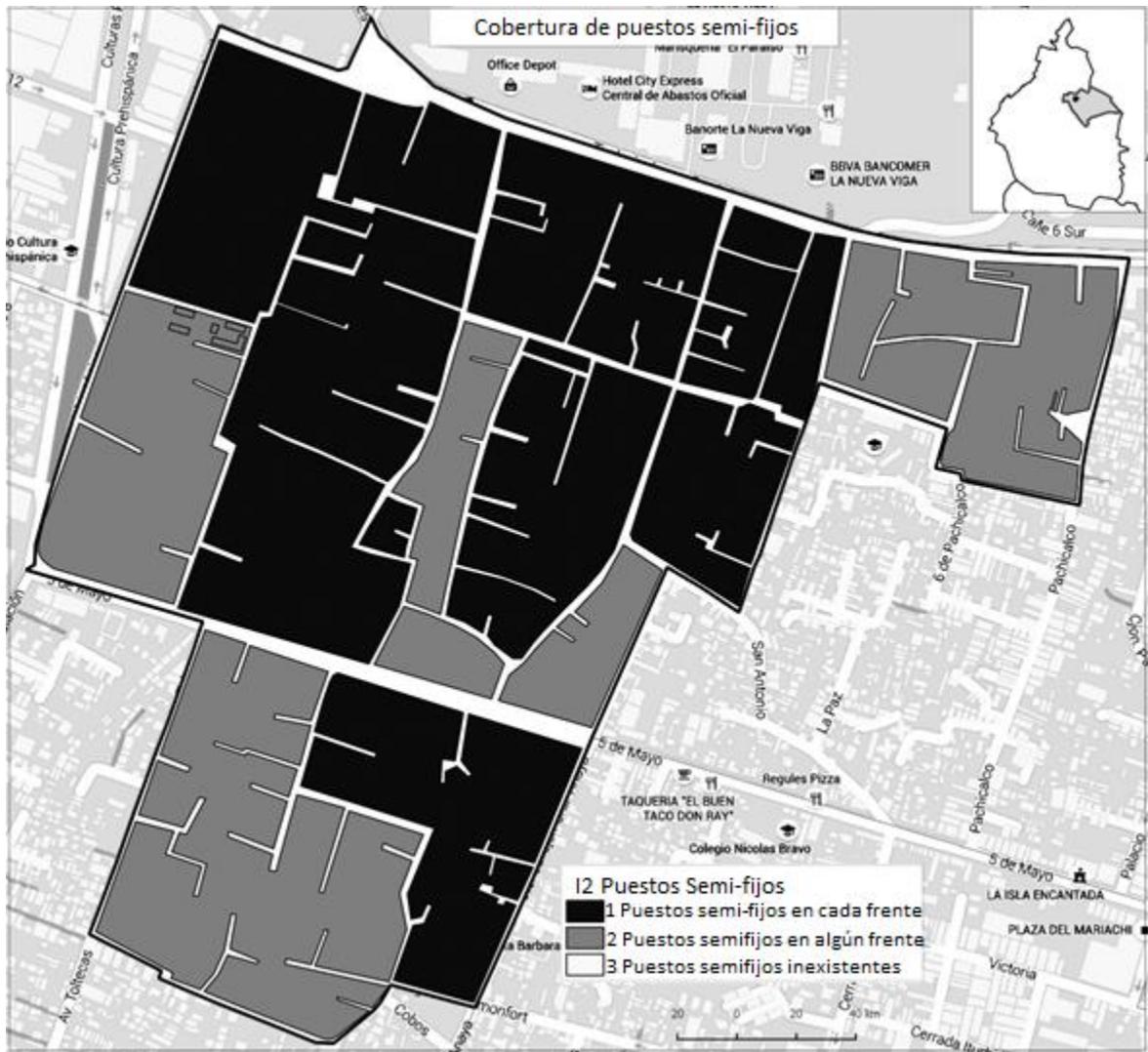


Figura 50. Cobertura de puestos semi-fijos. Elaboración propia.

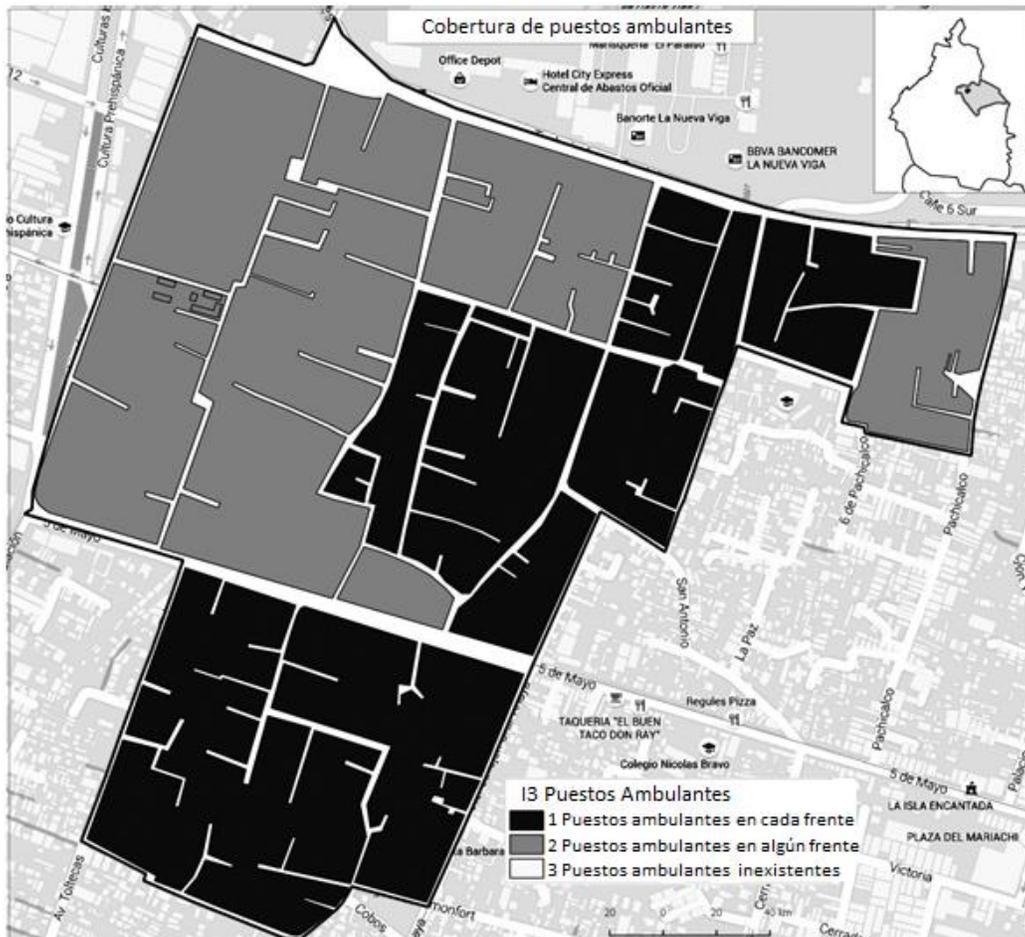


Figura 51. Cobertura de puestos ambulantes. Elaboración propia.

En la Figura 52, se aprecia el indicador de puentes peatonales y vemos que solamente dos manzanas tienen en uno de sus frentes puentes peatonales (los cuales no cuentan con elementos de accesibilidad). El resto de las manzanas no tiene puentes en ninguno de sus frentes, algo que es lógico, no puede haber puentes en cada manzana, primero por cuestiones presupuestales y segundo porque su presencia depende del tipo de la vía y su características geométricas. Los puentes peatonales se construyen cuando hay vías de circulación rápida para permitir a las personas pasar de manera segura una vía de tránsito rápido sin haber interacción con el flujo motorizado. Sin embargo, lo importante es fortalecer la percepción de la gente sobre la seguridad de estos puentes, ya que es común que los peatones pasen por debajo por cuestiones de la inseguridad misma de los puentes peatonales o por representar un esfuerzo significativo a las personas de la tercera edad. Por ello, es importante garantizar la instalación de alumbrado público en los puentes y equiparlos con elementos que permitan la accesibilidad universal (rampas y elevadores). Para el resto de las manzanas lo que se puede hacer para aumentar la comodidad y la seguridad de los peatones es colocar señalización vertical y horizontal adecuada, evitando los costos elevados que significa la construcción de puentes peatonales.

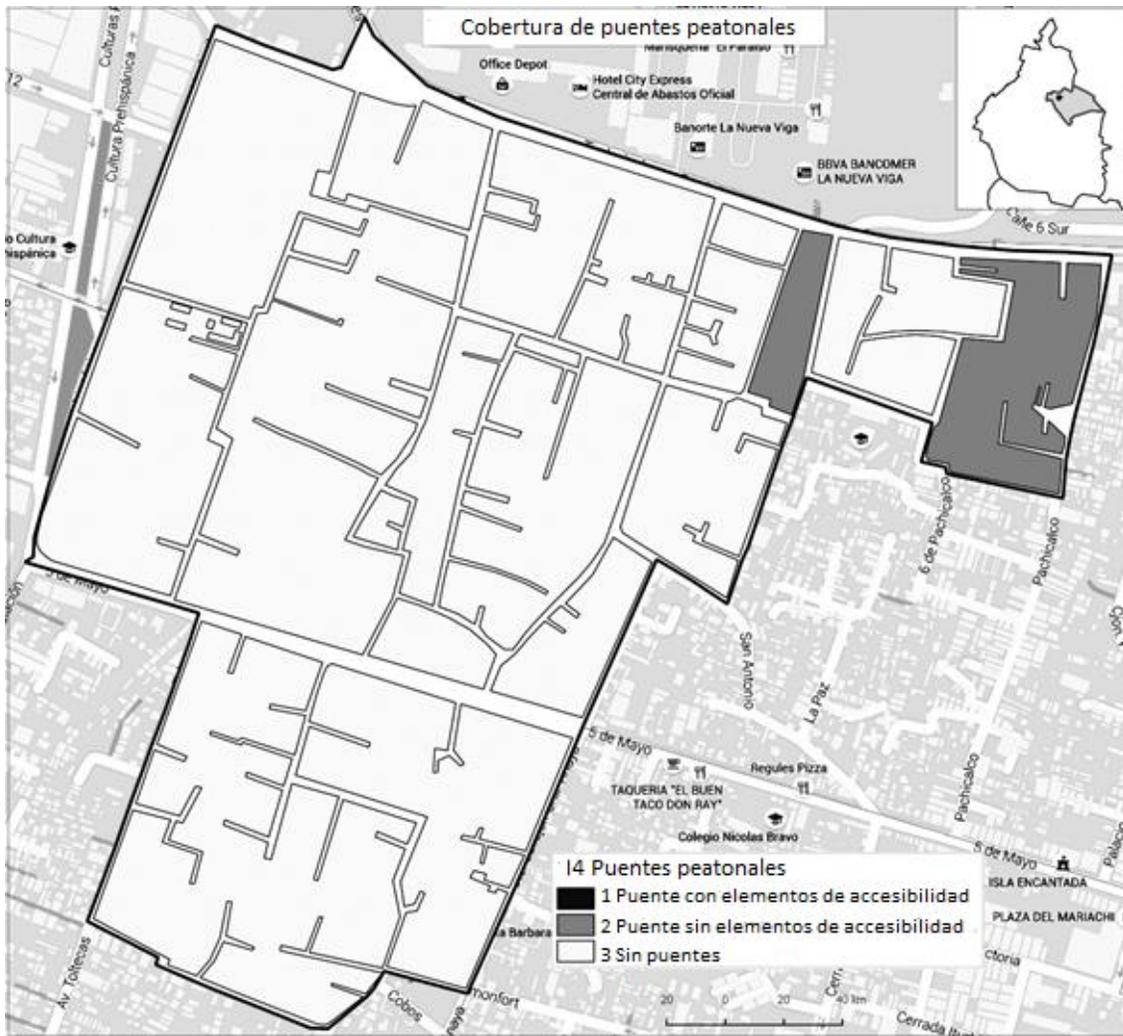


Figura 52. Cobertura de puentes peatonales. Elaboración propia.

En las Figuras 53, 54 y 55 se visualizan respectivamente la distribución territorial de los indicadores de banquetas, guarniciones y rampas, elementos importantes para la creación de calles completas, vistas como un espacio público vital para la integración de vehículos y personas, concepto que trasciende el de una simple vía para el movimiento de vehículos. Sin embargo, la situación actual no permite por el momento la creación de calles completas, debido a la ausencia de 100% de cobertura de los elementos de la ITU anteriormente mencionados que prácticamente son elementos esenciales para la movilidad peatonal y ciclista. En el caso de banquetas y guarniciones la situación actual es prácticamente la misma debido a la alta correlación entre los dos elementos, ya que la mayoría de manzanas tienen insuficiente cobertura de dichos indicadores, algo que se debe cambiar porque las banquetas son las principales vías peatonales y las guarniciones pueden mejorar la seguridad peatonal.



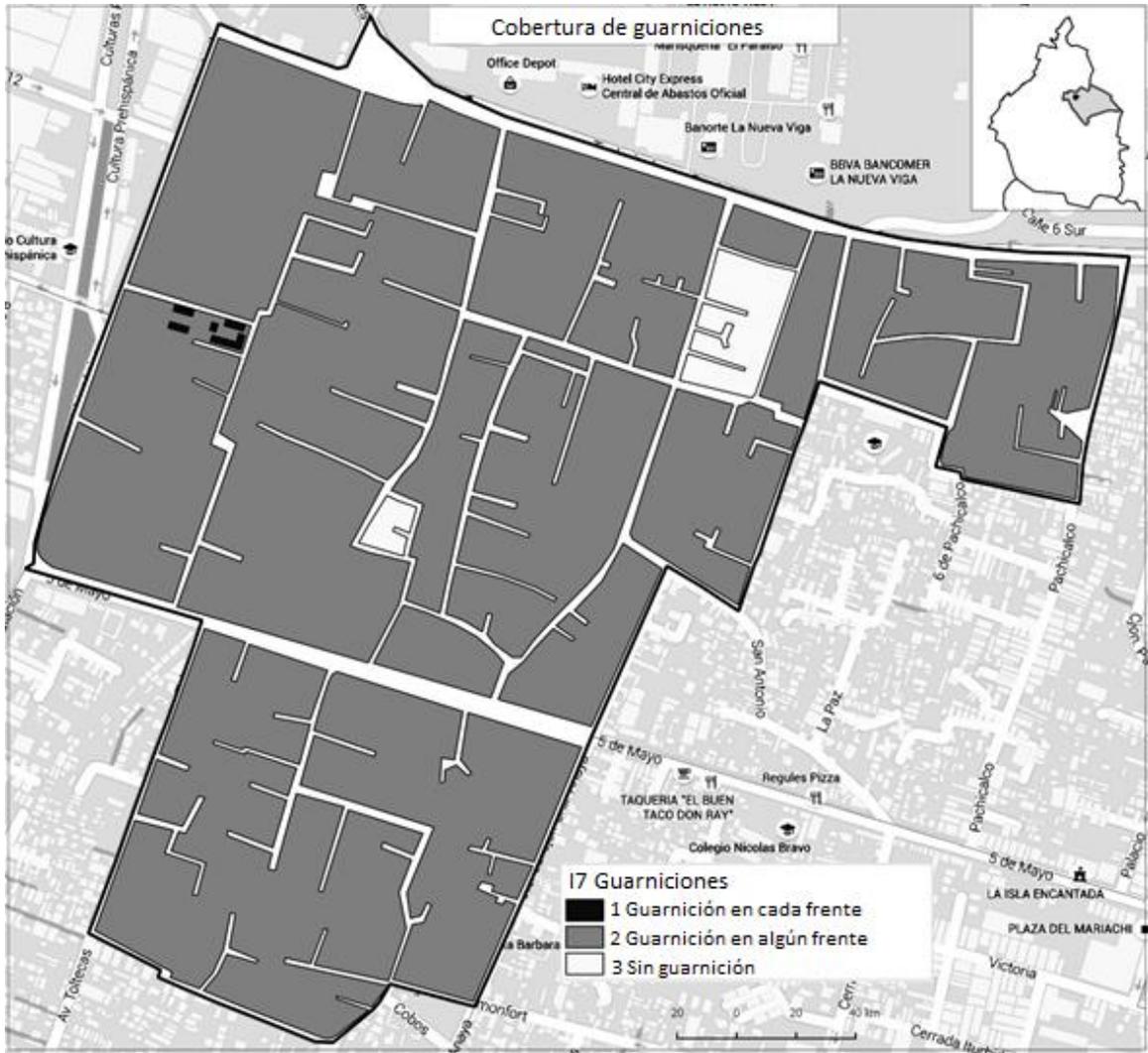


Figura 54. Cobertura de guarniciones. Elaboración propia.

Para el caso de las rampas (Figura 55) la situación es incluso peor, porque un elevado porcentaje de manzanas no cuenta con rampas, si queremos crear una ciudad inclusiva tomando en cuenta las necesidades de los grupos vulnerables, caso concreto de las personas con discapacidad, tenemos que mejorar la cobertura y funcionalidad de las rampas.

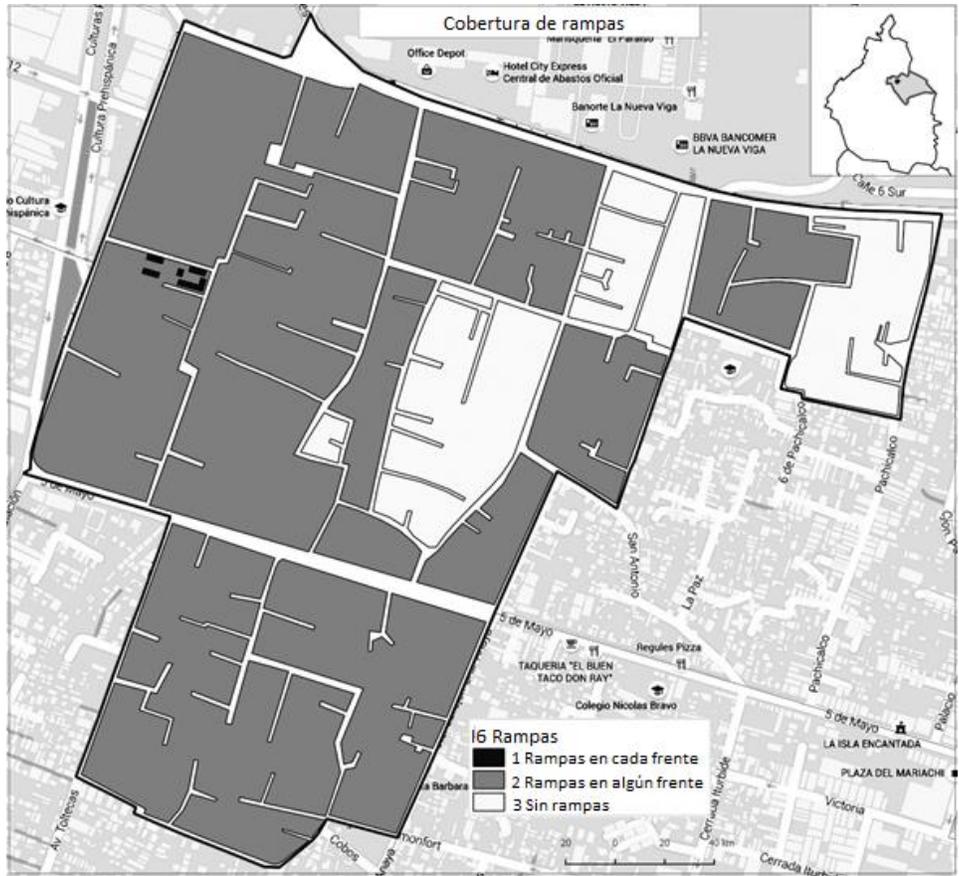


Figura 55. Cobertura de rampas. Elaboración propia.

En la Figura 56 se puede visualizar el indicador de conectividad según la existencia de diferentes tipos de vialidades alrededor del centroide de cada manzana dentro del AGEB inspeccionado. En la parte norte del AGEB pasa la arteria principal denominada Trabajadoras Sociales, también hay una avenida secundaria que atraviesa el AGEB con el nombre de 5 de Mayo que es intersectada verticalmente por otra avenida secundaria denominada Avenida Toltecas, el resto de las manzanas dentro del AGEB examinado están conectadas por calles locales como Pachicalco, General Anaya y Anillo de Circunvalación. Se puede observar que todas las manzanas del norte del AGEB tienen al menos uno de sus frentes a la arteria principal y por lo tanto se califican con un valor de conectividad media, mientras que el resto de los bloques están calificados con baja conectividad. Las manzanas que tienen alta o media conectividad, al menos un frente de la manzana tiene una vialidad primaria que por sus características geométricas permite el tránsito de transporte público de alta (metro-metrobús) o media capacidad (RTP, Trolebús).

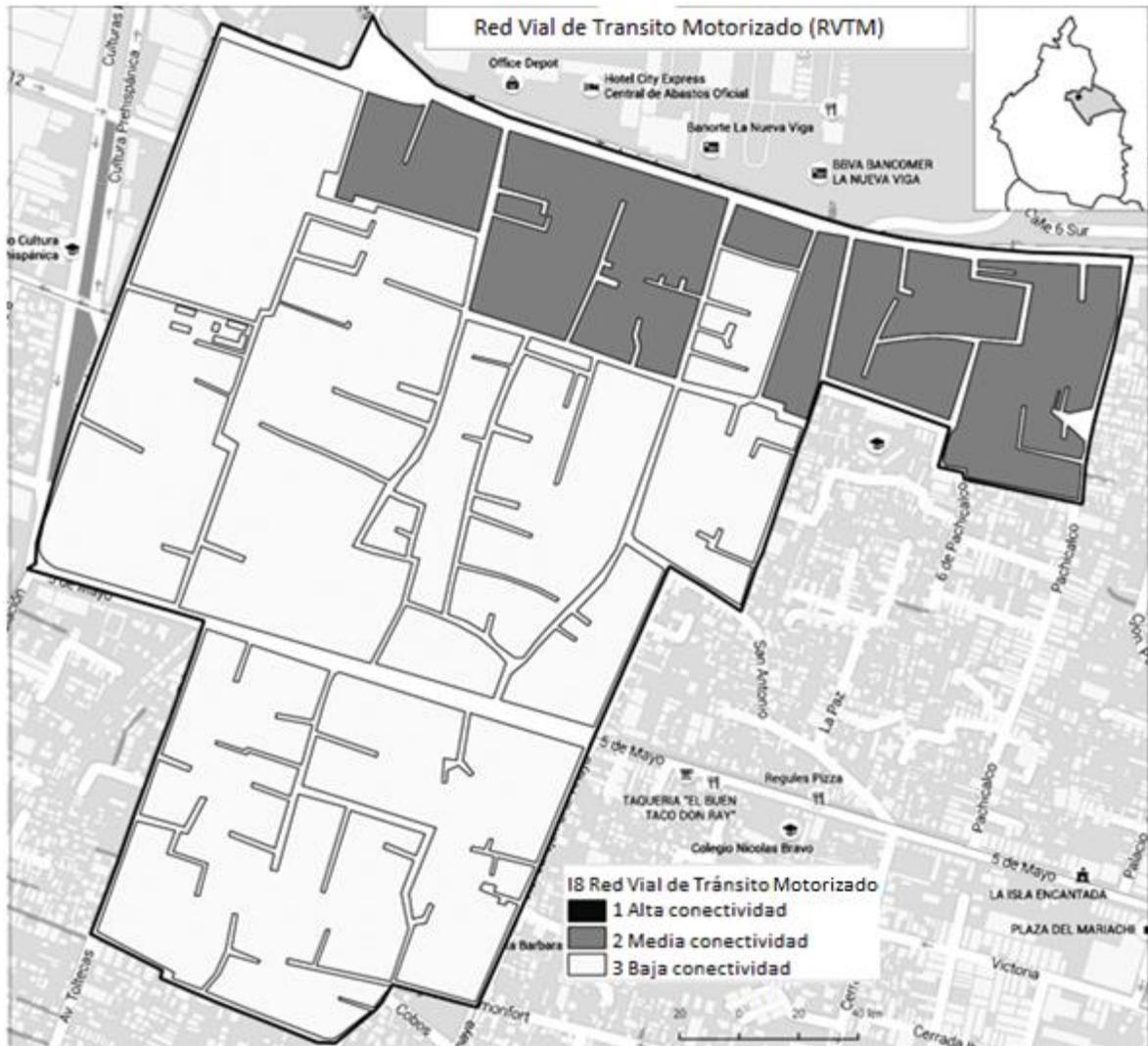


Figura 56. Indicador de conectividad. Elaboración propia.

El indicador de cobertura de transporte público (Figura 57), nos revela un buen estado, casi cada manzana del AGEB cuenta con servicios de transporte público. Sin embargo, cuando comparamos este resultado con la Figura 58, que representa el indicador de estaciones de transporte público, vemos que en realidad hay sólo dos manzanas que cuentan con estaciones de transporte público y que ellas son de mediana capacidad (trolebús). Esta situación indica que en el resto de las manzanas sólo se cuenta con modos de desplazamiento de baja capacidad (micros, combis) que no cuentan con paradas fijas de transporte público. Finalmente, se puede decir que hay una relación directa entre la cobertura y capacidad de los modos de transporte público. Las estaciones y el nivel de conectividad, cuanto mayor sea el nivel de conectividad debido a las características físicas de las vías, el modo de transporte público tendrá mayor capacidad.

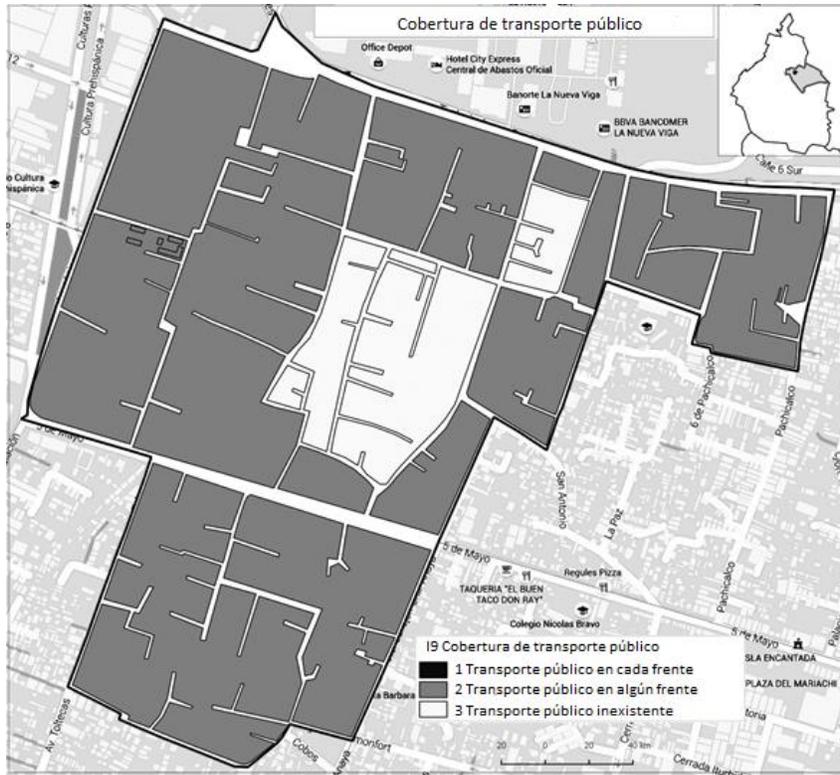


Figura 57. Cobertura de transporte público. Elaboración propia.

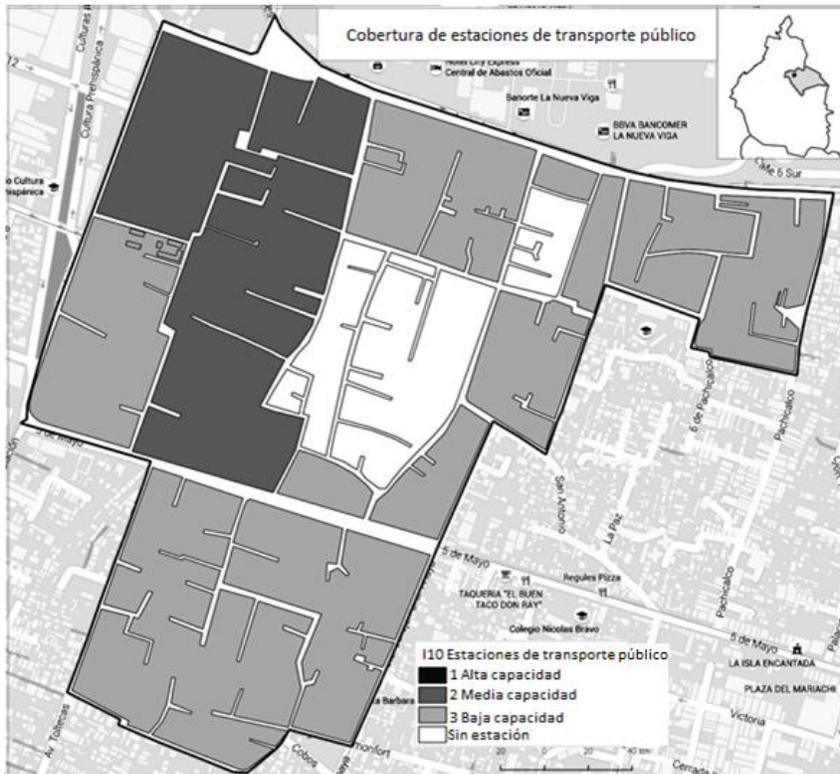


Figura 58. Cobertura de estaciones de transporte público. Elaboración propia.

Los indicadores presentados en las Figuras 59 y 60 son relativamente sencillos de entender, muestran la concentración poblacional que vive en cada manzana del AGEB seleccionado así como, el tipo predominante de uso del suelo de las manzanas. El 65% del total de las manzanas tiene una población mayor que el promedio de la Delegación Iztapalapa, lo que implica gran demanda de movilidad. Por ello es importante que dentro del AGEB seleccionado se identifiquen cuales manzanas deben estar bien equipadas con diversos elementos de la ITU necesarios para promover la movilidad sustentable del peatón, ciclista y usuario de transporte público.

El indicador de uso del suelo, también nos demuestra que todas las manzanas dentro de los límites geográficos del AGEB, tienen como tipo predominante el habitacional, lo que implica teóricamente movimientos pendulares casa trabajo, sobre todo considerando que Iztapalapa está clasificada como ciudad dormitorio. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que alrededor de las manzanas existen muchos puntos de interés, que cubren necesidades básicas como comercios de comida, de ropa, abarrotes etc., modificando el tipo de uso del suelo hacia la clasificación de mixto. Este desfase entre el tipo del uso de suelo se debe probablemente a que cuando se registró el tipo predominante como habitacional no se tenía registrados los puntos de interés, sobre todo si son informales.

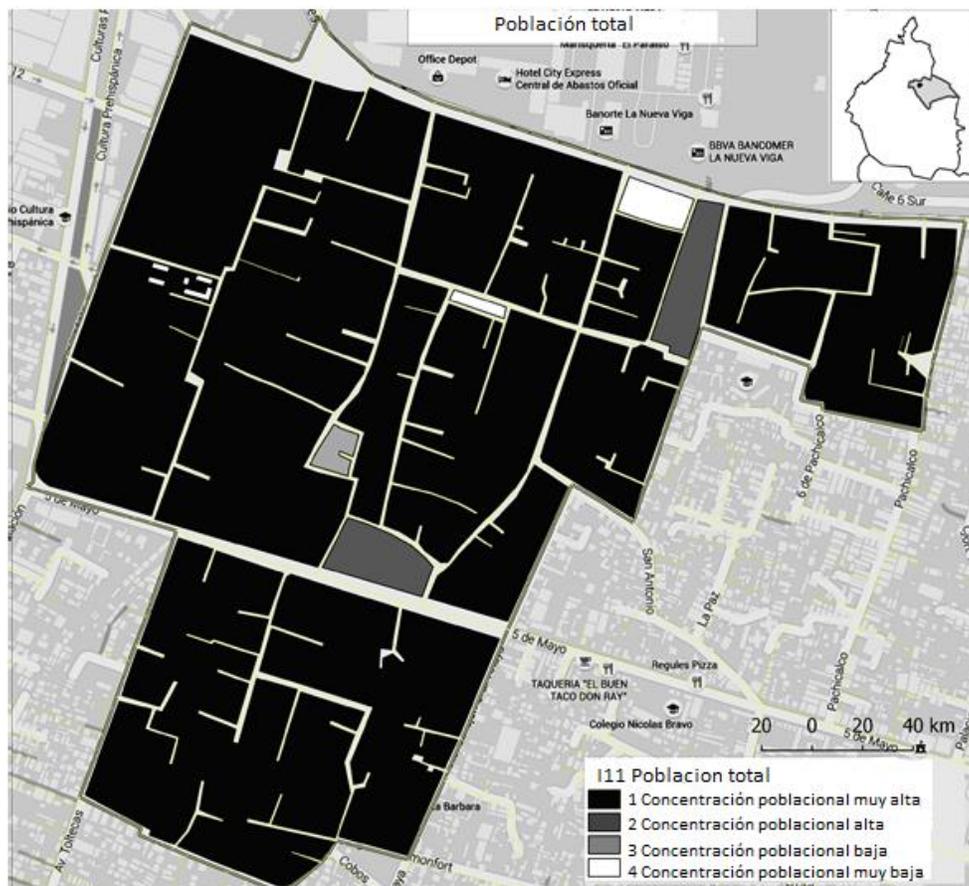


Figura 59. Concentración poblacional. Elaboración propia.

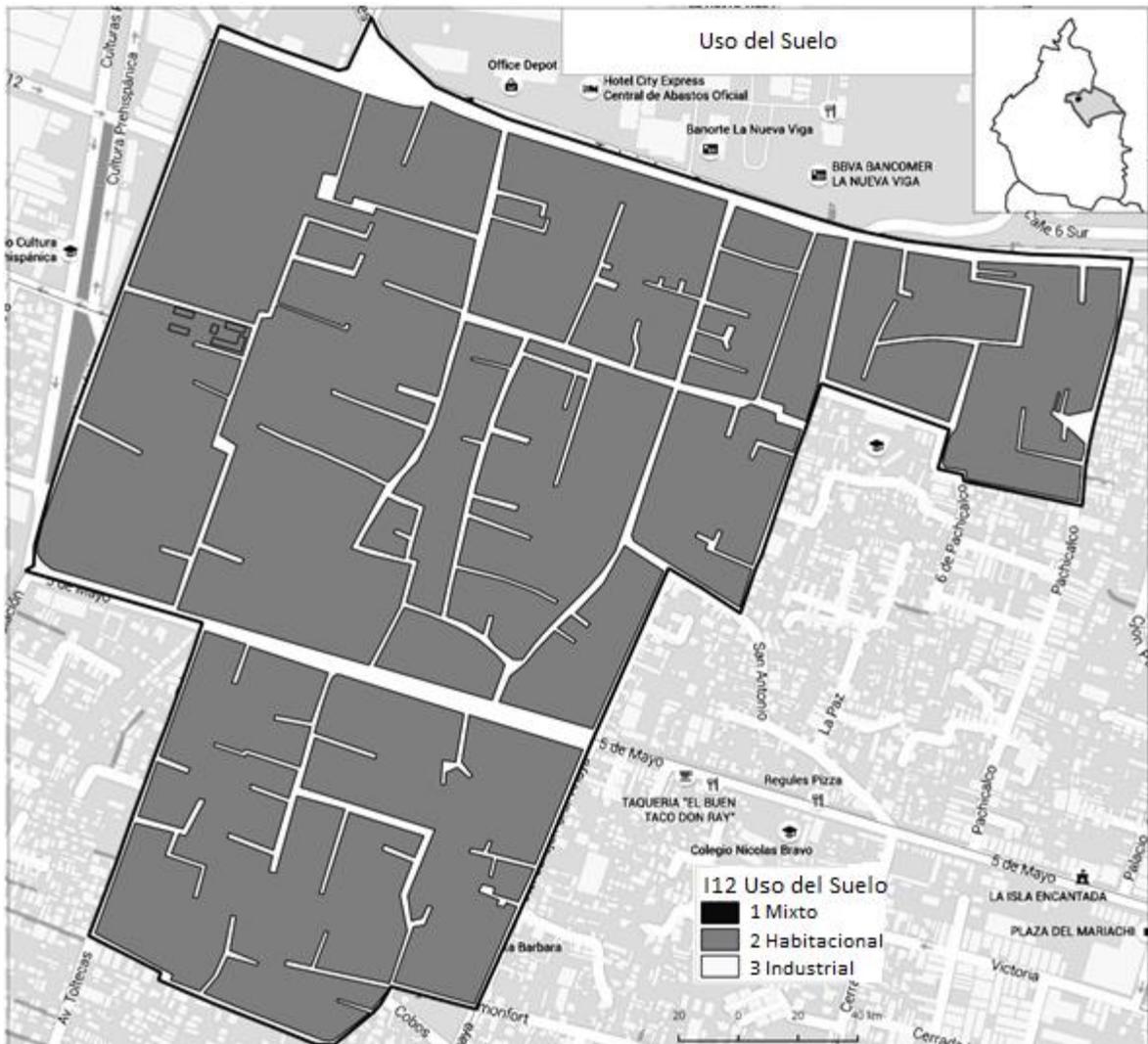


Figura 60. Uso del Suelo. Elaboración propia.

Los siguientes dos indicadores (proximidad y autosuficiencia) se relacionan entre sí y con el concepto de barrio completo porque el primero (proximidad a los POIs) demuestra la facilidad de las personas que viven dentro de los límites del AGEB para cubrir sus necesidades sin usar el coche. Como vemos en la Figura 61, todas las manzanas del AGEB tienen un nivel de proximidad 3, lo que significa que la mayoría de los POIs desde cada centroide de las manzanas, está a una distancia máxima de 750 metros, valor que no supera la máxima distancia peatonal aceptable.

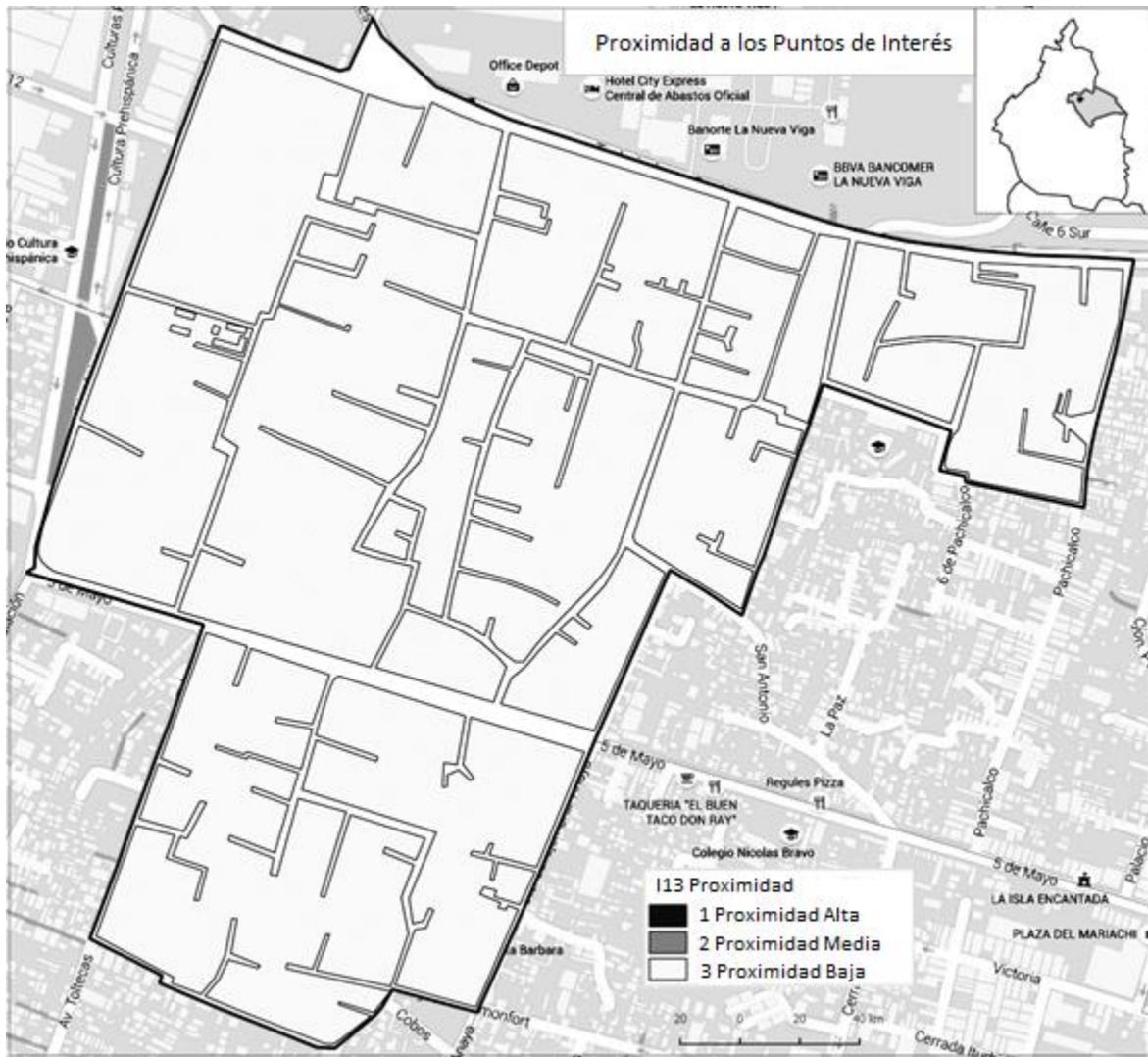


Figura 61. Proximidad a los puntos de interés. Elaboración propia.

Por otro lado, el indicador de autosuficiencia demuestra los tipos de POIs que están ubicados alrededor de cada manzana para que podamos ver qué tipos de necesidades se pueden cubrir sin el uso de auto particular, los resultados fueron bastante alentadores porque en todas las manzanas hay un nivel muy alto-alto de autosuficiencia, lo que significa que el concepto de barrio completo podría implementarse en el AGEB seleccionado.

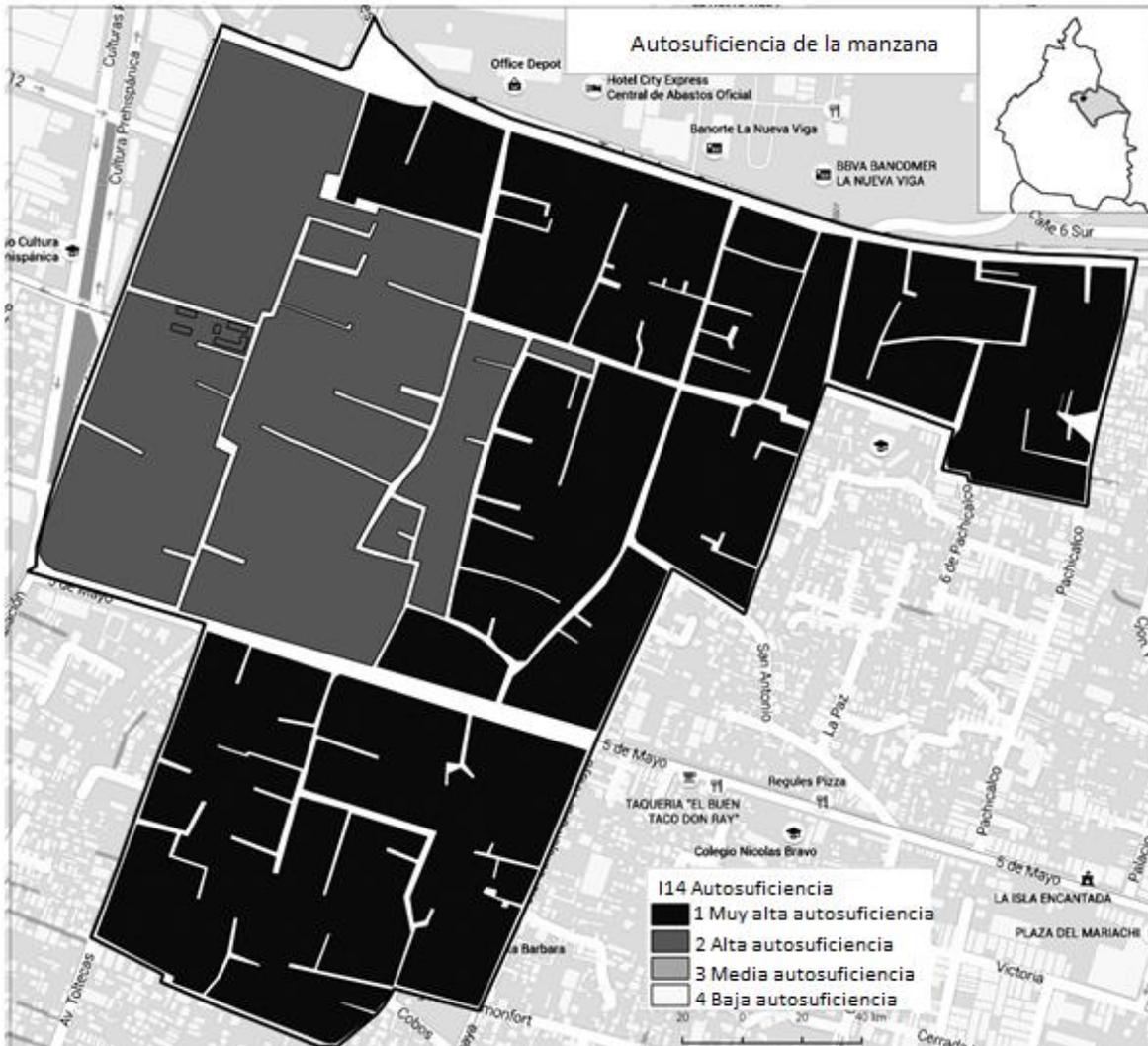


Figura 62. Indicador de autosuficiencia de la manzana. Elaboración propia.

En la Figura 63 se expresa territorialmente la inexistencia de ciclovías. Situación contradictoria porque la Delegación Iztapalapa es la primera en cuanto al número de viajes en bicicleta de toda la Ciudad de México. Como la política pública ha utilizado a las ciclovías como bandera política estas se han construido en sitios donde pueden lucirse más que en los lugares donde hacen falta. Este es un tema que debe subsanarse y que el tipo de estudio que estamos realizando podría arrojar insumos valiosos para identificar dónde deberían de construirse dichas ciclovías para apoyar incluso el concepto de intermodalidad del transporte público.

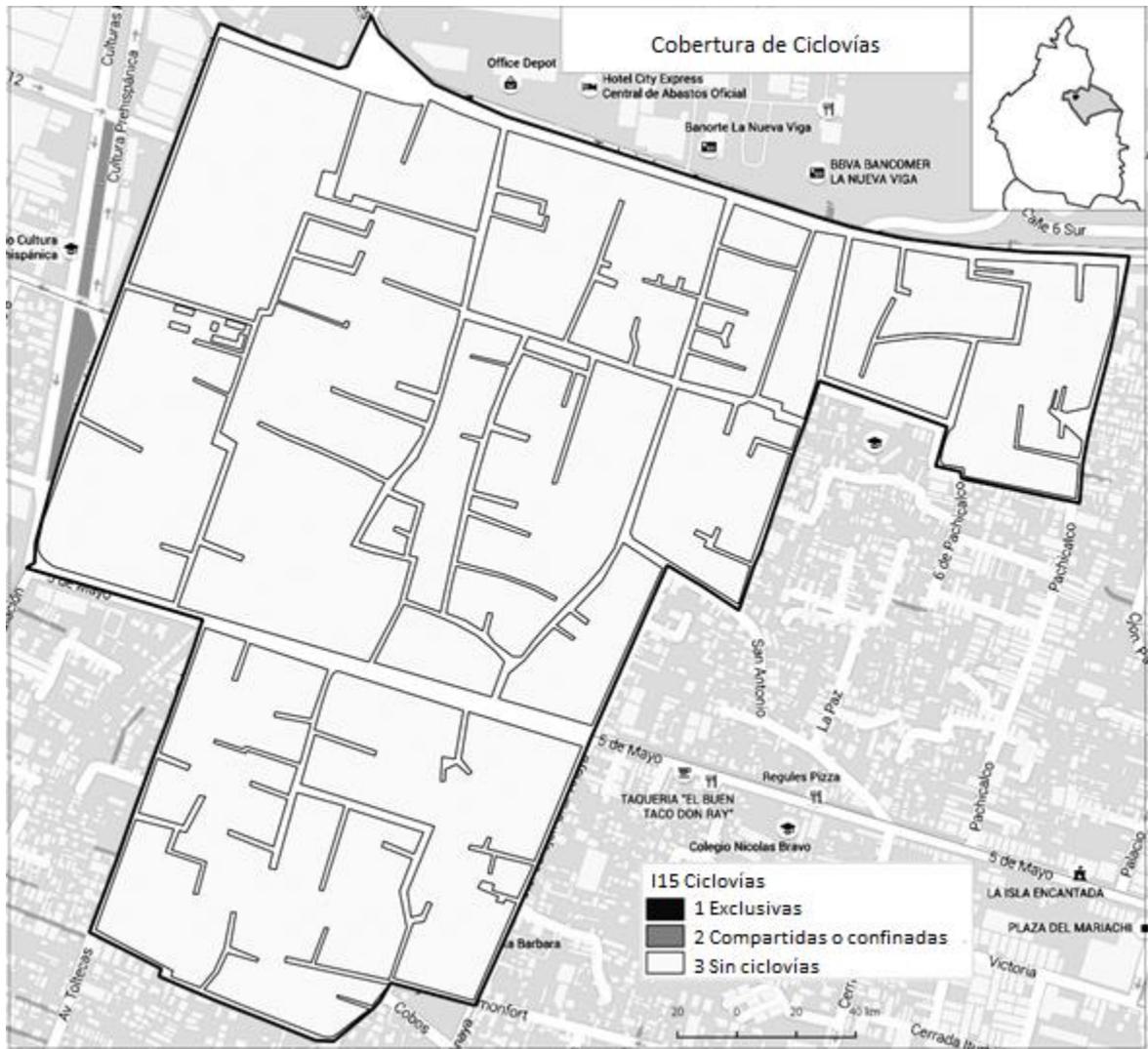


Figura 63. Cobertura de ciclovías. Elaboración propia.

El penúltimo indicador es el de tamaño y factor de forma de las manzanas. En la Figura 64, se advierte que la mayoría tiene un área muy grande lo que significa que la gente debe caminar largas distancias para llegar a su destino. Además, la mayoría de las manzanas del AGEB examinado no tienen la tradicional forma cuadrada. Lo que indica que se han construido de manera caótica, por lo que parecen laberintos de difícil tránsito para los peatones y conductores que no están familiarizados con el AGEB. Algo que debe cambiar, si queremos desarrollar barrios que promueven la caminata así como la alta cobertura de transporte público, ya que mientras más parece como laberinto la manzana menos posibilidades hay que pase por ella dicho modo de transporte.

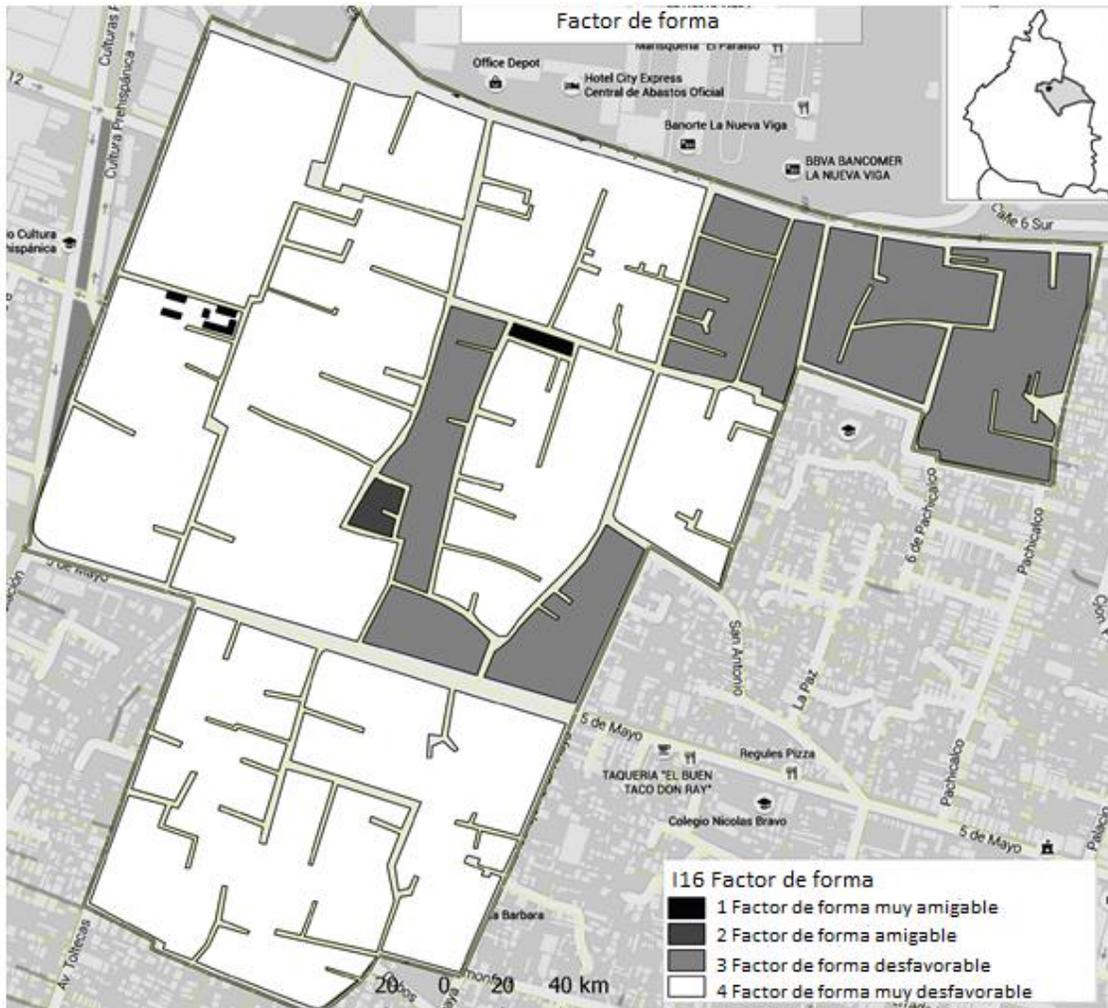


Figura 64. Indicador de factor de forma de la manzana. Elaboración propia.

Por último, tenemos el indicador de árboles que nos muestra que la mayoría de las manzanas tiene árboles pero su cobertura no es del 100%, sin que esto signifique un problema, sería recomendable aumentar la cobertura vegetal, no sólo por cuestiones estéticas, también por motivos de salud y para disminuir la contaminación ambiental.

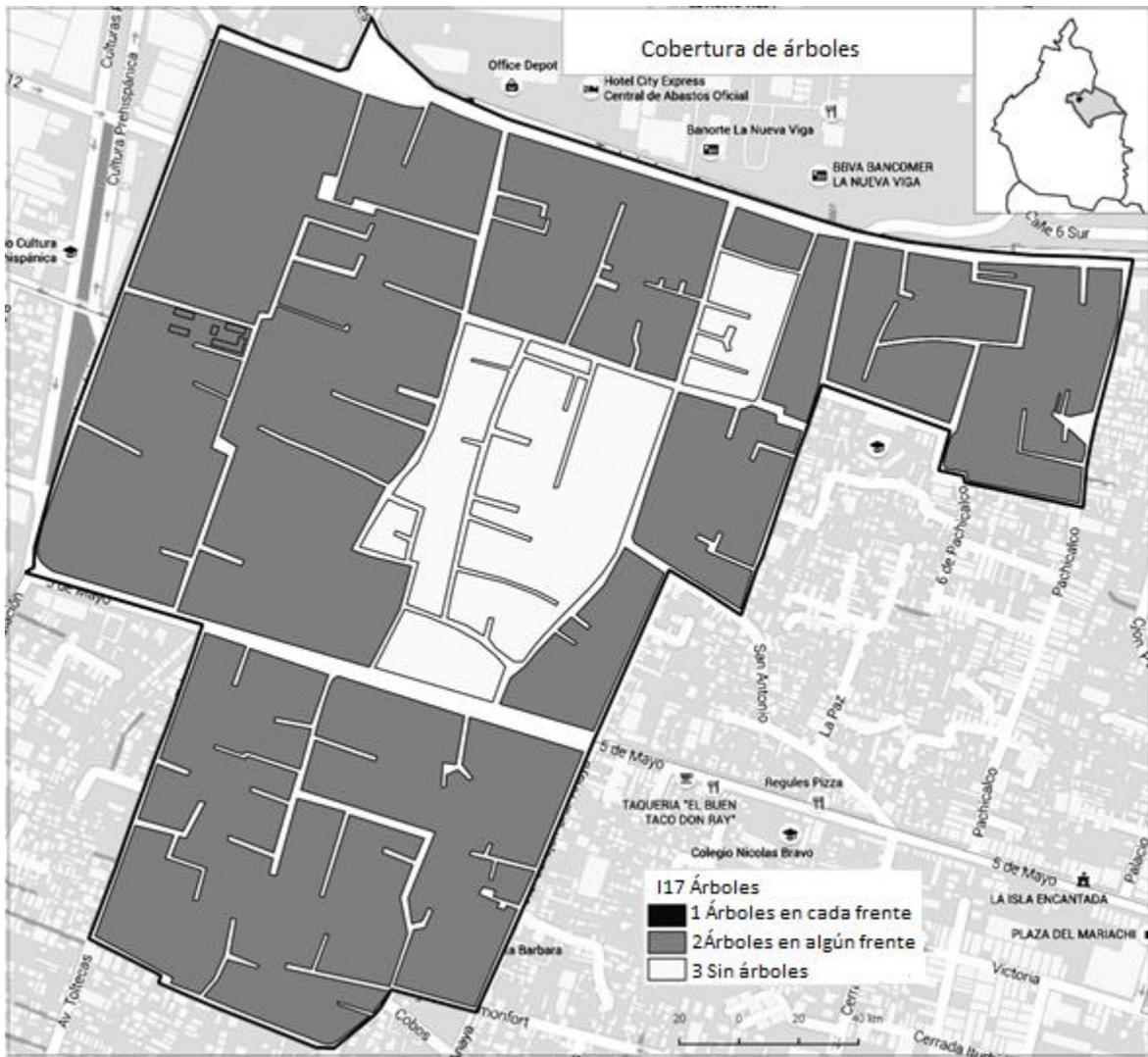


Figura 65. Cobertura de árboles. Elaboración propia.

#### 4.2) Generación del Índice Global para el Estudio de Caso

Ahora que ya se han implementado los indicadores en el AGEB seleccionado podemos presentar sus valores actuales para cada uno de ellos, de esa manera se puede construir la línea base que a su vez nos puede guiar en cuanto al desarrollo de los indicadores. En la siguiente tabla se puede apreciar la parte variable  $V(i)$  (presentada en la ecuación 3) y los valores de cada uno de los 17 indicadores para el caso de estudio del AGEB seleccionado. Los valores vistos en la Tabla 23 resultan de la siguiente fórmula matemática:

$$V(i) = \left(\frac{N_i}{N_t}\right) \times \left(\frac{A_i}{A_t}\right) \quad (5)$$

Donde  $V(i)$ , es el valor actual  $V$  para cada indicador  $i$  considerado.  $N_i$  es el número de manzanas que cuentan con el atributo deseado como este resulta de los criterios establecidos en tabla 23 y  $A_i$  es el área que estas manzanas cubren.  $N_t$  es el número total de manzanas dentro del AGEB inspeccionado y  $A_t$  es el total del área del AGEB.

Indicador y su Simbología	Valor V(i) del AGEB	Criterio para calificar el AGEB según cada indicador
Alumbrado público (Vap)	$V_{ap} = \left(\frac{13}{23}\right) \times \frac{91434.61}{469697.81} = 0.10$	Número de manzanas que tienen alumbrado público en cada frente de manzana en el AGEB inspeccionado.
Puestos semi-fijos (Vpsf)	$V_{psf} = \left(\frac{11}{23}\right) \times \frac{283600.68}{469697.81} = 0.28$	Número de manzanas que tienen cobertura de puestos semi-fijos en cada frente de manzana en el AGEB inspeccionado.
Puestos ambulantes (Vpa)	$V_{pa} = \left(\frac{12}{23}\right) \times \frac{238458.72}{469697.81} = 0.26$	Número de manzanas que tienen cobertura de puestos ambulantes en cada frente de manzana en el AGEB del estudio de caso.
Puentes peatonales (Vpp)	$V_{pp} = \left(\frac{2}{23}\right) \times \frac{31617.08}{469697.81} = 0.0056$	Número de manzanas que tienen puente peatonal en alguno de sus frentes en el AGEB inspeccionado.
Banquetas (Vb)	$V_b = \left(\frac{5}{23}\right) \times \frac{683.01}{469697.81} = 0.00029$	Número de manzanas que tienen banquetas en cada frente de la manzana en el AGEB inspeccionado.
Rampas (Vra)	$V_{ra} = \left(\frac{5}{23}\right) \times \frac{683.01}{469697.81} = 0.00029$	Número de manzanas que tienen cobertura de rampas en cada frente de la manzana dentro del AGEB inspeccionado.
Guarniciones (Vgu)	$V_{gu} = \left(\frac{5}{23}\right) \times \frac{683.01}{469697.81} = 0.00029$	Número de manzanas que tienen suficiente cobertura de guarniciones (o sea existencia de guarnición en cada frente de la manzana), dentro del AGEB inspeccionado.
Red Vial de tránsito Motorizado (Vrv)	$V_{rv} = \left(\frac{6}{23}\right) \times \frac{107346.79}{469697.81} = 0.059$	Número de manzanas que tienen alto-medio nivel de conectividad en el AGEB inspeccionado. Se eligió dicho nivel de conectividad debido a que las vías primarias por sus características geométricas facilitan la cobertura de transporte público.
Cobertura de transporte public (Vtp)	$V_{tp} = \left(\frac{18}{23}\right) \times \frac{406915.09}{469697.81} = 0.67$	Número de manzanas que cuentan con tránsito de transporte público en alguno de sus frentes dentro del AGEB inspeccionado.
Estaciones de transporte public (Vetp)	$V_{etp} = \left(\frac{2}{23}\right) \times \frac{123699.38}{469697.81} = 0.021$	Número de manzanas que cuentan con estación de transporte público en alguno de sus frentes en el AGEB inspeccionado.
Concentración poblacional (Vcp)	$V_{cp} = \left(\frac{15}{23}\right) \times \frac{463026.79}{469697.81} = 0.63$	Número de manzanas que tienen una concentración poblacional mayor que el promedio de la Delegación Iztapalapa en el AGEB inspeccionado.
Uso del suelo (Vus)	$V_{us} = \left(\frac{23}{23}\right) \times \frac{469697.81}{469697.81} = 1$	Número de manzanas que tienen uso predominante del suelo el mixto. Cabe mencionar que en este caso decidimos calificar a todas las manzanas del AGEB seleccionado con uso del suelo mixto debido al hecho que alrededor de ellas tenemos establecidos múltiples puntos de interés que cubren varias necesidades humanas, transformando el área en un alto candidato en cuanto a atracción y generación de viajes. Sin embargo, vale la pena comentar que el tipo oficial del uso del suelo predominante en el AGEB es el habitacional y que posiblemente este desfase en cuanto a la calificación del uso del suelo puede ser resultado de la inexistencia de los puntos de interés cuando se registró oficialmente el tipo predominante del área.
Proximidad a los puntos de interés (vpr).	$V_{pr} = \left(\frac{23}{23}\right) \times \frac{469697.81}{469697.81} = 1$	Número de manzanas que cuentan con puntos de interés en una distancia peatonal aceptable (750m) en el AGEB. Todas las manzanas inspeccionadas alrededor de su centroide cuentan con puntos de interés que cumplen distintas necesidades humanas, el AGEB tiene la capacidad de transformarse en barrio completo.

Tabla 23. Valores V(i) de cada uno de los 17 indicadores para el caso de estudio del AGEB seleccionado. Elaboración propia.

Indicador y su Simbología	Valor V(i) del AGEB	Criterio para calificar el AGEB según cada indicador
Autosuficiencia de la manzana (Vas)	$Vas = \left(\frac{23}{23}\right) \times \frac{469697.81}{469697.81} = 1$	Número de manzanas que cuentan con puntos de interés que cubren distintas necesidades humanas como seguridad, sobrevivencia, trabajo, escuelas, socialización, acceso al transporte público etc., a una distancia peatonal razonable calificando dichas manzanas con nivel de autosuficiencia alto-muy alto en el AGEB. Como en el caso del indicador anterior el AGEB tiene la capacidad de transformarse en barrio completo.
Ciclo vías (Vcv)	$Vcv = \left(\frac{0}{23}\right) \times \frac{0}{469697.81} = 0$	Número de manzanas que cuentan con ciclo vías en alguno de sus frentes en el AGEB inspeccionado. Al momento no hay ciclo vías en el AGEB.
Factor de forma de manzana (área/ perímetro) (Vff)	$Vff = \left(\frac{7}{23}\right) \times \frac{3423.94}{469697.81} = 0.0021$	Número de manzanas que tienen forma regular o cercana a lo regular y área pequeña en el AGEB examinado.
Árboles (Var)	$Var = \left(\frac{0}{23}\right) \times \frac{0}{469697.81} = 0$	Número de manzanas que tienen suficiente cobertura de árboles (en cada frente de manzana) dentro del AGEB

Tabla 23 Continuación. Valores V(i) de cada uno de los 17 indicadores para el caso de estudio del AGEB seleccionado. Elaboración propia.

Antes de pasar a la parte constante del índice, es importante mencionar que algunos de los valores vistos en la tabla 23 son "absolutos", tales como alumbrado público, banquetas, puestos de comercio, guarniciones, rampas, uso de suelo, concentración poblacional, proximidad a los puntos de interés, autosuficiencia de la manzana, ciclo vías, árboles, tamaño de manzana y factor de forma. Este calificador se usa porque se desea obtener valores cercanos a uno en todos estos (excepto de los puestos de comercio que lo deseable es cero). En este sentido, somos capaces de concluir si la situación real es favorable o no para la movilidad sostenible.

Por otro lado, hay algunos valores de ciertos indicadores, tales como estaciones y cobertura de transporte público, puentes peatonales y red vial de tránsito motorizado que no deben ser subestimados. Esto sucede porque por ejemplo, no es posible tener en cada manzana puentes peatonales o estaciones de transporte público, por lo tanto, los valores relacionados con estos indicadores deben ser normalizados por el gobierno a través de políticas públicas con respecto a un valor que representa la situación deseada para cada uno.

La parte constante del índice que está relacionada con la ponderación de cada indicador, resulta mediante el método de análisis estructural, donde según los niveles de influencia y de dependencia de cada indicador se ubican en cuatro cuadrantes. Mediante las ecuaciones 1 y 2 (normalización) se puede ponderar cada indicador según su distancia a los ejes de dependencia e influencia para que, de esa manera obtener los valores P(i) para cada indicador utilizado en la ecuación (3).

Indicador	Influencia (I)	Dependencia (D)	Valor final $(\frac{I+D}{2}) = P(i)$
Alumbrado Público	0.79	0.90	0.845
Puestos Semifijos	0.63	0.51	0.57
Puestos Ambulantes	0.63	0.51	0.57
Puentes Peatonales	0.79	0.75	0.77
Banquetas	0.97	1	0.985
Rampas	0.76	0.93	0.845
Guarnición	0.52	0.70	0.61
Red Vial de Tránsito Motorizado	0.89	0.68	0.785
Cobertura de Transporte Público	0.97	0.69	0.830
Estaciones de Transporte Público	1	0.99	0.995
Población Total	0.85	0.47	0.66
Uso del Suelo	0.99	1	0.995
Proximidad a los puntos de interés	0.93	0.36	0.645
Autosuficiencia de Manzana	0.81	0.87	0.84
Ciclovías	0.99	0.82	0.905
Tamaño de Manzana y Factor de Forma	0.88	0.39	0.635
Árboles	0.72	0.09	0.405

Tabla 24. Valor final normalizado  $P(i)$  para cada indicador según su distancia de cada eje.  
Elaboración propia.

Cabe mencionar que por el alcance de la tesis se implementaron los indicadores anteriormente presentados, en el segundo AGEB más poblado dentro de la Delegación Iztapalapa a nivel manzana, entonces se pudo calcular un índice sintetizado relacionado con la calidad de movilidad mediante la cobertura y funcionalidad de elementos de la ITU y su entorno a nivel AGEB. Adicionalmente, se generó otra fórmula matemática que puede calcular la calidad de movilidad mediante elementos de la ITU y su entorno a nivel Delegación (ecuación (4)), sin embargo, la segunda fórmula se quedará en este momento en un nivel teórico, ya que su implementación supera los alcances de la tesis.

En las siguientes líneas se puede apreciar el desempeño actual del AGEB examinado de acuerdo a los valores  $V(i)$ , y  $P(i)$  observados en las tablas 25, 26 presentadas anteriormente y según la ecuación (3).

$$I(i) = \sum_{i=1}^n V(i)XP(i) = 3.91$$

Además vale la pena mencionar que dentro del proceso de la suma de los valores de cada indicador en la ecuación (1) los valores relacionados con los puestos de comercio se restarán, o más bien se sumarán como números negativos debido a que los expertos consultados concluyeron que son elementos a priori negativos para la movilidad peatonal, ciclista y la de usuario de transporte público mientras que todos los valores de los indicadores considerados se sumarán como positivos.

Este valor de desempeño actual se puede aumentar si hay mejoras en términos de cobertura y funcionalidad de ciertos elementos de la ITU y su entorno como: aumento de la cobertura de banquetas, rampas, guarniciones, ciclovías, alumbrado público, estaciones de transporte público etc. Sin embargo, estas líneas de acción necesitan ser parte de un plan integral con sus estrategias-políticas en lugar de una serie de contramedidas implementadas parcialmente. Por ello, en la siguiente sección de la tesis se pueden apreciar relaciones lógicas entre los elementos de la ITU y su entorno considerados para generar el índice y estrategias-políticas con sus líneas de acción para que se pueda apreciar el impacto que tuvieron dichas estrategias con sus derivadas políticas y líneas de acción sobre el índice sintetizado propuesto en el AGEB seleccionado.

#### **4.3) Relación lógica entre Estrategia(s), Políticas y Líneas de Acción para el Caso Específico de la Investigación**

En ésta parte de la tesis se establecerán las relaciones lógicas entre estrategia(s), políticas y líneas de acción relacionadas con el IGCMU y consecuentemente con los indicadores específicos.

Podemos empezar a construir las relaciones lógicas usando el concepto de construcción por descomposición donde empezamos de algo general y mientras bajamos de nivel nos enfocamos a algo más específico. En la figura 66 se puede apreciar el esquema general de las relaciones entre estrategia(s), políticas y líneas de acción, donde tenemos el plan integral de movilidad que da base al nuevo paradigma de movilidad en la Ciudad de México, sin embargo, dicho plan en el contexto de este trabajo de investigación se puede dividir en dos grandes bloques de estrategias que contienen sus respectivas políticas (políticas enfocadas al peatón, ciclista, transporte público y uso del suelo). Dichas políticas se pueden conectar con los indicadores relacionados con el IGCMU y sus correspondientes líneas de acción.

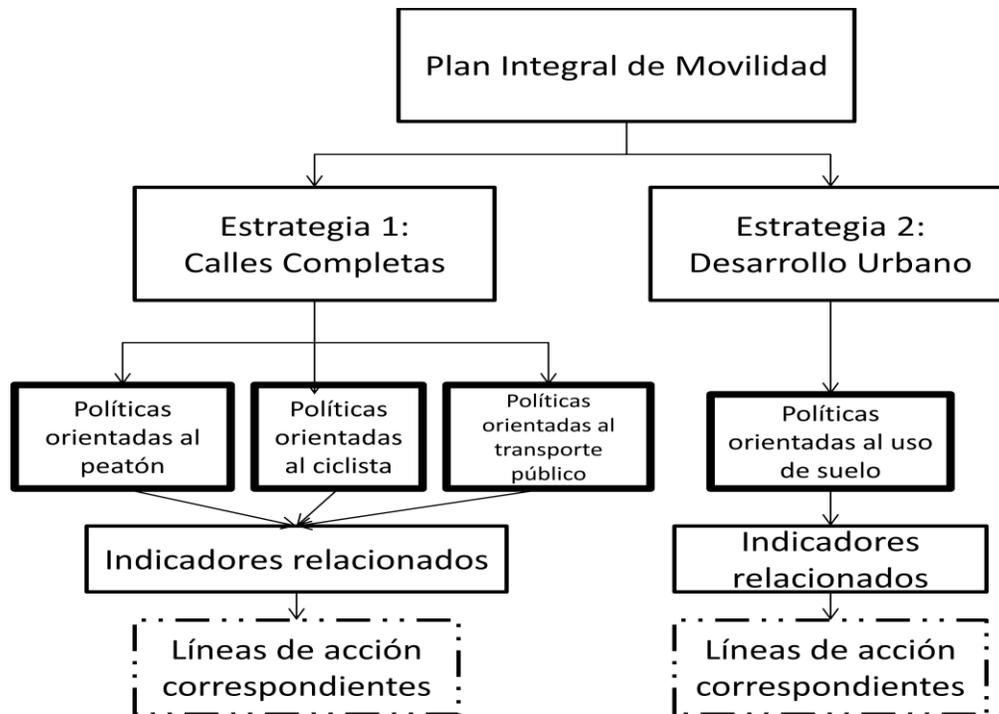


Figura 66. Esquema general de relación entre estrategia(s) políticas, indicadores y líneas de acción. Elaboración propia.

En la siguiente Figura 67 se puede apreciar la primera parte de políticas enfocadas al peatón que derivan de la estrategia 1 que se denomina “Calles para Todos”. En dicha figura también se puede visualizar cuales son los indicadores específicos relacionados así como la descripción del objetivo que se pretende alcanzar mediante la implementación de las líneas de acción correspondientes. Finalmente en la misma figura se aprecia la determinación de los indicadores clave mediante el método MICMAC para jerarquizar las líneas de acción correspondientes a las políticas orientadas al peatón y la estrategia “calles para todos”.

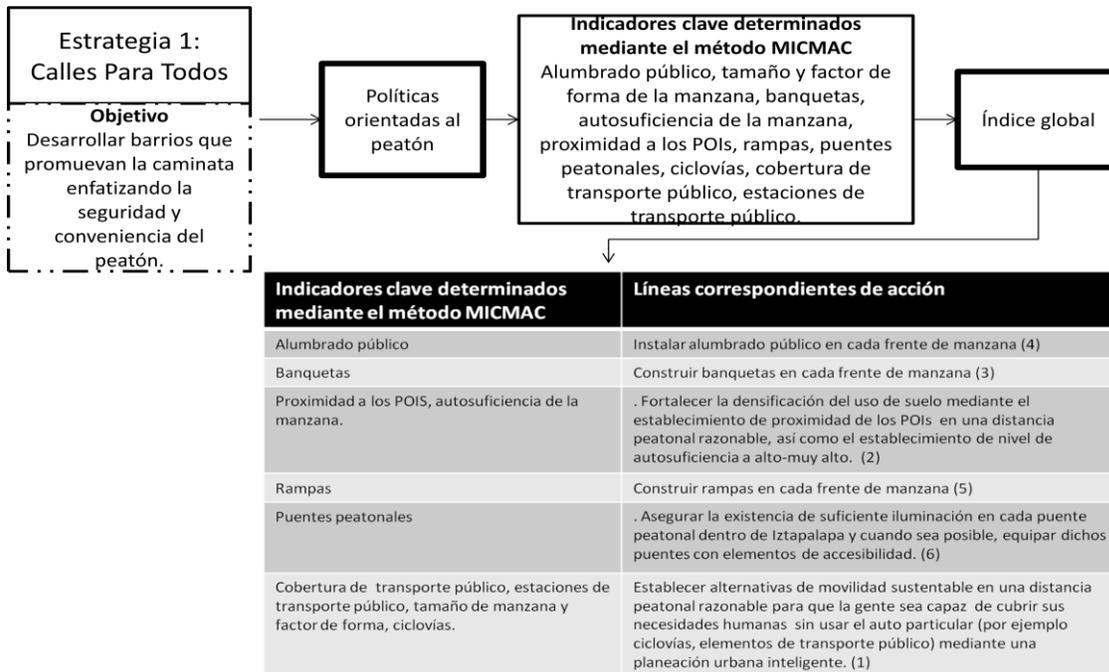


Figura 67. Políticas, indicadores y líneas de acción enfocados al peatón que forman parte de la estrategia 1 “Calle para Todos”. Elaboración propia.

En la Figura 68 se puede apreciar la segunda parte de política enfocada al ciclista que deriva de la estrategia 1 que se denomina “Calles para Todos”. La política en este caso tiene que ver con la priorización del ciclista a través de la mejora de la infraestructura ciclista. En la Figura 68 se pueden visualizar cuales son los indicadores específicos relacionados, cuales son los indicadores clave así como la descripción del objetivo que se pretende alcanzar mediante la implementación de las líneas de acción correspondientes.

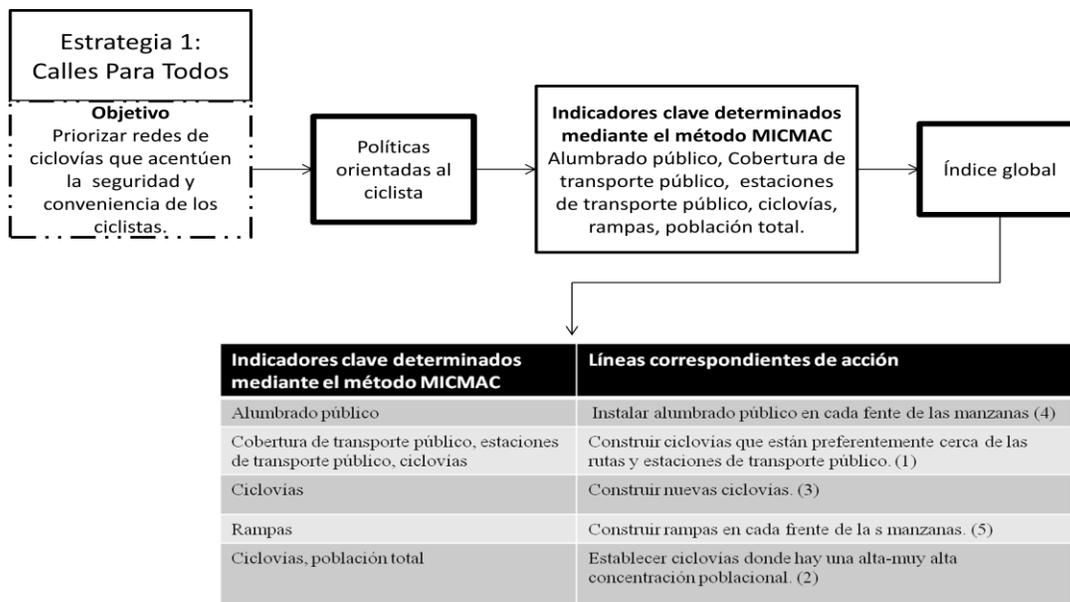


Figura 68. Política, indicadores y líneas de acción enfocados al ciclista que forman parte de la estrategia 1 “Calle para Todos”. Elaboración propia.

En la siguiente figura hay solamente una política enfocada al transporte público derivada de la estrategia 1 con el nombre “Calle para Todos”. La política en este caso está relacionada con el uso eficiente del transporte público. En la figura se pueden apreciar cuales son los indicadores clave relacionados así como la descripción del objetivo que se pretende alcanzar mediante la implementación de las líneas de acción correspondientes.

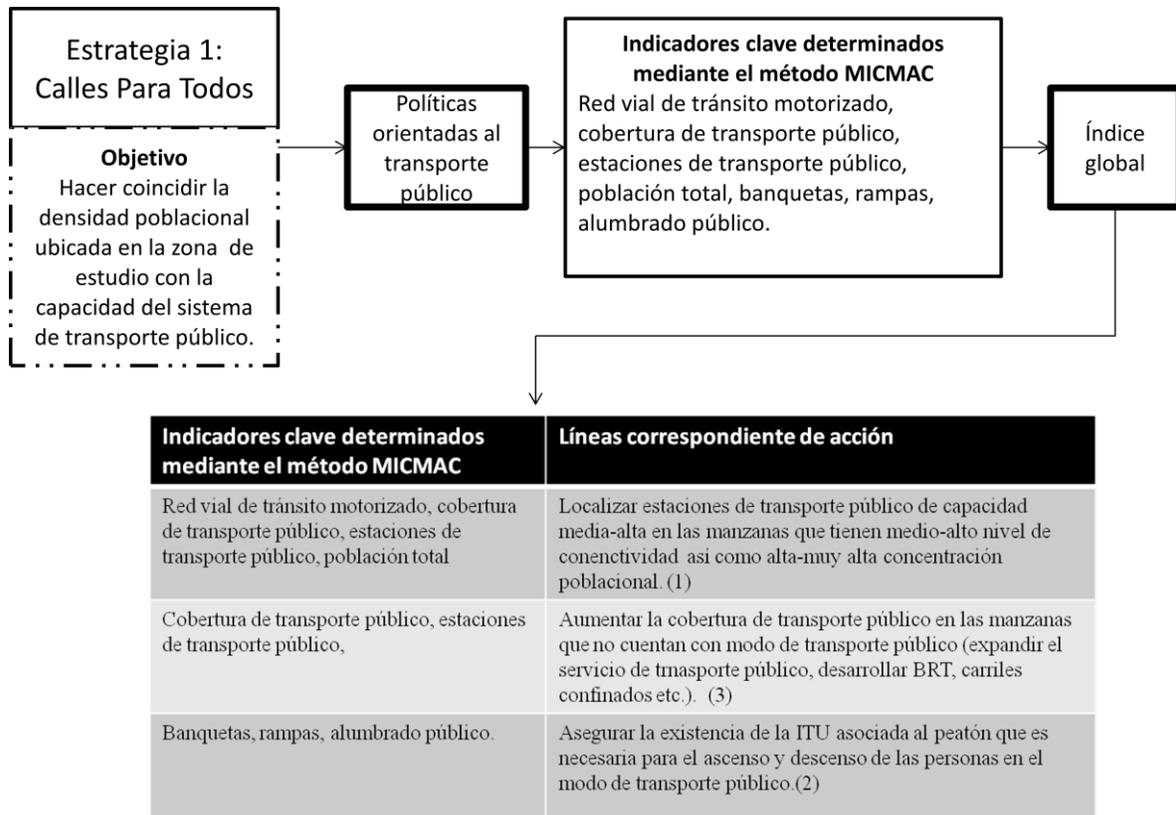


Figura 69. Política, indicadores y líneas de acción enfocados al transporte público que forman parte de la estrategia 1 “Calle para Todos”. Elaboración propia.

En la figura 70 cambiamos de estrategia, esta vez estamos en la estrategia 2 denominada “Desarrollo Urbano”, de esta estrategia deriva una política enfocada al uso del suelo y más específicamente es una política de priorización del Desarrollo Orientado al Transporte. Dicha política se refleja en los indicadores relacionados así como al objetivo que se pretende alcanzar a través de la implementación de las líneas de acción correspondientes que es, promover el uso del suelo mixto alrededor de las estaciones de transporte público.

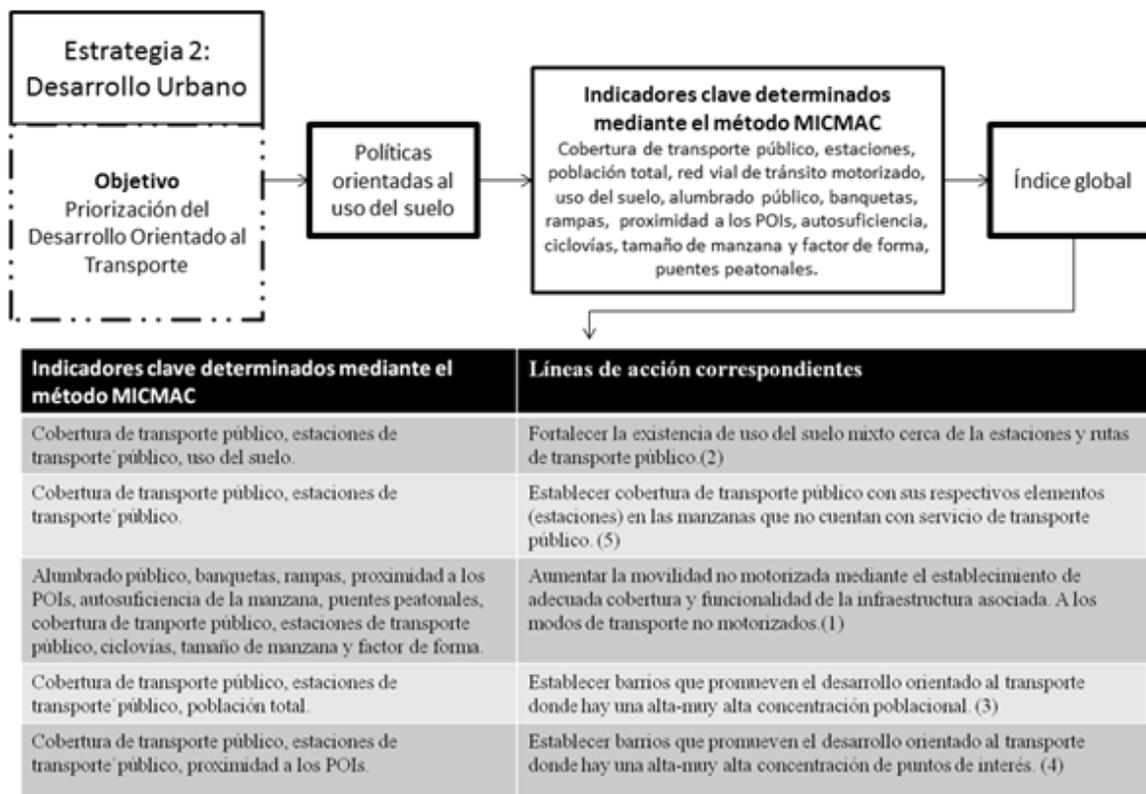


Figura 70. Política, indicadores y líneas de acción enfocados al desarrollo orientado al transporte que forman parte de la estrategia 2 “Desarrollo Urbano”. Elaboración propia.

En las figuras anteriores se hicieron unas conexiones lógicas entre los indicadores seleccionados para este trabajo de investigación y estrategias, políticas y líneas de acción relacionadas con peatones, ciclistas y usuarios de transporte público, la identificación de los indicadores clave mediante el método MICMAC nos permite hallar cuales indicadores son los más importantes en relación con el Índice Global de Calidad de Movilidad Urbana y así jerarquizar las líneas de acción correspondientes (véase que en cada una de las figuras anteriores está entre paréntesis la jerarquía de las líneas de acción de cada política-estrategia como ella resulta mediante la importancia de cada indicador en el análisis estructural-MICMAC).

Por lo tanto la estrategia más importante es la de desarrollo urbano y más específicamente la política pública de Desarrollo Orientado al Transporte porque incluye la mayoría de los indicadores identificados como estratégicos o indicadores "clave". Luego tenemos la estrategia de calles completas con sus asociadas políticas públicas, líneas de acción e indicadores donde de primera importancia está la política orientada a los peatones seguida por la política orientada a los usuarios de transporte público y la política orientada a los ciclistas.

## Conclusiones

Hoy en día vivimos en una época donde prevalece el uso de automóvil con todas sus consecuencias que eso implica como congestión, accidentes de tránsito, mala calidad del aire, ruido, cambio climático etc., que no solamente afectan a los conductores de autos particulares sino a todas las personas que viven a los centros urbanos-metropolitanos. Por ello es necesario un cambio del paradigma actual que está enfocado principalmente a los vehículos a uno que prioriza a las personas y más específicamente a los modos sustentables de transporte como son los peatones, ciclistas y los usuarios de transporte público.

Dicho paradigma es el paradigma de movilidad sustentable que pretende desalentar el uso del auto particular ofreciendo alternativas reales para el fortalecimiento del cambio de los hábitos de desplazamiento de las personas hacia modos más eficientes como la caminata, andar en bici y el uso de transporte público.

Aquí es donde adquiere relevancia nuestro trabajo de investigación ya que mediante la gestión de la ITU y de su entorno se puede establecer la base para incentivar el cambio de los hábitos de desplazamiento de las personas, en el sentido que si la gente no tiene una manera segura y conveniente de moverse en la ciudad mediante infraestructura peatonal, ciclista, usuario del transporte público, forzosamente va a tener que usar el coche para moverse y cubrir sus necesidades cotidianas.

Con la conclusión de este trabajo de investigación se logra tener una propuesta metodológica dirigida a las autoridades públicas que mejora los procesos de gestión de la ITU y su entorno así como facilita la definición y priorización de líneas de acción que forman parte de políticas públicas y estrategias para el sustento del paradigma de movilidad sustentable.

En resumen, la aportación de este trabajo de investigación se puede apreciar en las siguientes líneas mediante su desglose:

- 1) La construcción de un modelo sistémico que será: participativo, integral, continuo y útil para la gestión de la ITU y de su entorno urbano dentro del marco del paradigma de movilidad sustentable.
- 2) Proponer la construcción y mejora de la ITU y su entorno de acuerdo con necesidades reales actuales mediante líneas de acción que pertenecen a políticas públicas.
- 3) Priorización de los modos eficientes de transporte como son los modos no motorizados (ciclistas y peatones) y el transporte público debido a la nueva jerarquía de la movilidad.
- 4) Incentivar el cambio de los hábitos de desplazamiento de las personas generando alternativas reales al uso del automóvil, ya que este resulta ser el más costoso e ineficiente para la sociedad.
- 5) Generación de un instrumento de medición (indicador global) que servirá para la toma de decisiones en cuanto a la gestión de la ITU y su entorno por parte de las autoridades públicas.
- 6) Además, dicho instrumento será capaz de escalarse y replicarse a distintas consolidaciones geográficas, requiriendo únicamente disponibilidad de los datos necesarios para su aplicación.

- 7) Capacidad de integrar dentro del proceso de medición (indicador global) la percepción de la gente a través del uso de análisis estructural.
- 8) Seguimiento de resultados de las políticas públicas encaminadas al desarrollo sustentable a través del Índice Global propuesto en la tesis, y las relaciones lógicas establecidas entre los indicadores de la ITU-entorno urbano y las políticas públicas se puede observar la evolución de dicho índice y el impacto de las respectivas políticas.
- 9) Jerarquizar políticas públicas como desarrollo orientado al transporte, calles para todos, políticas orientadas a la creación de barrios que tienen una baja dependencia al automóvil, etc. según su impacto sobre el índice global de calidad de movilidad urbana.

Cabe mencionar que hay otros elementos de la ITU que seguramente podrían afectar la movilidad peatonal, ciclista y la de usuario de transporte público (semáforos, señalización vertical y horizontal etc.). Sin embargo, estos elementos no se tomaron en cuenta debido a la ausencia de información suficiente. Por ello, es importante encontrar formas eficientes para complementar este conjunto de indicadores y alentar el paradigma de movilidad sustentable.

Otra limitación que se podía mencionar es que la ecuación para medir la calidad de movilidad sustentable a nivel Delegación se quedó a un nivel teórico debido a limitaciones de tiempo de mi programa de investigación. Sin embargo, con la implementación de los indicadores a un AGEB de la Delegación Iztapalapa se pudo explorar el tema y generar un resumen inicial de los puntos faltantes y las características actuales relacionados con la ITU y su entorno para sostener el nuevo paradigma propuesto por la el SEMOVI en la ciudad de México que se traslada de transporte a movilidad.

El resumen de los resultados de la investigación es muy interesante porque muestra claramente que la situación actual del AGEB evaluado en términos de cobertura y funcionalidad de la ITU y su entorno urbano debe cambiarse. Hay insuficiente cobertura en cuanto a alumbrado público, banquetas, guarniciones, rampas y árboles. Hay muchos puestos de comercio que potencialmente podrían causar problemas en cuanto a la movilidad peatonal y ciclista, no hay ciclovías, los puentes peatonales no cuentan con elementos de accesibilidad. La forma de las manzanas en el AGEB seleccionado no es resultado de una planificación inteligente, no tienen una forma regular (cuadrada), no se conectan entre sí, dificultando la caminata de las personas ya que parecen como laberintos.

Por otro lado, puede decirse que en el AGEB estudiado hay buenas condiciones en términos de cobertura de transporte público, cercanía a los puntos de interés, nivel de autosuficiencia de la manzana y el uso de suelo, algo que permite a la parte política del sistema de transporte urbano promover las medidas necesarias con respecto a temas como Desarrollo Orientado al Transporte y la creación de barrios completos que promueven la comodidad y seguridad a los peatones, ciclistas y usuarios de transporte público.

En cuanto a la ponderación-clasificación de los indicadores mediante la opinión de los expertos según el análisis estructural se puede decir que los indicadores más importantes son la proximidad a los puntos de interés, el tamaño y factor de forma de la manzana, la cobertura de transporte público, la concentración poblacional de la manzana, el uso de suelo, el nivel de autosuficiencia de la manzana, el alumbrado público, las banquetas, la red vial de tránsito motorizado y las estaciones de transporte público.

Por lo tanto la estrategia más importante es la de desarrollo urbano y más específicamente la política pública de Desarrollo Orientado al Transporte porque incluye la mayoría de los indicadores identificados como estratégicos o indicadores "clave". Luego tenemos la estrategia de calles completas con sus asociadas políticas públicas, líneas de acción e indicadores donde de primera importancia está la política orientada a los peatones seguida por la política orientada a los usuarios de transporte público y la política orientada a los ciclistas.

En relación con puntos de futura investigación lo que se puede añadir en este trabajo de investigación para complementar el proceso de ponderación de los indicadores seleccionados, es como serían los resultados finales si se hubieran tomado en cuenta los valores de intensidad entre los indicadores en la matriz de relaciones directas o como iban a ser los resultados si el nivel de dependencia y de influencia no hubiera sido igual.

Otros puntos que se pueden destacar en cuanto a futura investigación es la integración de nuevos indicadores de la ITU-entorno urbano relacionados con los modos sustentables de transporte en el índice sintetizado propuesto para complementarse de indicadores que por el momento no se tomaron en cuenta, así como su ponderación mediante el análisis estructural según la opinión de los expertos.

Finalmente se puede considerar la aplicación de la propuesta metodológica a nuevas consolidaciones geográficas no solamente en la Ciudad de México sino a otros Estados de la República Mexicana para poder determinar qué zonas en el territorio Mexicano tienen un alto y bajo índice de calidad de movilidad sustentable según la cobertura y funcionalidad de la ITU y su entorno y cuales indicadores son los que más influyen en él. De esa manera se pueden cubrir dos aspectos muy importantes en la gestión de cualquier ciudad, ya que podemos tener una idea para sus futuros desarrollos así como para los cambios que se puedan producir actualmente.

## Referencias

- 1) Adams, W.M. 2006. "The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century." Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 29–31 January 2006. Retrieved on: 2009-02-16.
- 2) Alborns, H., 1987, *Principios de Organización y Dirección*, Tomo 1, Ediciones Ciencia y Técnica, México, D. F.
- 3) Alcaldía de Yopal, 2005. Plan integral de tránsito y transporte, universidad nacional de Colombia, facultad de ingeniería, programa de investigación en tránsito y transporte (P.I.T).
- 4) Alminas, M., Vasiliauskas, A. V., & Jakubauskas, G. 2009. The impact of transport on the competitiveness of national economy. Department of Transport Management, 24, 93–99.
- Álvarez-Herranz, A., & Martínez-Ruiz, M. P. 2012. Evaluating the economic and regional impact on national transport and infrastructure policies with accessibility variables. *Transport*, 27, 414–427
- 5) Amirazodi, T. 2012. Sustainable Urban Transport Management and Its Strategies. World Academy of Science, Engineering and Technology Vol:6.
- 6) ANSE, 2009. Estadísticas de accidentes viales en la Ciudad de México 2008-2009.
- 7) Appleyard D., 1969. *Livable Streets*. Berkeley, CA: University of California Press.
- 8) Arcade, J. Godet, M. Roubekat, F. 1993. "*Structural Analysis with the Micmac Method & Actors' strategy with Mactor Method.*" Paris: IIEP/UNESCO publishing.
- 9) Arrazola, Víctor. 2011. Barcelona alega que su "Zona 30" reduce accidentes. *Diario ABC*. Recuperado el 12 de enero de 2012 de <http://www.abc.es/20110202/local-cataluna/abci-barcelona-presume-zona-dias-201102021826.html>
- 10) Arya, D.S. Abbasi, S.A. 2001. "Identification and classification of key variables and their role in environmental impact assessment: Methodology and software package intra". *Environmental Monitoring and Assessment*, 72: 277–296.
- 11) Aschauer, D. A. 1991. Transportation spending and economic growth: the effects of transit and highway expenditures (Report). Washington, DC: American Transit Association.
- 12) Avellaneda P., Lazo A., 2009. Aproximación social al estudio de la movilidad cotidiana en la periferia pobre de la ciudad. Los casos de Juan Pablo II, en Lima, y de La Pintana, en Santiago de Chile. In *XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano*. Buenos Aires.
- 13) Awasthi, A., Omrani, H., Gerber, P. 2013. Multicriteria decision making for sustainability evaluation of urban mobility projects. Working papers No 2013-01 January 2013 CEPS.
- 14) Baker J., 1992. *Paradigms: The business of discovering the future*. New York: HarperBusiness.
- 15) Balaker, T. 2006. Do economists reach a conclusion on rail transit? *Econ Journal Watch*, 3, 551.
- 16) Ballesteros Riveros, D. P. Ballesteros Silva P. P, 2008. "Análisis estructural prospectivo aplicado al sistema logístico", *Scientia Technica Año XIV*, No 39: 194–199.
- 17) Banister D., 2008. The sustainable mobility paradigm, *transport policy* 15, pp 73-80, Elsevier. Publications.
- 18) Baranda Sepúlveda, B. Hacia una estrategia nacional integral de movilidad urbana. *Movilidad Urbana Sustentable.ITDP México*.
- 19) Beer, S. 1963. "Cibernética y Administración", C.E.C.S.A., México, pp. 254
- 20) Beer, S. 1974. *Designing Freedom*, John Wiley & Sons, Londres.
- 21) Black, J. Páez, A., Suthanaya, P.A. 2002. Sustainable Urban Transportation: Performance Indicators and Some Analytical Approaches, *Journal of Urban Planning and Development*.
- 22) Bradshaw C., 1993. A rating system for neighbourhood walkability Ottawa, Canada, (at 14th International Pedestrian Conference, Boulder CO).

- 23) Broaddus A., Litman T., & Menon G. 2009 Transportation Demand Management. GTZ Transport and Mobility Group.
- 24) Brans J.P., Vincke Ph., 1984. Preference Ranking Organisation Method For Enrichment Evaluations (the PROMETHEE method for multiple criteria decision making). Centrum voor statistiek en operationeel onderzoek, Vrije Universiteit, Brussel.
- 25) Bull A., 2003. Mejoramiento de la gestión vial con aportes específicos del sector privado, CEPAL, Chile, Santiago.
- 26) Buzai G., 2003. Mapas sociales urbanos. Primera edición, Buenos Aires, Lugar editorial.
- 27) Cabrera, E. 2001. "Diseño de un Sistema para la evaluación de la gestión de abastecimientos urbanos". PhD. Diss., Polytechnic University of Valencia.
- 28) Cabrera, E. Cobacho, R. Lund, J.R. 2002. "Regional Water System Management, water conservation, water supply and system integration". Florida: CRC press.
- 29) Caceres F., Carbonetti H., 2003. Elementos clave y perspectivas prácticas en la gestión urbana, CEPAL, Chile, Santiago.
- 30) CAHNU, 2001. Temas especiales: Gestión Urbana, 18º Periodo de sesiones, Nairobi, Kenia, Comisión de Asentamientos Humanos, Naciones Unidas.
- 31) Calderón, C., & Chong, A. 2009. Labor market institutions and income inequality: An empirical exploration. Public Choice, 138, 65–81. <https://doi.org/10.1007/s11127-008-9339-1>.
- 32) Calderon, C., & Serven, L. 2008. Infrastructure and economic development in Sub-Saharan Africa (Working Paper, Vol. 4712, pp. 1–64). Washington, DC: The World Bank Policy Research. <https://doi.org/10.1596/prwp>
- 33) Capra F., 1996. The web of life: A new scientific understanding of living systems. New York: Anchor Books.
- 34) Casadamon C.G et al., 2007. El viatest, gestión y mantenimiento de la infraestructura urbana. Documento obtenido de [http://www.ciccp.es/biblio\\_digital/Urbanismo\\_l/congreso/pdf/030502.pdf](http://www.ciccp.es/biblio_digital/Urbanismo_l/congreso/pdf/030502.pdf)
- 35) Castillo Acosta, O., 2014. Metodología para la adecuación de la estructura organizacional de una institución de educación superior en el ámbito de la gestión académica: el caso de la UAEH. Tesis de Doctorado en ingeniería de la UNAM, departamento de sistemas.
- 36) Cato, M. 2009. *Green Economics*. London: Earthscan, pp. 36–37. ISBN 978-1-84407-571-3.
- 37) Cebollada A., Miralles C. I., 2004. Modelo urbano, movilidad y exclusión laboral. In *Jornadas de Geografía Económica*. Valladolid: AGE.
- 38) Cervantes A., 2009. Accidentes de tránsito: Asunto de Estado y Salud Pública. *Movilidad Amable* 6, 100-101.
- 39) Cervero, R. 1998. The Transit Metropolis: A Global Inquiry. Washington, DC: Island Press.
- 40) Checkland P., 1997. Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas, edición grupo Noriega Editores, México.
- 41) Chias L., 2009. Diagnóstico espacial de los accidentes de tránsito en distrito federal, secretaría de salud, CONAPRA, Instituto de geografía, UNAM.
- 42) Chias L et al., 2012. Tendencias en el transporte y la movilidad desde la perspectiva territorial. Urbanismo temas y tendencias, UNAM, México.
- 43) City of Marion, 2008. Road infrastructure asset management plan, Australia, Marion.
- 44) City of Cockburn, 2013. Road infrastructure asset management plan, Australia, Cockburn.
- 45) Colodni, L. 1987. "Construcción de la base de escenarios del modelo MEDEE-S, aplicación al transporte de Caracas". Venezuela: Universidad Simón Bolívar.
- 46) Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal, 2013. Informe especial sobre el derecho a la movilidad en Distrito Federal.

- 47) CRTM, 2011. *Información Corporativa: EMT Autobuses Urbanos*. Recuperado el 16 de enero de 2012 de [http://www.crtm.es/servlet/CambiarIdioma?xh\\_TIPO=4](http://www.crtm.es/servlet/CambiarIdioma?xh_TIPO=4)
- 48) CTS EMBARQ, 2013, Reforma urbana, 7 propuestas para las ciudades de México, México.
- 49) CTS EMBARQ-ITDP, 2011. 10 Estrategias de Movilidad para un Estado de México Competitivo, Seguro y Sustentable: Hacia una Red Integrada de Transporte en la Zona Metropolitana del Valle de México.
- 50) Dalkmann, Holger y Charlotte Brannigan. 2007. *Transport and Climate Change. Module 5e: Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities*. Recuperado el 29 de noviembre de 2011, de <http://www.sutp.org/dn.php?file=5ETCC-EN.pdf>
- 51) D'Amico, P., Di Martino, F., Sessa, S. 2012. A GIS as a Decision Support System for Planning Sustainable Mobility in a Case-Study. *Contemporary Engineering Sciences*, Vol. 5, no. 1, 9 – 32.
- 52) Dangond Gibsone C., Jolly J.F., Monteoliva Vilches A., Rojas Parra F., 2011. Algunas reflexiones sobre la movilidad urbana en Colombia desde la perspectiva del desarrollo humano. *Pap. Polít. Bogotá (Colombia)*, Vol. 16, No. 2, 485-514, julio-diciembre 2011.
- 53) Dartois L., 2008. Estudio de evaluación del potencial de ahorro de energía en el sector transporte urbano de México, D.F.
- 54) Deitel H., Deitel B., 1985. *Computers and data processing*, Academic Press, Orlando.
- 55) De Rus G. et al., 2003. *Economía de Transporte*, edición Antony Bosch.
- 56) Diaz R. G., 2012. Reforma Urbana: calidad de vida para 90 millones de Mexicanos, X Congreso Nacional ICLEI. Cozumel, México.
- 57) Diez de Bonilla Rico J., 2010. El desarrollo metropolitano y la sustentabilidad de las ciudades. *Retos de la normatividad del desarrollo urbano en México, el desarrollo urbano y la sustentabilidad de las ciudades*, CESOP, México.
- 58) Di Sivo M., Ladiana D., 2010. The demand management, a tool for sustainability and maintenance of urban infrastructure, world congress on housing, Santander, Spain.
- 59) Dobson, J.E., 1983. *Automated Geography*. *The Professional Geographer*. 35(2):135-143.
- 60) Dodder, R. S. Sussman, J. McConnell, J. 2004. The Concept of the "CLIOS PROCESS": Integrating the study of physical and policy systems using Mexico City as an example.
- 61) Dormido S., Mellado M., 1984. *La revolución informática*, Salvat, Madrid.
- 62) Dos Santos, Evandro Cardoso, 2003. Calçadas seguras: responsabilidade de todos – 1º Seminário Paranaense de Calçadas.
- 63) Duhau, E., 2008. Los nuevos productores del espacio habitable. *Revista Ciudades 20* (79): 21-27.
- 64) Estache, A., & Fay, M. 2009. Current debates on infrastructure policies (Working paper 49). Commission on Growth and Development.
- 65) Estevan A., Sanz A., 1996. *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*. España: Bakeaz.
- 66) Fan, S., & Zhang, X. 2008. Public expenditure, growth and poverty reduction in rural Uganda. *African Development Review*, 20, 466. <https://doi.org/10.1111/afdr.2008.20.issue-3>
- 67) Farrington D. y Welsh B., 2002. Effects of improved street lightning on crime: a systematic review, home office research study 251.
- 68) Fontán Suárez S., 2012. Índice de caminabilidad aplicado en la almendra central de Madrid, tesis para optar el grado de maestría, universidad complutense de Madrid.
- 69) Fraire J. A., 2011. Utilización de un modelo de respuesta dicotómica de valoración contingente para estimar el tiempo de retiro socialmente óptimo de un vehículo en la ZMVM. Instituto Nacional de Ecología.
- 70) Fulmer J., 2009. "What in the world is infrastructure?". *PEI Infrastructure Investor* (July/August): 30–32.

- 71) Fuentes A., 1995. El enfoque de sistemas en la solución de problemas, la elaboración del modelo conceptual, división de estudios de posgrado, FI, UNAM
- 72) Gaceta oficial del Distrito Federal, 2010. Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012, México.
- 73) Gaceta oficial del Distrito Federal, 2002. Ley de transporte y vialidad de Distrito Federal, México.
- 74) Gakenheimer R., 1999. Urban mobility in the developing world, Elsevier.
- 75) Gannon C., Liu Z., 2001. Transporte: Infraestructura y Servicios, banco mundial, Washington, D.C.
- 76) García Idárraga A.J. y Suárez Idárraga L. M., 2002. Estudio del uso de los puentes peatonales avenida del ferrocarril, avenida 30 de agosto y avenida de las Américas, municipio de Pereira, trabajo para optar el título de especialista en vías y transporte, universidad nacional de Colombia.
- 77) García Ortega S., 2009. Diagnóstico de la viabilidad organizacional del sistema de transporte de la Ciudad de México, tesis de maestría de la UNAM.
- 78) Garro Flores F., 2013. Esquemas de Monitoreo, Reporte y Verificación, Taller Regional de Desarrollo de Capacidades y de Compartir Lecciones Aprendidas en la formulación y desarrollo de NAMAs.
- 79) GDF, 2011. *Corredor Peatonal Madero: Ícono del espacio público*. Recuperado el 12 de enero de 2012 de [http:// www.df.gob.mx/index.php/noticias-df/406-corredor-peatonal-madero-icno-del-espacio-publico](http://www.df.gob.mx/index.php/noticias-df/406-corredor-peatonal-madero-icno-del-espacio-publico).
- 80) Gelman, O. y G. Negroe 1982, "Planeación como un proceso de conducción". *Revista de la Academia Nacional de Ingeniería*, México, Vol. 1, No. 4, pp. 253-270
- 81) Gelman, O. 1996. "Desastres y protección civil. Fundamentos de Investigación Interdisciplinaria", Ed. UNAM, México, pp. 133.
- 82) Godefrooij, T.; Pardo, C.F.; Sagaris, L. (eds) 2009. *Cycling Inclusive policy Development: a handbook*. Eschborn.
- 83) Godet M. et al., 1999. Análisis estructural con el método MICMAC y estrategia de los actores con el método MACTOR, Argentina 2004, obra original publicada en 1999.
- 84) Gordon T.J., Hayward H., 1968. Initial experiments with the cross-impact matrix method of forecasting, *Futures* 1 100–116.
- 85) Gutiérrez A., 2009a. Movilidad o inmovilidad: ¿Qué es la movilidad? Aprendiendo a delimitar los deseos. In XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. Buenos Aires.
- 86) Gutiérrez A., 2009b. Movilidad y acceso: embarazo y salud pública en la periferia de Buenos Aires. In XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. [CD-Rom]. Buenos Aires.
- 87) Gutiérrez A., 2009c. La movilidad de la metrópolis desigual: el viaje a la salud pública y gratuita en la periferia de Buenos Aires. Encuentro de Geógrafos de América Latina.
- 88) Gutiérrez A., 2012. ¿Qué es la movilidad? Elementos para reconstruir las definiciones básicas del campo de transporte. *Bitácora* 21 (2) 2012: 61-74, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- 89) Guzmán Vazquez, A. Malaver Rojas, M. N. Rivera Rodríguez, H. A. 2005. "Análisis estructural, técnica de la prospectiva". *Centro Editorial Universidad Rosario* 24: 5–66.
- 90) Hart J., 2008. Driven to Excess: Impacts of Motor Vehicle Traffic on Residential Quality of Life in Bristol, UK. Tesis de maestría. Bristol: University of West England.
- 91) Hensher D., Goodwin P., 2003. Using values of travel time savings for toll roads: Avoiding some common errors, Elsevier.

- 92) Hernández D., 2009. Los desafíos del Transporte Público como canal de acceso al bienestar y mecanismo de integración social. El caso de Santiago de Chile. In *XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano*. Buenos Aires.
- 93) Hernández D., 2012. “Activos y estructuras de oportunidades de movilidad. Una propuesta analítica para el estudio de la accesibilidad por transporte público, el bienestar y la equidad”. En: *EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, vol. 38, No. 115. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 94) IMCO, 2011. Viviendas para desarrollar ciudades. Índice de Competitividad en Materia de vivienda 2011, Instituto Mexicano para la Competitividad, México.
- 95) INEGI, 2000. Estadísticas Históricas de México, México.
- 96) INE, PNUD, CTS EMBARQ México, 2012. Estudio de políticas medidas e instrumentos para la mitigación de gases de efecto invernadero en el subsector de transporte carretero en México, México.
- 97) INEGI, 2005. Segundo Censo de Población y Vivienda, México.
- 98) INEGI, 2009. Proyecciones de la población de México, 2005-2050. Estadísticas históricas de México, México.
- 99) INFONAVIT, 2010. *Plan Financiero 2011-2015*, INFONAVIT, México.
- 100) *ITDP 2011. Ciclociudades: Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Tomo IV: Infraestructura*. México: ITDP-México y I-CE.
- 101) ITDP, 2012. Planes integrales de Movilidad, México.
- 102) ITDP, 2012(a). Guía de estrategias para la reducción del uso del auto en ciudades mexicanas, México.
- 103) ITDP, 2012(b). Transformando la movilidad urbana en México, hacia ciudades accesibles con menor uso de automóvil. ITDP-México.
- 104) ITDP, 2013. Desarrollo orientado al transporte, regenerar las ciudades mexicanas para mejorar la movilidad. ITDP- México.
- 105) Jajac N. et Al., 2010. Decision support system to urban infrastructure maintenance management, organization, technology and management in construction, an international journal, pp 72-79.
- 106) Jara M., Carrasco J. A., 2009. Indicadores de inclusión social, accesibilidad y movilidad: experiencias desde la perspectiva del sistema de transporte. In *XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano*. Buenos Aires.
- 107) Kanungo, S. Duda, S. Srinivas, Y. 1999: “A structured model for evaluating information systems effectiveness”. *Systems Research and Behavioral Science* 16(6): 495–518.
- 108) Kast F. y Rosenzweig J. E., 1999. *Administración en las Organizaciones, Enfoque de Sistemas y de Contingencias*, Ed. McGraw Hill, México, D. F.
- 109) Kaufmann V. et al., 2004. Motility: Mobility as capital, en *internacional journal of urban and regional research*, vol. 28.
- 110) Khandker, S. R., Bakht, Z., & Koolwal, G. B. 2009. The poverty impact of rural roads: Evidence from Bangladesh. *Economic Development and Cultural Change*, 57, 685–722. <https://doi.org/10.1086/598765>
- 111) Kim, J.H. Barnett, G.A. 2007. “A structural analysis of international conflict: From a communication perspective”. *International Interactions* 33(2): 135–165.
- 112) Lazo A., 2008. Transporte, movilidad y exclusión. El caso de Transantiago en Chile. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, nº 270 (45).
- 113) Le Breton H., 2002. La mobilité quotidienne dans la vie precare, Synthèse, Note de recherche pour l'institut pour la ville en mouvement- PSA Peugeot- Citroen et Abeille Aide et Entraide.

- 114) Lille Métropole, 2011. Plan de déplacements Urbains, Lille Métropole 2010-2020. Recuperado el 8 de agosto de 2012, de [http://www.lillemetropole.fr/gallery\\_files/site/176374/176375.pdf](http://www.lillemetropole.fr/gallery_files/site/176374/176375.pdf)
- 115) Litman T., 2003. Reinventing Transportation. Exploring the Paradigm Shift Needed to Reconcile Transportation and Sustainability Objectives. Victoria Transport Policy Institute.
- 116) Litman T., 2011. Parking management: Strategies, Evaluation and Planning. Victoria: Victoria Transport Policy Institute.
- 117) Litman T., 2012. *Rail Transit in America: A Comprehensive Evaluation of Benefits*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute.
- 118) Lucas, K., 2010. 'The role of transport in the social exclusion of low income populations in South Africa: a scoping study' Proceeding of Transportation Research Board Annual Meeting 10th-15th January 2010, Washington D.C., USA.
- 119) Manheim M. L., (1979). Fundamentals of Transportation Systems Analysis.  
a. Vol. I The Massachusetts Institute of Technology. MIT Press, Cambridge, Mass.
- 120) Martinez M., 2003. Transdisciplinarietà un enfoque para la complejidad del mundo actual, conciencia activa No1.
- 121) Maslow A., 1987. Motivation and personality third edition, Addison Wesley Longman.
- 122) May, A.D. 2014. Encouraging good practice in the development of Sustainable Urban Mobility Plans (In Press). Institute for Transport Studies, University of Leeds, LS2 9JT England, United Kingdom.
- 123) Mazharul Hoque, Md, Bin Alam, J. 2002. Strategies for Safer and Sustainable Urban Transport in Bangladesh. Urban mobility for all. Proceedings of the 10th international Codatu conference, pp.559-565.
- 124) Medina S., 2012. La importancia de la reducción del uso del automóvil en México. Tendencias de motorización, del uso del automóvil y de sus impactos, México.
- 125) Miralles-Guasch C., 2002. Ciudad y transporte. El binomio imperfecto. España: Ariel.
- 126) Mu, R., & van de Walle, D. 2007. Rural roads and poor area development in Vietnam (World Bank Policy Research.
- 127) Müller, P., Schleicher-Jester, F., Schmidt, M.-P. & Topp, H.H. 1992: Area-wide Concept of Traffic Calming in 16 Cities. University of Kaiserslautern, Department of transportation, Green Series Number 24.
- 128) Musolino, G., Polimeni, A., & Vitettam, A. 2016. Freight vehicle routing with reliable link travel times: A method based on network fundamental diagram. Transportation Letters. doi:10.1080/19427867.2016.1241040
- 129) Negrete M. Y Salazar H. 1986. Zonas metropolitanas en México, Estudios Demográficos y Urbanos, vol. 1, núm.1, pp. 97-124.
- 130) Newman P. 2002. Murdoch University Institute for Sustainability and Technology Policies. Model Cities of Europe.
- 131) Nieto Enríquez A., 2014. 6º Congreso Internacional de Transporte, El Desafío de la movilidad y la Gestión de la Ciudad. Ciudad de México, 24 Abril de 2014.
- 132) Nwuba C., 2010. Planned and integrated approach to maintenance of urban infrastructure in Nigeria, enviro-tech, No1 vol1.
- 133) Obra social caja Madrid, 2010. Movilidad Urbana sostenible, un reto energético y ambiental.
- 134) OECD 2010. "Glossary of Key Terms in Evaluation and Results Based Management OECD". Paris: Development Co-operation Directorate.
- 135) Olvera J., Unidad GITS, 2013. Infraestructuras de Datos Espaciales y Normatividad Geográfica en México: una perspectiva en el año 2013. Instituto de Geografía, UNAM.
- 136) OMS, 2012. *Global Health Observatory*. Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 15 de enero de 2012, de [www.who.int/gho/en/](http://www.who.int/gho/en/)

- 137) Padrón J., 2006. *Bases del concepto de 'Investigación Aplicada' (o investigación aplicada o aplicaciones)*. Consultado el 13 de abril de 2012. Disponible en la Web de José Padrón: <http://padron.entretemas.com/InvAplicada/index.htm>
- 138) Pardo, C.F. 2011. SUSTAINABLE URBAN TRANSPORT Chapter 4. Shanghai Manual – A Guide for Sustainable Urban Development in the 21st Century.
- 139) Paz, A., Maheshwari, P., Kachroo, P., Ahmad, S. 2013. Estimation of Performance Indices for the Planning of Sustainable Transportation Systems. Hindawi Publishing Corporation Advances in Fuzzy Systems Article ID 601468, 13 pages.
- 140) Proyecto Metro, 2011. *Evaluación socio-económica de la Línea 12 del Metro de la ciudad de México*. Recuperado el 11 de enero de 2012 de [http://www.proyectometro.df.gob.mx/pdf/ECBL12M\\_20090703b.pdf](http://www.proyectometro.df.gob.mx/pdf/ECBL12M_20090703b.pdf)
- 141) Quintero J. R., 2011. Inventarios viales y categorización de la red vial en estudios de ingeniería de tránsito y transporte, revista facultad de ingeniería, UPTC, vol 20, No 30, pp 65-77.
- 142) Qureshi, M.N. Dinesh Kumar, P.K. 2008. "An integrated model to identify and classify the key criteria and their role in the assessment of 3pl services providers". *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics* 20(2): 227–249.
- 143) Roberts, F. 1972. "Signed digraphs and the growing energy demand". *Rapport de Rand, serie NSF 756 et 927*.
- 144) Roca J., 2010. El fenómeno urbano en los siglos XX XXI, nuevas tendencias del desarrollo urbano, congreso internacional ciudad y territorio virtual, 6º congreso internacional ciudad y territorio virtual, pp 1-7, Baja California, México.
- 145) Rodrigue J. P., 2013. *The geography of transport systems*, third edition, Routledge.
- 146) Rojas F., 2007. "Mutaciones urbanas". Memorias II coloquio de profesores de la Facultad de Ciencia Política y Relaciones Internacionales. Pontificia Universidad Javeriana.
- 147) Rojas Arce J.L., 2010. La metodología para la organización y realización del proceso de implementación de planes estratégicos en instituciones y empresas. Tesis del doctorado, posgrado de ingeniería, UNAM.
- 148) Romero Perea A., 2012. Metodología para jerarquización de políticas de transporte urbano de pasajeros que minimicen las externalidades negativas, tesis de maestría de la U.N.A.M.
- 149) Santos y Ganges L., De Las Rivas Sanz J. C., 2008. Ciudades con atributos: conectividad, accesibilidad y movilidad. *Ciudades* 11, pp 13-32.
- 150) Saxena et al., 1990. Impact of indirect relationships in classification of variables, a MICMAC analysis for energy conservation. *System Research* Vol. 7 No. 4 pp 245-253.
- 151) Schofer, J.L., & Mahmassani, H.S. (Eds.). 2016. *Mobility 2050. A Vision for Transportation Infrastructure*. Evanston, IL: The Transportation Center, Northwestern University.
- 152) Scjetnan M., 1994. *Principios de diseño urbano/ambiental*, México: Impresos de Alba.
- 153) Secretaria de Salud, 2010. Metodología para desarrollar un observatorio de lesiones causadas por el tránsito. Recuperado el 23 de diciembre de 2011 de, [http://www.cenapra.salud.gob.mx/interior/Materiales\\_CONAPRA/Publicaciones\\_Especializadas/33\\_Metodologxa\\_paradesarrollar\\_un\\_Observatorio\\_de\\_Lesiones\\_causadas\\_por\\_el\\_trxnsito.pdf](http://www.cenapra.salud.gob.mx/interior/Materiales_CONAPRA/Publicaciones_Especializadas/33_Metodologxa_paradesarrollar_un_Observatorio_de_Lesiones_causadas_por_el_trxnsito.pdf)
- 154) SEDESOL, CONAPO, INEGI, 2008. *Delimitación de las Zonas Metropolitanas en México*, México.
- 155) SEDESOL, 2012. Programa Delegacional de Desarrollo 2009-2012.
- 156) SEDESOL, 2011. Atlas de riesgos naturales de la Delegación Iztapalapa, México D.F.
- 157) SETRAVI, 2007. Encuesta Origen-Destino, México.
- 158) Sharma, H. Gupta, A. Sushil. 1995. "The objectives of waste management in India: A futures inquiry". *Technological Forecasting and Social Change* 48(3): 285–309.
- 159) SITEUR, 2010. *Datos técnicos*. Recuperado el 11 de enero de 2012 de <http://www.siteur.gob.mx>

- 160) Sivaramakrishnan K.C., 2000. Power to the people? The politics and progress of decentralization, Konark publishers PVT LTD: New Delhi.
- 161) Sobrino J., 1993 Gobierno y Administración Metropolitana y Regional, INAP, México.
- 162) Sohail et al., 2005. Sustainable operation and maintenance of urban infrastructure, myth or reality? University of Loughborough, U.K.
- 163) Straub S., 2007. Infrastructure and development: A critical appraisal of the macro level literature, mimeo, World Bank.
- 164) Suárez Meaney T., Chias Becerril L., Cervantes Trejo A., 2014. Relación entre Calidad Urbana, Accidentabilidad y Homicidios, Distrito Federal y Ciudad Juárez, Congreso Internacional de Planeación y Estudios Urbanos. Ciudad Juárez, México.
- 165) Sussman J., 2004. Regional strategic transportation planning as a CLIOS, ESD symposium, MIT.
- 166) Sussman, J., Dodder, R. McConnel, J., Mostashari, A., Sgouridis, S. (2007). "The CLIOS process a user's guide", course materials for ESD. Cambridge, MA: MIT publishing.
- 167) Tehuintle, F., 2012. *Visión Integral y Desafíos del SIT-Optibús*. Ponencia presentada II Congreso Las Mejores Prácticas SIBRT en América Latina. Recuperado el 2 de junio de 2012 de <http://congresosibrt.com/downloads/visionintegral-y-d-4fa42ad9a07dc.pdf>
- 168) Tellez M., 2009. Planeación y seguridad en el transporte urbano, una visión de género, ediciones bellaterra.
- 169) Thomson I. y Bull A., 2002. La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales, revista de la CEPAL 76.
- 170) Tomassian et al., 2010. Políticas integradas de transporte, infraestructura y logística: Experiencias internacionales y propuestas iniciales, CEPAL, Chile, Santiago.
- 171) Topelson de Grinberg S., 2007. Retos sustantivos y normativos del desarrollo metropolitano, el desarrollo urbano y la sustentabilidad de las ciudades, CESOP, México.
- 172) UAM, 2013. Plan integral de manejo de banquetas en Roma-Condesa, propuesta del plan de manejo integral de banquetas en el polígono Roma-Condesa de los alumnos de la maestría en planeación y políticas metropolitanas de UAM-Azcapotzalco.
- 173) Unikel et al., 1978. El Desarrollo Urbano de México, colegio de México, México.
- 174) Van Wee, B. 2002. Land use and transport: Research and policy challenges. *Journal of Transport Geography*, 10, 259–271. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(02\)00041-8](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(02)00041-8)
- 175) Voigt F., 1960. Economía del transporte, editorial FCE, México.
- 176) Vuk, G. (2005). Transport Impacts of the Copenhagen Metro. *Journal of Transport Geography*, 13, 223-233.
- 177) Wanty, J. Federwish, J. 1969. "Modeles globaux d'economie d'entreprise". Paris: Dunod.
- 178) Wefering et al., 2013 Wefering, F., Rupprecht, S., Bührmann, S. and Böhler-Baedeker, S. (2013) *Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*. Rupprecht Consult
- 179) Zhang, X. (2008). Transport infrastructure, spatial spillover and economic growth: Evidence from China. *Frontiers of Economics in China*, 3, 585–597. <https://doi.org/10.1007/s11459-008-0029-1>
- 180) Zoida S. et al., 1999. Diccionario de Geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio, Barcelona: Ariel S.A.

## Sitios de internet

- 1) Catedu.es, 2014. Tendencias actuales en el territorio urbano, el proceso urbanizador. Artículo disponible en [http://www.catedu.es/geografos/images/Documentos/redes\\_urbanas/02\\_el\\_proceso%20urbanizador.pdf](http://www.catedu.es/geografos/images/Documentos/redes_urbanas/02_el_proceso%20urbanizador.pdf)
- 2) CEPAL, 2014. Proyecto de Gestión Urbana en Ciudades Intermedias de America Latina y el Caribe, conceptos básicos, información disponible en <http://www.eclac.cl/dmaah/gucif/defcon.htm>
- 3) Delegación Iztapalapa, 2015. Demografía, sitio oficial de la Delegación Iztapalapa, <http://www.iztapalapa.df.gob.mx/hm/demografia.html> consultado el 20/06/2015.
- 4) Dudley M. 2008. Mexico City Struggling with Infrastructure Problems, artículo publicado en Times (Reino Unido) accede a 15/03/2012.
- 5) ESRI.com, 2012. Geographic approach and GIS, revisado en 12/03/2012.
- 6) FNUAP, 2014. La tendencia global hacia la urbanización. Información disponible en [http://www.unescoetxea.org/ext/futuros/es/theme\\_c/mod13/uncom13t01s009.htm](http://www.unescoetxea.org/ext/futuros/es/theme_c/mod13/uncom13t01s009.htm)
- 7) GEOblog, 2007. Tecnologías de la información geográfica, disponible en <http://antoniofraga.blogspot.com/2007/01/nanotecnologa-biotecnologa-y.html> accede a 17/03/2012.
- 8) Gobierno de Aragón, 2014. El proceso urbano, artículo disponible en [http://www.aularagon.org/files/esp/esp/sociales/bloque2/Unidad\\_03/pagina\\_33.html](http://www.aularagon.org/files/esp/esp/sociales/bloque2/Unidad_03/pagina_33.html)
- 9) ITDP, 2015. Seguridad vial, sitio oficial de ITDP, <http://mexico.itdp.org/areas/seguridad-vial/> consultado el 20/06/2015.
- 10) Obrasweb, 2013. Define SETRAVI seis ejes para la movilidad capitalina. Disponible en <http://www.obrasweb.mx/construccion/2013/10/30/define-setravi-seis-ejes-para-la-movilidad-capitalina>
- 11) Portal Automotriz, 2013. Presenta SETRAVI diagnóstico de movilidad de la Ciudad de México, disponible en [http://www.portalautomotriz.com/content/site/module/news/op/displaystory/story\\_id/77626/format/html/](http://www.portalautomotriz.com/content/site/module/news/op/displaystory/story_id/77626/format/html/)
- 12) Tiempo inestable, 2014. El planeta de las mega ciudades ya está aquí, información disponible en <https://tiempoinestable.com/el-planeta-de-las-mega-ciudades-ya-esta-aqui/>
- 13) TYS Magazine, 2014. ESPAÑA AVANZA HACIA LA SOSTENIBILIDAD URBANA CON 49 CIUDADES INTELIGENTES. Información disponible en <http://www.tysmagazine.com/espana-avanza-hacia-la-sostenibilidad-urbana-con-49-ciudades-inteligentes/>
- 14) TYS Magazine(a), 2014. LAS 10 CIUDADES MÁS INTELIGENTES DEL MUNDO. Información en <http://www.tysmagazine.com/las-10-ciudades-mas-inteligentes-del-mundo/>

## **Anexo A1. Descripción de las funciones de las instituciones encargadas de la gestión de la ITU.**

**Agencia de Gestión Urbana (AGU).** Recibe y da atención a los reportes de los ciudadanos de la Ciudad de México por medios de comunicación sobre problemas de la infraestructura urbana del transporte.

**Secretaría de Transportes y Vialidad (SETRAVI ahora SEMOVI).** “La Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal faculta a la SETRAVI para formular y conducir el desarrollo integral del transporte, controlar el autotransporte urbano, así como planear y operar las vialidades del Distrito Federal.” A este respecto, dentro de sus funciones se encuentran (García, 2009):

- Realizar obras de infraestructura.
- Realizar los estudios necesarios sobre tránsito de vehículos, para lograr una mejor utilización de las vías y de los medios de transporte.
- Estudiar las tarifas para el servicio público de transporte de pasajeros urbano y suburbano, de carga y taxis.
- Establecimiento de normas, decretos y reglamentos, etcétera.

Abajo del mando de SETRAVI están varias instituciones como el Metro, Metrobús, Red de Transporte de Pasajeros (RTP), Servicios de Transporte Eléctricos (STE) donde cada una tiene su propio presupuesto y política de mantenimiento.

**Secretaría de Seguridad Pública (SSP).** Es la encargada de vigilar y hacer cumplir la mayoría de normas establecidas por la SETRAVI en materia de control vial. De conformidad con la Ley de Seguridad Pública del Distrito Federal, publicada en el Diario Oficial de la Nación el 19 de Julio de 1993, la Policía de la Ciudad de México está integrada por la Policía Preventiva y la Policía Complementaria; a su vez, la Policía Complementaria está integrada por la Policía Auxiliar y la Policía Bancaria e Industrial. El objetivo de la SSP es mantener el orden público; proteger la integridad física de las personas y de sus bienes; prevenir la comisión de delitos e infracciones a los reglamentos del gobierno y de la policía y auxiliar a la población en caso de siniestros o desastres. (García, 2009).

**Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI).** La SEDUVI es la dependencia del Gobierno del Distrito Federal responsable de generar, implementar y regular, las normas, políticas y estrategias que garanticen el desarrollo urbano sustentable, tiene a su cargo la planeación y orientación del crecimiento urbano, que repercute directamente en el ámbito del transporte y las vialidades por la consecuente demanda de servicios. Algunas de sus atribuciones son (García, 2009):

- Expropiación de bienes.
- Desarrollo urbano sustentable.
- Ordenamiento del territorio.
- Reordenamiento del paisaje urbano.
- Planeación del Distrito Federal.
- Espacio público.
- Vivienda.

La SEDUVI contiene la autoridad del espacio público y el instituto de la vivienda para la ejecución de sus planes.

**Autoridad del espacio público.** Hace el diseño del sector de Metrobús pero el mantenimiento lo hace compañía privada.

**Instituto de la vivienda.** Asegura que la construcción de vivienda social obedezca a las necesidades de ordenamiento territorial de los asentamientos urbanos.

**Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE).** La Secretaría de Obras y Servicios es la Dependencia del Gobierno del Distrito Federal responsable de definir, establecer y aplicar la normatividad y las especificaciones en lo que respecta a la obra pública y privada y a los servicios urbanos, así como de verificar su cumplimiento. La SOBSE planea, proyecta, construye, supervisa, mantiene y opera las obras que conforman los sistemas troncales a partir de los cuales se prestan los servicios necesarios a la población, con un enfoque integral y una visión metropolitana, acorde al propósito de garantizar el desarrollo sustentable de la ciudad, por lo que se destacan las siguientes actividades (García, 2009):

- Limpieza de Vialidades y Equipamiento Urbano.
- Mantenimiento de Áreas Verdes.
- Alumbrado Público.
- Obras Hidráulicas.
- Obras Viales.
- Mejoramiento de la Infraestructura Vial.
- Obras para los Servicios de Salud.
- Obras para los Servicios Educativos.
- Turístico y Cultural Paseo de la Reforma Avenida Juárez Centro Histórico.
- Obras para el Desarrollo Social y la Procuración de Justicia.
- Obras para la Cultura y el Esparcimiento.

La SOBSE contiene las siguientes cinco direcciones generales:

**Dirección general de obras públicas.** Proyecta y construye las vialidades, puentes vehiculares y puentes peatonales, así como los edificios públicos para los servicios de justicia, salud, cultura, abasto, educación, deporte y recreación. También efectúa el refuerzo estructural de los puentes vehiculares y la construcción de soluciones viales, como las adecuaciones geométricas. Establece los métodos constructivos de obras e instalaciones que se realicen en las vías o áreas públicas y verifica su adecuada ejecución.

**Dirección general de servicios técnicos.**

- Asegurar el establecimiento de la normatividad complementaria en materia de construcción de obras, actualizar de manera permanente las disposiciones y reglas que correspondan.
- Definir los criterios generales aplicables en el control de calidad de la obra pública que realiza la Secretaría de Obras y Servicios.

- Emitir las disposiciones de carácter general para el análisis, cálculo, integración y emisión de los precios unitarios para la obra pública.
- Llevar a cabo la actualización del Registro de Concursantes del Gobierno del Distrito Federal, así como el otorgamiento de las constancias a los interesados, de manera permanente.
- Determinar las políticas, estrategias y lineamientos para la elaboración de estudios técnicos y proyectos de la obra pública a cargo de la Secretaría.
- Asesorar a las Unidades Administrativas de la Secretaría de Obras y Servicios en el establecimiento de lineamientos para la planeación y control de las obras inducidas.

#### **Dirección general de proyectos especiales.**

- Planear, programar y presupuestar los proyectos especiales a su cargo.
- Realizar los estudios y proyectos de las obras de construcción que por su naturaleza o grado de complejidad requieran trato especial.
- Elaborar las bases de licitación, términos de referencia, modelos de contrato y demás documentos necesarios para la adjudicación de los proyectos, obras y servicios especiales, incluso las financiadas bajo cualquier modalidad prevista por la ley;
- Llevar a cabo las licitaciones y suscribir los contratos que sean necesarios para la ejecución de proyectos especiales, así como la terminación anticipada y/o rescisión de los mismos, informando de tales acciones a su superior jerárquico.
- Establecer mecanismos de control que garanticen la seguridad de los recursos humanos y materiales durante el desarrollo de la construcción de los proyectos especiales.
- Construir y supervisar las obras de los proyectos especiales.
- Verificar que la obra civil de los proyectos especiales, así como sus obras inducidas y complementarias, se realicen de acuerdo con el programa autorizado y de conformidad con los proyectos ejecutivos.
- Coordinar con las dependencias, unidades administrativas, delegaciones, órganos desconcentrados, así como con las entidades de la Administración Pública correspondientes, lo relativo a los trabajos de construcción de los proyectos especiales.
- Verificar el uso del Manual de Aplicaciones de Señales Informativas, previo, durante y después de la ejecución de los proyectos a su cargo.
- Las demás que le atribuyan expresamente las leyes y reglamentos, así como las que le sean conferidas por sus superiores jerárquicos en el ámbito de su competencia.

**Dirección general de servicios urbanos.** Atiende el manejo de los residuos sólidos desde las estaciones de transferencia hasta su disposición final. Además realiza el mantenimiento de las vías primarias, el mantenimiento de las vías secundarias y terciarias corresponde a las autoridades delegacionales.

### **Dirección general de obras concesionadas.**

- Planear, programar y presupuestar los proyectos estratégicos a su cargo.
- Realizar el análisis y diagnóstico para determinar las obras susceptibles de ser concesionadas.
- Elaborar, en su caso, las declaratorias de necesidades de las obras a concesionarse.
- Elaborar las bases de licitación, términos de referencia, modelo de contrato y demás documentos necesarios para la concesión de obras públicas.
- Establecer los mecanismos para fijar y modificar precios, tarifas o contraprestaciones correspondientes a las obras concesionadas.
- Elaborar los títulos de concesión de obras públicas, así como sus modificaciones y verificar su debido cumplimiento, de conformidad con la normatividad en la materia.
- Establecer mecanismos de evaluación y control que garanticen el cumplimiento de las obligaciones contractuales de las obras concesionadas.
- Aprobar los proyectos ejecutivos de las obras concesionadas.
- Supervisar de forma sistemática que la ejecución de los trabajos se lleve a cabo conforme a los términos de referencia establecidos y de acuerdo al proyecto ejecutivo aprobado.
- Fundamentar y tramitar, en su caso, los asuntos de nulidad, extinción, revocación y caducidad de las concesiones, así como elaborar la declaratoria de rescate de los bienes, cuando resulte procedente, de acuerdo a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables.
- Dictar las medidas necesarias tendientes a proteger el interés público de las obras concesionadas.
- Difundir y verificar el uso del Manual de Aplicaciones de Señales Informativas, previo, durante y después de la ejecución de las obras concesionadas;
- Establecer mecanismos de control que garanticen la seguridad de los recursos humanos y materiales durante el desarrollo de las obras concesionadas.
- Verificar que la construcción y mantenimiento de obras concesionadas se lleve a cabo en coordinación con las dependencias, unidades administrativas, delegaciones, órganos desconcentrados, así como con las entidades de la Administración Pública, que corresponda.
- Las demás que le atribuyan expresamente las leyes y reglamentos, así como las que le sean conferidas por sus superiores jerárquicos en el ámbito de su competencia.

**La Secretaría del Medio Ambiente (SMA).** Donde se diseñan las normas de control ambiental, siendo su objetivo principal lograr que la preservación y el uso sustentable de los recursos constituyan un propósito y una acción colectiva, ya que el transporte está íntimamente ligado con el medio ambiente, debido a los daños que directamente le ocasiona (García, 2009).

**La Secretaría General del Gobierno (SGG).** El ámbito político es atendido por la secretaría general del gobierno quien actúa, de manera conjunta con la SETRAVI, en los conflictos relacionados con el transporte que rebasen los límites tolerables amenazando la estabilidad del Gobierno y la sociedad.

## Anexo A2. Diccionario de datos.

En esta sección de la tesis se presentan las definiciones de cada término que forma parte de la tabla de atributos de cada capa que participa en el proceso de la integración de dichas capas de datos en un sistema de información geográfica. En la primera tabla A.3.1 se aprecian los títulos de cada término así como su descripción. En la segunda tabla A.3.2 se muestran los 17 indicadores, su nombre de campo así como su descripción.

<b>CVGEO</b>	Clave Geográfica (INEGI 2010) de Entidad Federativa, a través del CVEGEO se puede identificar la clave del municipio, de localidad así como del AGEB.
<b>ID Manzana</b>	Es un número único que se ha asignado a cada manzana por parte de escritor de la tesis para que de esa manera sea más fácil el procesamiento de los datos.
<b>Área Geoestadística Básica</b>	La extensión territorial ocupada por un conjunto de manzanas que, generalmente son de 1 a 50, delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier rasgo fácil de identificar en el terreno y cuyo uso del suelo sea principalmente habitacional, industrial o comercial.
<b>Manzana</b>	Espacio geográfico que está constituido por un grupo de viviendas, edificios, predios, lotes o terrenos de uso habitacional, comercial o industrial

A.2.1. Tabla de descripción de los terminos geográficos incluidos en cada capa de datos.

Indicadores	Nombre	Nombre Campo	Descripción
1	Alumbrado Público	i1_alu_pub	Indicador que muestra dentro de una manzana si los frentes tienen suficiente, insuficiente o ausente iluminación
2	Puestos Semifijos	i2_pue_sem	Indicador que muestra dentro de una manzana si todos, alguno o ninguno de sus frentes tienen comercios semifijos
3	Puestos Ambulantes	i3_pue_amb	Indicador que muestra dentro de una manzana si todos, alguno o ninguno de sus frentes tienen comercios ambulantes.
4	Puentes Peatonales	i4_pue_pea	Indicador que muestra el tipo de puente peatonal así como si cuenta con elementos de accesibilidad.
5	Banquetas	i5_banquet	Indicador que muestra dentro de una manzana si los frentes tienen suficiente, insuficiente o ausente cobertura de banquetas.
6	Rampas	i6_rampas	Indicador que muestra dentro de una manzana si todos, algunos o ningún de los frentes tienen suficiente, insuficiente o ausente cobertura de rampas.
7	Guarnición	i7_guarni	Indicador que muestra dentro de una manzana si todos, algunos o ningún de los frentes tienen suficiente, insuficiente o ausente cobertura de guarnición.
8	Red Vial de Tránsito Motorizado	i8_red_via	Clasificación que muestra el valor de conectividad 1, 2 o 3 en manzanas que presenten más de una de las clasificaciones de vialidades (p. ej. Vía de circulación continua, arteria principal, avenida secundaria, calle local) la lógica de calificación será dar preferencia a la combinación de mayor jerarquía.
9	Transporte Colectivo	i9_tra_col	Indicador que muestra la cobertura en términos del acceso al transporte colectivo a través de sus rutas por cada, alguno o ninguno frente de la manzana.
10	Estaciones	i10_estaci	Indicador que presenta la capacidad del modo de transporte que ofrece la estación.

A.2.2. Tabla de descripción de los indicadores puntuales incluidos en cada capa de datos.

Indicadores	Nombre	Nombre Campo	Descripción
11	Densidad Poblacional	i11_den_po	Indicador que demuestra la población de una manzana con el objetivo de revelar los puntos de mayor demanda de movilidad según el número de los habitantes.
12	Uso del Suelo	i12_uso_su	Indicador que presenta el tipo predominante del uso de suelo vinculado con la demanda de movilidad (horario de generación de viajes).
13	Proximidad a Puntos de Interés	i13_prox	Indicador que muestra la proximidad de la población en las manzanas con los puntos de interés.
14	Autosuficiencia de la manzana	i14_autosu	Indicador que muestra la combinación de presencia de los puntos de interés en el área de influencia de la manzana inspeccionada.
15	Ciclovías	i15_ciclo	Indicador que muestra el tipo de la ciclovía que está alrededor de la manzana o la inexistencia de ella.
16	Tipo de Manzana y Factor de Forma	i16_fac_fr	Indicador que presenta la relación entre perímetro y área de una manzana, con el objetivo de mostrar la facilidad de la gente para caminar en esta, en el sentido de que a mayor área más distancia tiene que caminar la persona.
17	Árboles	i17_arb	Indicador que muestra si una manzana tiene árboles en cada, alguno o ninguno de sus frentes.

A.2.2 Continuación. Tabla de descripción de los indicadores puntuales incluidos en cada capa de datos.

### Anexo A3. El mecanismo MRV para la instrumentación del monitoreo externo.

#### MEDICIÓN/MONITOREO

#### Plan Integral de Movilidad.

#### Medida de la cobertura de alumbrado público en manzanas del AGEB inspeccionado – M1 Cobertura de alumbrado público

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<b>Cobertura de alumbrado público</b>	Indicador cuantitativo para la calificación de las manzanas dentro de un AGEB inspeccionado de acuerdo con la cobertura de alumbrado público.  <i>Variables:</i>  <i>Suficiente</i>  <i>Insuficiente</i>  <i>Sin alumbrado público</i>	Asignación de un valor único a cada manzana de acuerdo con la presencia del alumbrado público en todos, algunos o ningún frente de la manzana.	Datos de INEGI sobre infraestructura y entorno urbano.	Cada diez meses a partir de la implementación del proyecto.	La Secretaría de obras y servicios (SOBSE) en caso de vías primarias, para el caso de vías secundarias la autoridad delegacional.	- Base de datos actualizados sobre el registro del alumbrado público con coordenadas de ubicación para calcular la cantidad de ellas en las manzanas de un AGEB.

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de la cobertura de puestos de comercio en manzanas del AGEB inspeccionado – M2 Cobertura de puestos de comercio

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Cobertura de puestos de comercio</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de las manzanas dentro de un AGEB inspeccionado de acuerdo con la cobertura de puestos de comercio.</p> <p><u>Variables:</u></p> <p><u>Toda la manzana tiene puestos de comercio</u></p> <p><u>Algunos puestos de comercio</u></p> <p><u>Sin puestos de comercio</u></p>	<p>Asignación de un valor único a cada manzana de acuerdo con la presencia puestos de comercio en todos, algunos o ningún frente de la manzana.</p>	<p>Datos de INEGI sobre infraestructura y entorno urbano.</p>	<p>Cada seis meses a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>La autoridad delegacional.</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de los puestos de comercio con coordenadas de ubicación para calcular la cantidad de ellos en las manzanas de un AGEB.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de la cobertura de puentes peatonales en las manzanas del AGEB inspeccionado – M3 Cobertura de puentes peatonales

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<b>Cobertura de puentes peatonales</b>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de la manzana según la existencia o ausencia de diferentes tipos de puentes peatonales alrededor de su entorno.</p> <p><u>Variables:</u></p> <p><u>Puente con elementos de accesibilidad</u></p> <p><u>Puente sin elementos de accesibilidad</u></p> <p><u>Sin puente</u></p>	<p>Calificando las manzanas que forman parte del mismo AGEB con un valor único según el tipo de puente peatonal existente que está alrededor de la manzana.</p>	<p>Datos de SOBSE que forman parte de los datos abiertos del D.F.</p>	<p>Cada 3 años a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>La Secretaría de obras y servicios (SOBSE).</p>	<p>- Base de datos actualizados con coordenadas de ubicación para sobre el registro de los puentes peatonales en las manzanas de un AGEB.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de cobertura banquetas en las manzanas del AGEB inspeccionado – M4 Cobertura de banquetas

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<b>Cobertura de banquetas</b>	Indicador cuantitativo para la calificación de las manzanas dentro de un AGEB inspeccionado de acuerdo con la cobertura de banquetas.  <u>Variables:</u>  <u>Suficiente.</u>  <u>Insuficiente.</u>  <u>Sin Banqueta.</u>	Asignación de un valor único a cada manzana de acuerdo con la presencia de banquetas en todos, algunos o ningún frente de la manzana.	Datos de INEGI sobre infraestructura y entorno urbano.	Anualmente a partir de la implementación del proyecto.	La Secretaría de obras y servicios (SOBSE) en caso de vías primarias, para el caso de vías secundarias la autoridad delegacional.	- Base de datos actualizados sobre el registro de las banquetas con coordenadas de ubicación para calcular la cantidad de ellas en las manzanas de un AGEB.

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de cobertura rampas en las manzanas del AGEB inspeccionado – M5 Cobertura de rampas

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Cobertura de rampas</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de las manzanas dentro de un AGEB inspeccionado de acuerdo con la cobertura de rampas.</p> <p><u>Variables:</u></p> <p><u>Suficiente.</u></p> <p><u>Insuficiente.</u></p> <p><u>Sin rampas.</u></p>	<p>Asignación de un valor único a cada manzana de acuerdo con la presencia de rampas en todos, algunos o ningún frente de la manzana.</p>	<p>Datos de INEGI sobre infraestructura y entorno urbano.</p>	<p>Anualmente a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>La Secretaría de obras y servicios (SOBSE) en caso de vías primarias, para el caso de vías secundarias la autoridad delegacional.</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de las rampas con coordenadas de ubicación para calcular la cantidad de ellas en las manzanas de un AGEB.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de cobertura de guarniciones en las manzanas del AGEB inspeccionado – M6 Cobertura de guarniciones

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Cobertura de Guarnición.</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de las manzanas dentro de un AGEB inspeccionado de acuerdo con la cobertura de guarniciones.</p> <p><u>Variables:</u></p> <p><u>Suficiente.</u></p> <p><u>Insuficiente.</u></p> <p><u>Sin guarnición.</u></p>	<p>Asignación de un valor único a cada manzana de acuerdo con la presencia de guarniciones en todos, algunos o ningún frente de la manzana.</p>	<p>Datos de INEGI sobre infraestructura y entorno urbano.</p>	<p>Anualmente a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>La Secretaría de obras y servicios (SOBSE) en caso de vías primarias, para el caso de vías secundarias la autoridad delegacional.</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de las guarniciones con coordenadas de ubicación para calcular la cantidad de ellas en las manzanas de un AGEB.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de cobertura de vías de tránsito motorizado con distintos niveles de conectividad – M7 Cobertura de vías de tránsito motorizado

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Cobertura de vías de tránsito motorizado</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de la manzana según la existencia de diferentes tipos de vías de tránsito motorizado. El indicador está relacionado con el nivel de conectividad que las vías ofrecen.</p> <p><u>Variables:</u></p> <p><u>Alta conectividad</u></p> <p><u>Media conectividad</u></p> <p><u>Baja conectividad</u></p>	<p>Calificando las manzanas que forman parte del mismo AGEB según el tipo de las vías de tránsito motorizado que están alrededor de las manzanas inspeccionadas.</p>	<p>Datos de INEGI sobre Cartografía Urbana.</p>	<p>Cada 5 años a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>La Secretaría de obras y servicios (SOBSE) en caso de vías primarias, en caso de vías secundarias autoridad delegacional.</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de las manzanas de un AGEB, que tengan alta, baja y media conectividad y que incluye coordenadas de ubicación y el tipo de las vías alrededor de la manzana.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de cobertura de transporte colectivo en las manzanas del AGEB inspeccionado – M8 Cobertura del transporte colectivo

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Cobertura del transporte colectivo</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de las manzanas del AGEB inspeccionado de acuerdo con la cobertura del transporte colectivo.</p> <p><i>Variables:</i></p> <p><u>Tránsito por cada frente de la manzana</u></p> <p><u>Tránsito por algún frente de la manzana</u></p> <p><u>Tránsito por ningún frente de la manzana</u></p>	<p>Asignación de un valor único a cada manzana de acuerdo con la presencia del transporte público en todos, algunos o ningún frente de la manzana.</p>	<p>Datos de INEGI sobre infraestructura y entorno urbano.</p>	<p>Anualmente a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>La Secretaría de movilidad (SEMOVI).</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de las manzanas de un AGEB, que incluya información sobre el número de vialidades con sus coordenadas de ubicación que cuentan con servicio de transporte colectivo alrededor de la manzana inspeccionada.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de cobertura de estaciones que ofrecen las manzanas dentro del AGEB inspeccionado – M9 Cobertura de estaciones con distintos niveles de capacidad

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Cobertura de estaciones con distintos niveles de capacidad</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de las manzanas dentro de un AGEB que proporcionan capacidad alta, media o baja a través de las estaciones existentes del transporte colectivo a su alrededor.</p> <p><i>Variables:</i></p> <p><i>Alta capacidad</i></p> <p><i>Media capacidad</i></p> <p><i>Baja capacidad</i></p>	<p>Calificando la manzana con un valor único según el tipo de estación de alta, media o baja capacidad.</p>	<p>Datos de SEMOVI que forman parte de los datos abiertos del D.F.</p>	<p>Anualmente a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>La Secretaría de movilidad (SEMOVI).</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de las rutas del transporte público que pasan por las manzanas del AGEB inspeccionado, así como existencia de coordenadas de ubicación de las estaciones donde pasará el transporte público.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Cobertura de manzanas que presentan diferentes niveles de concentración poblacional en el AGEB inspeccionado– M10 Población total

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<b>Población total</b>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de las manzanas dentro de un AGEB que proporcionan diferentes niveles de concentración poblacional. Este indicador tiene como propósito medir la demanda de movilidad de la gente.</p> <p><u>Variables:</u></p> <p><u>Alta Densidad</u></p> <p><u>Media Densidad</u></p> <p><u>Baja Densidad</u></p>	<p>Contabilizando el número de los habitantes por cada manzana que forma parte de los AGEBS y consecuentemente de la delegación, de acuerdo con el promedio de la concentración poblacional se generan 3 rangos de valores para calificar con un valor único a cada manzana.</p>	<p>Datos de INEGI sobre censos poblacionales.</p>	<p>Cada 5 años a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>El instituto nacional de estadística y geografía</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de características demográficas de las manzanas que forman parte AGEB inspeccionado.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida del tipo predominante del uso de suelo que tiene cada manzana del AGEB inspeccionado– M11 Uso del suelo predominante de la manzana.

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Uso del suelo predominante</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la caracterización del uso del suelo predominante que tiene cada manzana que forma parte de las manzanas dentro del AGEB inspeccionado. Este indicador tiene como propósito revelar el horario de generación de viajes.</p> <p><i>Variables:</i></p> <p><u>Mixto</u></p> <p><u>Comercial</u></p> <p><u>Residencial</u></p> <p><u>Industrial</u></p>	<p>Calificando con un valor único las manzanas que forman parte del mismo AGEB inspeccionado según su tipo del uso del suelo.</p>	<p>Datos de SEDUVI sobre programas delegacionales (plan de divulgación).</p>	<p>Anualmente a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>La Secretaría del Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI).</p>	<p>- Necesidad de los planes de divulgación para identificar el tipo del uso del suelo predominante por cada manzana que puede afectar el patrón de movilidad de acuerdo con el horario de demanda de desplazamiento.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de la proximidad a los puntos de interés que tiene cada manzana del AGEB inspeccionado – M12 Proximidad a los puntos de Interés de las manzanas

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Proximidad a los puntos de interés</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la caracterización de la proximidad a los puntos de interés que tiene la manzana, según la existencia de los puntos de interés dentro de anillos concéntricos de distancia distinta.</p> <p><u>Variables:</u></p> <p><u>Proximidad alta</u></p> <p><u>Proximidad media</u></p> <p><u>Proximidad baja</u></p> <p><u>Proximidad desfavorable</u></p>	<p>Calificando con un valor único cada manzana que forma parte del mismo AGEB según el número de servicios que proporcionan por una distancia corta (0-250m), una distancia media (251-500m), una distancia larga (500-750m).</p>	<p>Datos de INEGI sobre el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).</p>	<p>Anualmente a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>El instituto nacional de estadística y geografía (INEGI).</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de los negocios activos en términos de identificación, ubicación, tamaño y actividad económica en el territorio nacional y específicamente en las manzanas que forman parte del AGEB inspeccionado.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de la autosuficiencia según la presencia de los puntos de interés que tiene cada manzana del AGEB inspeccionado – M13 Autosuficiencia de las manzanas según los puntos de interés

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Autosuficiencia de las manzanas según los puntos de interés</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la caracterización de la autosuficiencia que tiene la manzana, según la existencia de los puntos de interés dentro de un anillo concéntrico de distancia definida.</p> <p><i>Variables:</i></p> <p><u>Autosuficiencia muy alta</u></p> <p><u>Autosuficiencia alta</u></p> <p><u>Autosuficiencia media</u></p> <p><u>Autosuficiencia baja</u></p>	<p>Calificando con un valor único cada manzana que forma parte del mismo AGEB inspeccionado según el tipo de puntos de interés existentes.</p>	<p>Datos de INEGI sobre el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).</p>	<p>Anualmente a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>El instituto nacional de estadística y geografía (INEGI).</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de los negocios activos en términos de identificación, ubicación, tamaño y actividad económica en el territorio nacional y específicamente en las manzanas que forman parte del AGEB inspeccionado.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida de la cobertura de ciclovías que tiene cada manzana del AGEB inspeccionado – M14 Cobertura de ciclovías

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Cobertura de ciclovías</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de la manzana según la existencia o ausencia de diferentes tipos de ciclovías.</p> <p><i>Variables:</i></p> <p><u>Existencia de ciclovía separada</u></p> <p><u>Existencia de ciclovía confinada-compartida</u></p> <p><u>Ciclovía Inexistente</u></p>	<p>Clasificando las manzanas que forman parte del mismo AGEB según el tipo de ciclovía que está alrededor de la manzana.</p>	<p>Datos de SOBSE que forman parte de los datos abiertos del D.F.</p>	<p>Anualmente a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>La Secretaría de obras y servicios (SOBSE) en cooperación con la Secretaría del Medio Ambiente (SMA).</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de las ciclovías con sus coordenadas de ubicación dentro del área de inspección.</p>

MEDICIÓN/MONITOREO

Plan Integral de Movilidad.

Medida del tamaño y factor de forma que tiene cada manzana del AGEB inspeccionado – M15 Tamaño del área y factor de forma.

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<p><b>Tamaño del área y factor de forma.</b></p>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de la manzana según el valor de diferentes tipos de manzanas para demostrar la facilidad o dificultad de la persona para caminar (más grande la manzana más distancia la gente necesita para caminarla).</p> <p><u>Variables:</u></p> <p><u>Tamaño del área y factor de forma alto</u></p> <p><u>Tamaño del área y factor de forma medio</u></p> <p><u>Tamaño del área y factor de forma bajo</u></p>	<p>Calificando las manzanas que forman parte del mismo AGEB con un valor único según el resultado de la fracción perímetro/área de cada manzana que forma parte del AGEB inspeccionado.</p>	<p>Datos de INEGI que forman parte de cartografía urbana.</p>	<p>Cada 5 años a partir de la implementación del proyecto.</p>	<p>La Secretaría del desarrollo urbano y vivienda (SEDUVI) en colaboración con el instituto nacional de estadística y geografía (INEGI).</p>	<p>- Base de datos actualizados sobre el registro de manzanas y AGEBs que forman parte de la zona de estudio.</p>

**MEDICIÓN/MONITOREO**

**Plan Integral de Movilidad.**

**Medida de cobertura de árboles en las manzanas del AGEB inspeccionado – M16 Cobertura de árboles**

Indicadores técnicos	Descripción y Objetivo del Indicador	¿Cómo medirlo?	¿Qué fuentes se utilizan?	¿Cuándo medir?	¿Quién mide?	Acciones y/o supuestos necesarios para la medición
<b>Cobertura de árboles</b>	<p>Indicador cuantitativo para la calificación de las manzanas del AGEB inspeccionado de acuerdo con la cobertura de árboles.</p> <p><u>Variables:</u></p> <p><u>Alta cobertura de árboles</u></p> <p><u>Media cobertura de árboles</u></p> <p><u>Sin árboles</u></p>	Asignación de un valor único a cada manzana de acuerdo con la presencia de árboles en todos, algunos o ningún frente de la manzana.	Datos de INEGI sobre infraestructura y entorno urbano.	Anualmente a partir de la implementación del proyecto.	La secretaría de medio ambiente (SMA). En colaboración con INEGI.	- Base de datos actualizados sobre el registro de los árboles con coordenadas de ubicación para calcular la cantidad de ellos en las manzanas de un AGEB.

Reporte		Todas las líneas de acción		
Contenido del Reporte	¿Qué Reportar?	¿Cómo Reportar?	¿Quién Reporta?	¿Cuándo Reportar?
<b>TODAS LAS LÍNEAS DE ACCIÓN QUE FORMAN PARTE DEL NUEVO PARADIGMA DE MOVILIDAD.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodología usada para la generación de los indicadores.</li> <li>- Descripción de la medida de indicador y la forma de implementación.</li> <li>- Objetivos de la medida.</li> <li>- Indicadores obtenidos.</li> <li>- Conclusiones obtenidas en cuanto a estimación de los resultados deseados y los resultados actuales.</li> </ul>	Reporte para toda la ciudad consistente en un documento electrónico disponible en la página WEB de la Secretaría responsable para la generación del indicador.	La(s) Secretaría(s) encargadas para la generación de los indicadores.	Reporte para toda la Ciudad publicado anualmente

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de la cobertura de alumbrado público en manzanas del AGEB inspeccionado – M1 Cobertura de alumbrado público				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Cobertura de alumbrado público</b>	La cobertura actual de manzanas con alumbrado público en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de la cobertura de manzanas que cuentan con alumbrado público. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de alumbrado público.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con alumbrado público en las bases de datos de INEGI-SOBSE y cuando sea necesario la autoridad delegacional.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de la cobertura de puestos de comercio en manzanas del AGEB inspeccionado – M2 Cobertura de puestos de comercio				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Cobertura de puestos de comercio</b>	La cobertura actual de manzanas con puestos de comercio en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de la cobertura de manzanas que cuentan con puestos de comercio. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de puestos de comercio.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con puestos del comercio en las bases de datos de INEGI-autoridad delegacional.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de la cobertura de puentes peatonales en las manzanas del AGEB inspeccionado – M3 Cobertura de puentes peatonales				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Cobertura de puentes peatonales</b>	La cobertura y sus características actuales de manzanas con puente peatonal en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de la cobertura de manzanas que cuentan con puente peatonal. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de SOBSE.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de puentes peatonales.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con puentes peatonales en las bases de datos de SOBSE-INEGI.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de cobertura banquetas en las manzanas del AGEB inspeccionado – M4 Cobertura de banquetas				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Cobertura de banquetas</b>	El número actual de manzanas con banquetas y sus características en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de la cobertura de manzanas que cuentan con banquetas. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de banquetas.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con banquetas en las bases de datos de INEGI- SOBSE y cuando sea necesario la autoridad delegacional.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de cobertura banquetas en las manzanas del AGEB inspeccionado – M5 Cobertura de rampas				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Cobertura de rampas</b>	El número actual de manzanas con rampas en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de la cobertura de manzanas que cuentan con rampas. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de rampas.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con rampas en las bases de datos de INEGI- SOBSE y cuando sea necesario la autoridad delegacional.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de cobertura banquetas en las manzanas del AGEB inspeccionado – M6 Cobertura de guarniciones				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Cobertura de guarniciones</b>	El número actual de manzanas con guarniciones en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de la cobertura de manzanas que cuentan con guarniciones. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de guarniciones.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con guarniciones en las bases de datos de INEGI- SOBSE y cuando sea necesario la autoridad delegacional.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de cobertura de vías de tránsito motorizado con distintos niveles de conectividad – M7 Cobertura de vías de tránsito motorizado				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Cobertura de vías de tránsito motorizado</b>	El número actual de manzanas con vías de tránsito motorizado y sus características (diferentes niveles de conectividad) en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de cobertura de manzanas que cuentan con diferentes niveles de conectividad. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de conectividad de la manzana.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con vías de tránsito motorizado de INEGI-SOBSE o cuando sea necesario la autoridad delegacional.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de cobertura de transporte colectivo en las manzanas del AGEB inspeccionado – M8 Cobertura del transporte colectivo				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Cobertura del transporte colectivo</b>	El número actual de manzanas con transporte colectivo en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de la cobertura de manzanas que cuentan con transporte colectivo. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de SEMOVI y del INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de cobertura de transporte público.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con transporte público en las bases de datos de INEGI-SEMOVI.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de cobertura de estaciones que ofrecen las manzanas dentro del AGEB inspeccionado – M9 Cobertura de estaciones con distintos niveles de capacidad				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Cobertura de estaciones con distintos niveles de capacidad</b>	El número actual de manzanas con estaciones en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de cobertura de manzanas que cuentan con estaciones de distintos niveles de capacidad. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de SEMOVI e INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de estaciones de transporte público.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con estaciones en las bases de INEGI-SEMOVI.
VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Cobertura de manzanas que presentan diferentes niveles de densidad poblacional en el AGEB inspeccionado– M10 Densidad poblacional				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Densidad poblacional</b>	El número actual de distintos niveles de densidad poblacional en comparación con el número registrado en las manzanas inspeccionadas.	Verificación cruzada de intensidad poblacional por cada manzana, como fuente de verificación, se utiliza el registro de INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de concentración poblacional.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con intensidad poblacional de distintos niveles en las bases de INEGI.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida del tipo predominante del uso de suelo que tiene cada manzana del AGEB inspeccionado– M11 Uso del suelo predominante de manzana.				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Manzanas con uso del suelo predominante mixto, industrial, residencial, comercial</b>	El número actual de manzanas con uso del suelo predominante en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada del tipo del suelo predominante. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de SEDUVI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de uso del suelo.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento del tipo del uso del suelo en las bases de SEDUVI.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de la proximidad a los puntos de interés que tiene cada manzana del AGEB inspeccionado – M12 Proximidad a los puntos de Interés de las manzanas				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Proximidad a los puntos de interés de las manzanas</b>	El número actual de manzanas con puntos de interés a una distancia corta, media o larga, en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de la ubicación de los comercios. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de DENUÉ	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de proximidad a los POIs.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de la ubicación de los puntos de interés en las bases de INEGI.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de la autosuficiencia según la presencia de los puntos de interés que tiene cada manzana del AGEB inspeccionado – M13 Autosuficiencia de las manzanas según los puntos de interés				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
Autosuficiencia de las manzanas según los puntos de interés	El número actual de los puntos de interés que están alrededor de una distancia definida (0-750m) de una manzana que forma parte del AGEB inspeccionado en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de la ubicación, tamaño y actividad de los comercios. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de DENUÉ	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de autosuficiencia de la manzana.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento del tipo, tamaño ubicación de los puntos de interés en las bases de INEGI.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de la cobertura de ciclovías que tiene cada manzana del AGEB inspeccionado – M14 Cobertura de ciclovías				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
Cobertura de ciclovías	La cobertura actual de ciclovías que están ubicadas alrededor de las manzanas en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada de la ubicación y tipo de ciclovías. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de SOBSE.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de ciclovías.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento del tipo y ubicación de las ciclovías en las bases de SOBSE-SMA.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida del tamaño y factor de forma que tiene cada manzana del AGEB inspeccionado – M15 Tamaño del área y factor de forma.				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Tamaño del área y factor de forma</b>	El tamaño del área y factor de forma actual en las manzanas del AGEB inspeccionado en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada del tamaño del área y factor de forma. Como fuente de verificación, se utiliza el registro de INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de tamaño y factor de forma de la manzana.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento del tamaño del área y factor del forma en las bases de INEGI.

VERIFICACIÓN				
Plan Integral de Movilidad.				
Medida de cobertura de árboles en las manzanas del AGEB inspeccionado – M16 Cobertura de árboles				
Indicadores técnicos	¿Qué Verificar?	¿Cómo Verificar?	¿Cuándo Verificar?	¿Quién Verifica?
<b>Cobertura de árboles</b>	El número actual de manzanas con árboles en comparación con el número registrado.	Verificación cruzada del número de manzanas que cuentan con árboles. Como fuente de verificación, se utiliza el registro del INEGI.	Después de haber terminado el proceso de medición para el indicador de cobertura de árboles.	Un tercero (pueden ser empresas verificadoras certificadas a nivel nacional) la verificación cruzada puede realizarse mediante un recuento de las manzanas con árboles en las bases de datos de INEGI-SMA.

## **Anexo A4. Norma de metadatos de INEGI**

En esta parte de la tesis (que se escribió con datos de la unidad GITS del Instituto de Geografía de la UNAM (GITS, 2013) y (GITS, 2009)) se mostrará el concepto de metadato, los beneficios obtenidos con el uso de metadatos, la norma técnica para la elaboración de metadatos geográficos con sus correspondientes sectores así como la aplicación de la norma de metadatos para la generación de un metadato en el caso específico de la investigación.

### **El concepto de los metadatos**

Un problema fundamental que afecta los datos geográficos es la falta de acciones para compartir tales datos, pues la falta de cultura para documentarles ha conducido al desconocimiento de quien produce cuáles datos y dónde pueden obtenerse. Esto produce pérdidas económicas a causa de la duplicación de esfuerzos para producir datos, sin descontar la pérdida de oportunidad en las organizaciones de gobierno.

Una de las soluciones dirigidas a generar economías de escala con los datos geográficos es el uso de esquemas de metadatos para documentar los datos a través de esquemas aceptados mundialmente en las organizaciones que producen datos geográficos. Son varios los esquemas de metadatos disponibles para los generadores de datos, sin embargo, para México ya existe una norma obligatoria publicada por el INEGI y vigente desde el 25 de Diciembre del 2010, se trata de la Norma Técnica para la Elaboración de Metadatos Geográficos (NTEMG), que viene a regular la documentación de los metadatos en las áreas administrativas que cuenten con atribuciones para desarrollar actividades estadísticas o geográficas o que cuenten con registros administrativos que permitan obtener información de interés nacional de:

- ❖ Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y Local, incluyendo a las de la Presidencia de la República y de la Procuraduría General de la República.
- ❖ Los poderes Legislativo y Judicial de la Federación.
- ❖ Las entidades federativas y los municipios y delegaciones.
- ❖ Los tribunales administrativos federales y locales.

### **Definición**

Los metadatos se definen como datos estructurados que describen las características de contenido, condición, calidad, acceso y distribución de la información geoestadística.

Etimológicamente proviene del griego meta, “después de” y del latín datum “dato”, la palabra metadato no tiene un significado único, sin embargo, el más recurrente es literalmente “datos acerca de los datos”.

Otras definiciones tratan de precisar a los metadatos como descripciones estructuradas disponibles públicamente para ayudar a localizar objetos o recursos; o datos estructurados y codificados que describen características de objetos que contienen elementos para identificar, descubrir y valorar tales objetos.

Los metadatos son esquemas descriptivos o contextuales que se refieren a un objeto o recurso. Por lo general toman la forma de un conjunto estructurado de elementos que hace las veces de un currículum del objeto o recurso y ayuda en la localización,

identificación, consulta y en ocasiones, acceso para usuarios distintos al dueño del objeto o recurso.

### **Estructura de la norma para elaboración de metadatos**

La NTEMG se conforma de 9 secciones de las cuales 6 son obligatorias y 3 son opcionales.

La implementación de metadatos requiere cierta especialización y considerable dedicación, pues, además de conocer bien las características técnicas y básicas del conjunto de datos espaciales o producto que se esté documentando, es necesario saber qué información se debe recoger en cada sección y elemento de la norma, cómo y con qué criterios.

Por ello, surge la necesidad de crear un documento que describa los elementos de la NTEMG, los criterios y consideraciones para cada uno, así como un ejemplo que clarifique su objetivo, para lograr la misma interpretación y un resultado común.

Los elementos de la norma que deben llenarse son los que se indican como obligatorios, los elementos condicionales y opcionales dependen del producto o conjunto de datos espaciales que se documente.

Para mayor claridad se define la obligatoriedad presente en la norma:

Los elementos obligatorios (O), son aquellos que necesariamente deben ser incluidos, sin excepciones y deben estar en todos los metadatos.

Los elementos condicionales (C), son aquellos que pueden ser incluidos en tanto cumplan con algunas condiciones propias y que sean de alto interés. No necesariamente están en todos los metadatos, sino solamente en aquellos conjuntos en que su inclusión se considera importante.

Para cada elemento que contenga esta característica, se incluye una sentencia o condición que determina la inclusión del mismo.

Los elementos opcionales (Opc) a juicio del productor de los datos espaciales son aquéllos que pueden enriquecer un tanto los metadatos, pero sin los cuales no se demerita la documentación.

#### **0. Información del Metadato**

1. Identificación del conjunto de datos espaciales o producto (O)
2. Fechas relacionadas con el conjunto de datos espaciales o producto (O)
3. Parte responsable del conjunto de datos espaciales o producto (O)
4. Localización geográfica del conjunto de datos espaciales o producto (O)  
(representación espacial)
5. Sistema de referencia (Opc)
6. Calidad de la información (O)
7. Atributos (Opc)

8. Distribución (Opc)

9. Información del contacto para los metadatos (O)

## **0. Información del Metadato**

Datos sobre el contenido, calidad, condiciones y otras características de los datos.

### **1. Identificación del conjunto de datos espaciales o producto (O)**

Información básica para identificar de manera única un conjunto de datos espaciales o producto.

### **2. Fechas relacionadas con el conjunto de datos espaciales o producto (O)**

Fechas y eventos de referencia usados para describir el conjunto de datos espaciales o producto.

### **3. Parte responsable del conjunto de datos espaciales o producto(O, repetible)**

Información sobre la(s) persona(s) responsable(s) y organización(es) asociada(s) con el conjunto de datos espaciales o producto.

### **4. Localización geográfica del conjunto de datos espaciales o producto (O) (Representación espacial)**

Mecanismo usado para representar información espacial en el conjunto de datos espaciales o producto. Posición geográfica del conjunto de datos espaciales o producto.

### **5. Sistema de Referencia (Opc)**

La descripción del sistema de referencia Horizontal y/o Vertical para las coordenadas en el conjunto de datos espaciales y el modo de codificarlas.

El Sistema de Referencia Horizontal es el conjunto de prescripciones y convenciones para definir en cualquier momento un sistema de ejes coordenados para la ubicación de puntos con respecto a la superficie terrestre. Incluye el establecimiento de las unidades de medida y en su caso de una superficie geométrica auxiliar que se aproxime al tamaño y forma de la tierra (elipsoide).

El Sistema de Referencia Vertical es el conjunto de parámetros que sirven como base para referir las altitudes, elevaciones o profundidades a un nivel de referencia vertical.

### **6. Calidad de la Información (O)**

Valoración general de la calidad del conjunto de datos espaciales o producto. Para describir esta sección se reportan los criterios cuantitativos de calidad que fueron evaluados. También se reporta la historia de la generación del producto en el apartado de Linaje (elementos cualitativos).

### **7. Atributos (Opc)**

Resumen y cita para obtener una descripción general de la información contenida en el conjunto de datos espaciales o producto.

## 8. Distribución (Opc)

Información sobre el distribuidor y opciones para obtener el conjunto de datos espaciales o producto.

## 9. Información de metadatos (O)

Información sobre la actualidad del metadato y la parte responsable.

La estructura de la norma se puede apreciar en la siguiente figura donde se presentan los 9 sectores derivados del metadato así como su naturaleza, amarillo es obligatorio, azul es opcional y verde es condicional:

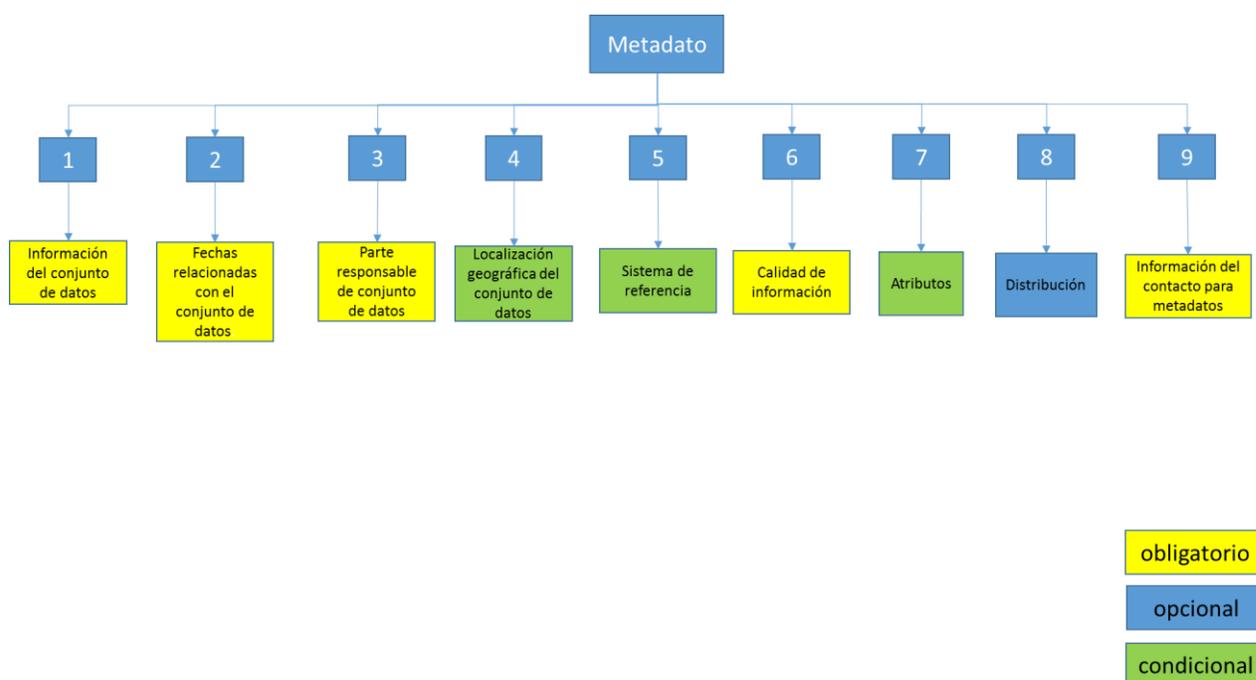


Figura A.4.1. La estructura del metadato según la norma técnica para la elaboración de metadatos.

### Beneficios obtenidos con el uso de metadatos

1. Aumentar la oportunidad con que los datos se publican y se dan a conocer.
2. La calidad de los datos puede declararse y caracterizarse.
3. Se declara el objetivo de la creación de los datos y su uso pretendido.
4. Se proporciona una descripción precisa de los datos.
5. Los metadatos pueden compartirse sin que implique el suministro de los datos que describen.
6. Se proporciona una descripción del proceso de generación de los datos y su linaje.
7. Inducen a normalizar los procesos de trabajo y a la creación de una cultura de documentación organizacional.

### Generación de metadatos para el caso específico de la investigación

En ésta parte se mostrará el proceso de construir un metadato según los datos obtenidos para la generación de los indicadores técnicos, se mostrará solamente el metadato para

un indicador técnico que es el primero (alumbrado público) para que se quede claro cómo generar el metadato así como no saturar el texto de la tesis ya que el proceso para cada indicador es el mismo.

1. Identificación de datos espaciales y o producto
  - 1.1) Nombre técnico: I1\_alu\_pub
  - 1.2) Título de conjunto de datos espaciales o producto: Alumbrado Público
  - 1.3) Propósito: Conocer la cobertura en cuanto a alumbrado público en la zona de estudio
  - 1.4) Descripción del conjunto de datos espaciales o producto: El mapa representa la cobertura de alumbrado público en el AGEB de mayor población dentro de la Delegación Iztapalapa.
  - 1.5) Idioma del conjunto de datos espaciales o producto: Español
  - 1.6) Tema principal del conjunto de datos espaciales o producto (aquí pueden ser válidas varias opciones): **Localización**, información posicional y servicios, **Estructura**, construcciones hechas por el hombre, **Transportación**, medio y ayudas para transportar personas o mercancías.
  - 1.7) Grupo de datos de datos del conjunto de datos espaciales o producto: Grupo de datos topográficos
  - 1.8) Palabra clave: Alumbrado Público Tipo: Tema, Palabra clave: Iztapalapa Tipo: Lugar
  - 1.9) Nombre del tesoro: Tabulado sobre infraestructura y características del entorno urbano
  - 1.10) Edición: 2013
  - 1.11) Forma de representación de los datos espaciales: Documento digital, Mapa digital y Tabla digital
  - 1.12) URL del recurso: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/tabulados\\_urbano.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/tabulados_urbano.aspx)
  - 1.13) Frecuencia de mantenimiento y actualización: Irregular
  - 1.14) Conjunto de caracteres: 6.8859parte 1
2. Fechas relacionadas con el conjunto de datos espaciales o producto
  - Fecha de referencia del conjunto de datos espaciales: 26/06/2013
  - Tipo de fecha: Publicación
  - Fecha de creación de los insumos: 15/01/2016
  - Nombre del insumo: Alumbrado Público
3. Unidad del estado responsable del conjunto de datos espaciales o producto
  - 3.1) Nombre de la persona de contacto: Ioannis Chatziioannou
  - 3.2) Nombre de la organización: U.N.A.M
  - 3.3) Puesto de contacto: Responsable de metadatos de la Universidad Nacional Autónoma de México
  - 3.4) Teléfono: 5577889966
  - 3.5) Dirección Álvaro Obregón 89
  - 3.6) Ciudad: Ciudad de México
  - 3.7) Área administrativa: Cuauhtémoc
  - 3.8) Código postal: 06700
  - 3.9) País: México
  - 3.10) Dirección del correo electrónico del contacto: [j\\_xatzhiwannou@yahoo.gr](mailto:j_xatzhiwannou@yahoo.gr)
  - 3.11) Enlace en línea (dirección de internet de referencia): <http://www.gits.igg.unam.mx/>
  - 3.12) Rol: Proveedor del recurso, parte que suministra el recurso

4. Localización geográfica del conjunto de datos espaciales o producto
  - 4.1) Coordenada límite al Oeste: -99.1043000
  - 4.2) Coordenada límite al Este: -99.0942000
  - 4.3) Coordenada límite al Sur: 19.3600000
  - 4.4) Coordenada límite al Norte: 19.3689000
  - 4.5) Tipo de representación espacial: Vector, los datos vectoriales se utilizan para representar datos espaciales
5. Sistema de referencia
  - 5.1) Coordenadas geográficas
    - 5.1.1) Resolución de latitud: 0.0174532925199433
    - 5.1.2) Resolución de longitud: 0.0174532925199433
    - 5.1.3) Unidades de coordenadas geográficas: Grados decimales
  - 5.2) Modelo geodésico
    - 5.2.1) Nombre del datum horizontal: World Geodetic System 1984
    - 5.2.2) Nombre del elipsoide: World Geodetic System 1984
    - 5.2.3) Semieje mayor: 6378137.00
    - 5.2.4) Factor de denominador de achatamiento: 298.257223
6. Calidad de la información
  - 6.1) Alcance o ámbito: Conjunto de datos espaciales: Información aplicada al conjunto de datos espaciales.
  - 6.2) Linaje: Enunciado, obtenido de INEGI: Tabulado sobre infraestructura y características del entorno urbano. Descripción de los pasos del proceso, Primero fue necesario bajar la capa de la Delegación Iztapalapa y sobre dicha capa añadir las capas de entorno urbano por parte de INEGI. Luego se cargaron todas las manzanas que están dentro de la Delegación Iztapalapa y sobre dicha Delegación se seleccionó el AGEB con mayor población. Finalmente se hizo una asignación de valores a los objetos geográficos según su nivel de cobertura a la Zona de Estudio. Descripción de la fuente: INEGI, [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/tabulados\\_urbano.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/tabulados_urbano.aspx)
7. Entidades y atributos
  - 7.1) Descripción general de entidades y atributos: Contiene cobertura del alumbrado público en el AGEB inspeccionado dentro de la Delegación Iztapalapa
  - 7.2) Cita del detalle de entidades y atributos: CVEGEO: Clave geoestadística proporcionada por INEGI. AGEB: Número único asociado con el AGEB seleccionado por parte de INEGI. MZA: Número único asignado a las manzanas que forman parte del AGEB inspeccionado por parte de INEGI. id\_mnzna: Valor único del id de cada manzana asignado por parte del autor para que sean más fáciles los procedimientos relacionados con el análisis de datos de las manzanas i1\_alu\_pub: Calificación de cada manzana según la existencia de alumbrado público en cada, en algún o ningún frente de la manzana
8. Distribución
  - 8.1) Restricciones de acceso: Copyright (Derechos de autor): Derecho exclusivo de publicación, producción, o venta de los derechos de una obra literaria, dramática, musical, artística, que contempla la ley de la materia, para un periodo específico de tiempo de un autor, compositor o artista.
  - 8.2) Restricciones de uso: Sin restricciones: No existen restricciones para el producto o conjunto de datos espaciales.

9. Información del contacto para los metadatos
  - 9.1) Nombre del estándar de metadatos: ISO 19115 Información Geográfica-Metadatos (Norma Técnica para la Elaboración de Metadatos Geográficos).
  - 9.2) Versión de la norma de metadatos: 2003 (1.0).
  - 9.3) Idioma de metadatos: Español.
  - 9.4) Nombre de la persona de contacto: Ioannis Chatziioannou.
  - 9.5) Nombre de la organización: U.N.A.M.
  - 9.6) Puesto del contacto: Responsable de metadatos de la Universidad Nacional Autónoma de México.
  - 9.7) Teléfono: 5577889966.
  - 9.8) Dirección: Álvaro Obregón 89.
  - 9.9) Ciudad: Ciudad de México.
  - 9.10) Área administrativa: Cuauhtémoc.
  - 9.11) Código Postal: 06700
  - 9.12) País: México
  - 9.13) Dirección del correo electrónico del contacto: j.xatzhiwannou@yahoo.gr
  - 9.14) Rol: Proveedor del recurso, Parte que suministra el recurso.
  - 9.15) Conjunto de caracteres: 6. 8859parte1: ISO/IEC 8859-1, Tecnologías de la Información-Conjuntos de caracteres gráficos codificados de 8-bit por byte-Parte 1: Alfabeto Latino No. 1.

## Anexo A5. Explicación de relaciones entre los indicadores del análisis estructural

En esta sección de la tesis se pueden apreciar los criterios para hallar las relaciones entre los indicadores considerados, así como la explicación detallada de las relaciones según los criterios de Sussman. Los criterios que se usan para hallar las relaciones entre los indicadores son criterios de tipo polaridad territorial, funcional y topológica, las características de dichos criterios se describen en la siguiente figura:

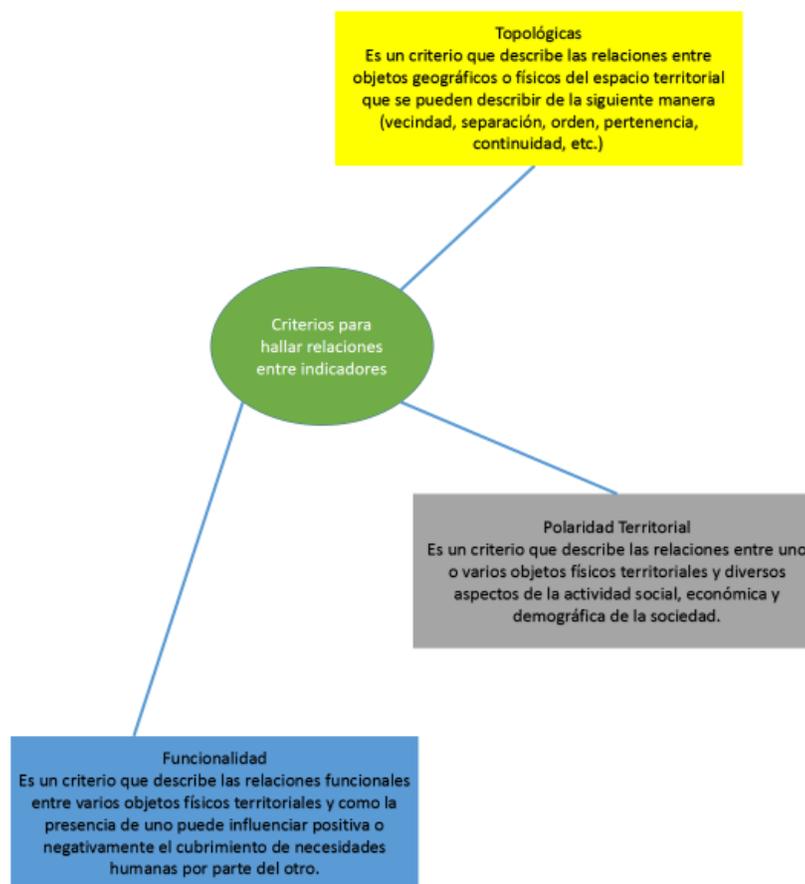


Figura A5.1. Los criterios establecidos para hallar las relaciones entre los indicadores.

Dirección de la influencia	Alumbrado público -> Puestos de Comercio
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El alumbrado público puede influenciar a la existencia de los puestos debido a que los puestos de comercio se colocan donde hay luz. O sea el alumbrado público fomenta las condiciones para que luego se coloquen los puestos.

Dirección de la influencia	Alumbrado público -> Puentes peatonales
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El alumbrado público puede influenciar a los puentes peatonales en el sentido que a través de la adecuada iluminación puede aumentar la seguridad peatonal.

Dirección de la influencia	Alumbrado público -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El alumbrado público puede influenciar a las banquetas en el sentido que a través de la adecuada iluminación puede aumentar la seguridad peatonal.

Dirección de la influencia	Alumbrado público -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El alumbrado público puede influenciar a las rampas en el sentido que a través de la adecuada iluminación puede aumentar la seguridad peatonal (específicamente la de los grupos vulnerables).

Dirección de la influencia	Alumbrado público -> Red Vial de Tránsito Motorizado
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El alumbrado público puede influenciar a la red vial de tránsito motorizado en el sentido que a través de la adecuada iluminación puede aumentar la seguridad ciclista y la de usuario de transporte público.

Dirección de la influencia	Alumbrado público -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El alumbrado público puede influenciar a las estaciones en el sentido que a través de la adecuada iluminación puede aumentar la seguridad peatonal y la de usuario de transporte público.

Dirección de la influencia	Alumbrado público -> Uso de Suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El alumbrado público puede influenciar al valor del uso del suelo positivamente, le puede proporcionar valor agregado debido a seguridad ofrecida a los habitantes.

Dirección de la influencia	Alumbrado público -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El alumbrado público puede influenciar el nivel de autosuficiencia de la manzana porque dentro del marco de barrio completo puede proporcionar a la gente una movilidad más segura.

Dirección de la influencia	Alumbrado público -> Ciclovías
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El alumbrado público puede influenciar a las ciclovías en el sentido que a través de la adecuada iluminación puede aumentar la seguridad ciclista.

Dirección de la influencia	Puestos de comercio (puestos semifijos y ambulantes) -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Negativa
Descripción de influencia	Los puestos de comercio pueden influenciar negativamente al alumbrado público porque muchas veces la gente que trabaja en ellos se conecta con la red de electricidad generando corto circuitos.

Dirección de la influencia	Puestos de comercio (puestos semifijos y ambulantes) -> Puentes peatonales
Tipo de influencia	Negativa
Descripción de influencia	Los puestos de comercio pueden influenciar negativamente a los puentes peatonales en el sentido que muchas veces se ubican en la base de ellos donde hay las escaleras impidiendo el libre flujo para los peatones que quieren subir y bajar del puente. Este tipo de relación es más común cuando hablamos de puentes que presentan un gran flujo peatonal.

Dirección de la influencia	Puestos de comercio (puestos semifijos y ambulantes) -> Banquetas
Tipo de influencia	Negativa
Descripción de influencia	Los puestos de comercio pueden influenciar (obstaculizar) el cumplimiento de la función de las banquetas reduciendo el espacio disponible para los peatones.

Dirección de la influencia	Puestos de comercio (puestos semifijos y ambulantes) -> Rampas
Tipo de influencia	Negativa
Descripción de influencia	Los puestos de comercio pueden influenciar (obstaculizar) el cumplimiento de la función de las rampas reduciendo el espacio disponible asignado para las personas con diferentes capacidades o tapándolo completamente en algunos casos.

Dirección de la influencia	Puestos de comercio (puestos semifijos y ambulantes) -> Guarnición
Tipo de influencia	Negativa
Descripción de influencia	Los puestos de comercio pueden influenciar (impedir) el cumplimiento de la función de guarniciones provocando deterioro al estado de ellas y consecuentemente a la seguridad peatonal.

Dirección de la influencia	Puestos de comercio (puestos semifijos y ambulantes) -> Estaciones
Tipo de influencia	Negativa
Descripción de influencia	Los puestos de comercio obstaculizan el libre flujo de peatones y usuarios de transporte público circulando alrededor de la estación.

Dirección de la influencia	Puestos de comercio (puestos semifijos y ambulantes) -> Uso de Suelo
Tipo de influencia	Negativa
Descripción de influencia	Los puestos de comercio pueden influenciar al valor del uso del suelo negativamente, ya que las zonas que tienen muchos puestos de comercio no son tan solicitadas porque muchas veces se consideran inseguras de poca higiene y en general zonas problemáticas.

Dirección de la influencia	Puestos de comercio (puestos semifijos y ambulantes) -> Ciclovías
Tipo de influencia	Negativa
Descripción de influencia	Los puestos de comercio obstaculizan el libre flujo de ciclistas invadiendo su carril y consecuentemente impactando la seguridad ciclista.

Dirección de la influencia	Puentes peatonales -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los puentes peatonales impactan al alumbrado público en el sentido que condicionan la colocación de alumbrado público (el alumbrado se coloca sobre el puente).

Dirección de la influencia	Puentes peatonales -> Puestos de comercio
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los puentes peatonales impactan a los puestos de comercio en el sentido que son espacios propicios para la existencia de puestos de comercio. Este tipo de relación es más común cuando hablamos de puentes que presentan un gran flujo peatonal.

Dirección de la influencia	Puentes peatonales -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los puentes peatonales pueden impactar positivamente las banquetas en el sentido que permiten la continuación de la red peatonal asegurando la separación física entre el flujo motorizado y el no motorizado. Sin embargo, para que eso pueda suceder es necesario aumentar la percepción de la seguridad de los puentes así como su nivel de accesibilidad integral.

Dirección de la influencia	Puentes peatonales -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los puentes peatonales pueden impactar la existencia de las rampas en el sentido que determinan la necesidad de instalar rampas en los puentes.

Dirección de la influencia	Puentes peatonales -> Red vial de tránsito motorizado
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los puentes peatonales pueden revelar el tipo de la red vial de tránsito motorizado en el sentido que los puentes peatonales se colocan donde hay vías de tránsito pesado (vías primarias) para asegurar la separación física entre el flujo motorizado y el no motorizado. Sin embargo, para que eso pueda suceder es necesario aumentar la percepción de la seguridad de los puentes así como su accesibilidad integral.

Dirección de la influencia	Puentes peatonales -> Estación de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los puentes peatonales pueden impactar a las estaciones de transporte público mejorando el nivel de accesibilidad que ofrecen a la gente para que llegue a su destino mediante el transporte público.

Dirección de la influencia	Puentes peatonales -> Uso de Suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los puentes peatonales pueden influenciar al valor del uso del suelo positivamente, ya que las zonas que tienen puentes peatonales pueden ofrecer una movilidad peatonal más segura.

Dirección de la influencia	Puentes peatonales -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los puentes peatonales pueden influenciar el nivel de autosuficiencia de la manzana porque dentro del marco de barrio completo puede proporcionar a la gente una movilidad más segura.

Dirección de la influencia	Puentes peatonales -> Ciclovías
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los puentes peatonales influyen a las ciclovías en el sentido que ayudan a la continuación de la red ciclista para que los ciclistas puedan atravesar avenidas de alta velocidad de manera segura. Este tipo de relación es más probable cuando el puente tiene rampa.

Dirección de la influencia	Banquetas -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen al alumbrado público en el sentido que la presencia del alumbrado público depende de la presencia de las banquetas (o sea se colocan sobre las banquetas).

Dirección de la influencia	Banquetas -> Puestos de comercio
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen a los puestos de comercio en el sentido que la presencia de ellos depende de la presencia de las banquetas (o sea se colocan sobre las banquetas).

Dirección de la influencia	Banquetas -> Puentes peatonales
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen a los puentes peatonales en el sentido que la presencia de ellos depende de la presencia de las banquetas (o sea las partes del puente que permiten el ascenso y descenso de personas se colocan sobre las banquetas).

Dirección de la influencia	Banquetas -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen a las rampas en el sentido que la presencia de ellas depende de la presencia de las banquetas (o sea se colocan sobre las banquetas).

Dirección de la influencia	Banquetas -> Guarniciones
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen a las guarniciones en el sentido que la presencia de ellas depende de la presencia de las banquetas (o sea se colocan sobre las banquetas).

Dirección de la influencia	Banquetas -> Red Vial de Tránsito Motorizado (RVTM)
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen a la RVTM (la hacen más segura) porque su existencia demanda la existencia de señalización horizontal adecuada para que el flujo de la RVTM sea más cuidadoso con los peatones.

Dirección de la influencia	Banquetas -> Cobertura de transporte público.
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen a la cobertura de transporte público en el sentido que ayudan a proporcionar una manera más segura para el ascenso y descenso de las personas.

Dirección de la influencia	Banquetas -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen a las estaciones de transporte público en el sentido que la presencia de ellas depende de la presencia de las banquetas, o sea las estaciones se colocan sobre las banquetas (caso de RTP, trolebús).

Dirección de la influencia	Banquetas -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen al uso del suelo aumentando su valor debido a una mejora en cuanto a la seguridad y conveniencia peatonal.

Dirección de la influencia	Banquetas -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen al nivel de autosuficiencia de la manzana porque forman parte de la vía peatonal y dentro del concepto del barrio completo se vuelve a un factor fundamental para que la gente realice sus actividades cotidianas.

Dirección de la influencia	Banquetas -> Tamaño de manzana y factor de forma
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen al factor de forma y área de la manzana en el sentido que la red peatonal permite la conectividad entre diferentes manzanas para que la gente pueda realizar sus actividades cotidianas sin usar el coche.

Dirección de la influencia	Banquetas -> Árboles
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las banquetas influyen a los árboles en el sentido que la presencia de ellos depende de la presencia de las banquetas (o sea se colocan sobre las banquetas).

Dirección de la influencia	Rampas -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las rampas influyen al alumbrado público porque determinan donde se debe colocar el alumbrado público para ayudar a la movilidad de los grupos vulnerables.

Dirección de la influencia	Rampas -> Puentes peatonales
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las rampas influyen a los puentes peatonales en el sentido que la presencia de ellas puede fortalecer el nivel de accesibilidad universal que los puentes peatonales ofrecen.

Dirección de la influencia	Rampas -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las rampas influyen a las banquetas en el sentido que la presencia rampas puede fortalecer el nivel de accesibilidad universal que las banquetas ofrecen a la gente.

Dirección de la influencia	Rampas -> RVTM
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las rampas influyen a la RVTM (más segura) porque su existencia significa la existencia de señalización horizontal adecuada para que el flujo de la RVTM sea más cuidadoso con los peatones.

Dirección de la influencia	Rampas -> Cobertura de transporte público.
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las rampas influyen a la cobertura de transporte público en el sentido que mejoran el nivel de servicio que ofrece el modo de transporte no solamente en términos de accesibilidad integral sino de seguridad y número de paradas.

Dirección de la influencia	Rampas -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las rampas mejoran el nivel de accesibilidad integral de la estación para que más gente pueda tener acceso a la estación.

Dirección de la influencia	Rampas -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las rampas influyen al uso del suelo aumentando su valor debido a una mejora en cuanto a la seguridad y conveniencia peatonal.

Dirección de la influencia	Rampas -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las rampas influyen al nivel de autosuficiencia de la manzana porque dentro del concepto de barrio completo se deben ofrecer a la gente los medios principales peatonales (rampas) para moverse y cubrir sus necesidades humanas.

Dirección de la influencia	Rampas -> Ciclovías
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las rampas influyen a las ciclovías ofreciendo la manera como ingresar los ciclistas a las redes de bicicletas.

Dirección de la influencia	Guarniciones -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las guarniciones influyen a las banquetas en el sentido que la presencia de guarniciones puede aumentar el nivel de accesibilidad y seguridad de la movilidad peatonal (la guarnición permite una mejora en cuanto a servicio que ofrece la banqueta).

Dirección de la influencia	Guarniciones -> RVTM
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las guarniciones influyen a la RVTM porque genera un tipo de separación entre la red peatonal y la de tránsito motorizado (impide el subimiento de coches sobre la banqueta) y al mismo tiempo indica donde es permitido o no el estacionamiento.

Dirección de la influencia	Guarniciones -> Cobertura de transporte público.
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las guarniciones influyen a la cobertura de transporte público en el sentido que ayudan a proporcionar una manera más segura para el ascenso y descenso de las personas.

Dirección de la influencia	Guarniciones -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las guarniciones influyen positivamente a las estaciones de transporte público (las hacen más amigables-seguras), ya que ofrecen una manera segura al usuario de transporte público en cuanto al ascenso y descenso debido a que es la última interfaz que la gente tiene para bajar y subir al modo de transporte colectivo.

Dirección de la influencia	Guarniciones -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las guarniciones influyen al uso del suelo aumentando su valor debido a una mejora en cuanto a la seguridad y conveniencia peatonal.

Dirección de la influencia	Guarniciones -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las guarniciones influyen al nivel de autosuficiencia de la manzana porque dentro del concepto de barrio completo se deben ofrecer a la gente los medios principales peatonales (guarniciones) para moverse y cubrir sus necesidades humanas.

Dirección de la influencia	Red vial de tránsito motorizado -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La red vial de tránsito motorizado influye al alumbrado público en el sentido que la presencia del alumbrado público depende de la presencia de las vías (se define la presencia de alumbrado público según la RVTM).

Dirección de la influencia	Red vial de tránsito motorizado -> Puentes peatonales
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La red vial de tránsito motorizado influye a los puentes peatonales en el sentido que la presencia de ellos depende de la presencia de las vías.

Dirección de la influencia	Red vial de tránsito motorizado -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La red vial de tránsito motorizado influye a las banquetas en el sentido que su presencia depende de la presencia de las vías (o sea las banquetas se colocan sobre las vías y consecuentemente toda la infraestructura que está sobre las banquetas).

Dirección de la influencia	Red vial de tránsito motorizado -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La red vial de tránsito motorizado influye a las rampas en el sentido que su presencia depende de la presencia de las vías (para que se pueda generar una fácil transacción de la red vial a la banqueta).

Dirección de la influencia	Red vial de tránsito motorizado -> Guarniciones
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La red vial de tránsito motorizado influye a las guarniciones en el sentido que su presencia depende de la presencia de las vías porque las guarniciones pueden servir como indicadores de limitación entre las vías motorizadas y no.

Dirección de la influencia	Red vial de tránsito motorizado -> Cobertura de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La red vial de tránsito motorizado influye a la cobertura de transporte público en el sentido que su presencia depende de la presencia de las vías.

Dirección de la influencia	Red vial de tránsito motorizado -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La red vial de tránsito motorizado influye a las estaciones de transporte público en el sentido que su presencia depende de la presencia de las vías.

Dirección de la influencia	Red Vial de Tránsito Motorizado -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La RVTM influye al uso del suelo aumentando su valor debido a una mejora en cuanto a la conectividad que ofrece a los habitantes.

Dirección de la influencia	Red Vial de Tránsito Motorizado -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La RVTM influye al nivel de autosuficiencia de la manzana porque dentro del concepto de barrio completo se deben ofrecer a la gente los medios principales para moverse y cubrir sus necesidades humanas.

Dirección de la influencia	Red vial de tránsito motorizado -> Ciclovías
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La red vial de tránsito motorizado influye a las ciclovías en el sentido que su presencia depende de la presencia de las vías (caso de ciclovías compartidas).

Dirección de la influencia	Red vial de tránsito motorizado -> Tamaño de manzana y factor de forma
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La red vial de tránsito motorizado influye al factor de forma y área de la manzana en el sentido que la red vial de tránsito motorizado permite la conectividad entre diferentes manzanas para que la gente pueda realizar sus actividades cotidianas.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La cobertura de transporte público define la necesidad de existencia de alumbrado público para la seguridad de la gente.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La cobertura de transporte público determina la necesidad de existencia de banquetas para la seguridad de la gente.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La cobertura de transporte público determina la necesidad de existencia de rampas para la accesibilidad de la gente.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Guarniciones
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La cobertura de transporte público determina la necesidad de existencia de guarniciones para la accesibilidad y seguridad de la gente.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Red vial de tránsito motorizado
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La cobertura de transporte público puede influir a la red vial de tránsito motorizado en cuanto a congestión y a sus características físicas dependiendo del tipo de transporte público.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La cobertura de transporte público puede influir a las estaciones de transporte público porque sin ella no pudieran existir.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Población total
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La cobertura de transporte público puede influir a la población total, debido a que puede hacer atractiva la oferta de vivienda generando un impacto en la población de una zona determinada. Es decir, que más personas quieran vivir cerca de una estación o ruta de transporte.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La presencia de estaciones de transporte público puede impactar el uso de suelo a través de políticas basadas sobre el DOT para cambiar paulatinamente el tipo predominante del uso del suelo mediante su densificación (proveer un equilibrio entre empleo, vivienda, áreas verdes y transporte).

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Proximidad a los puntos de interés.
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La cobertura de transporte público puede influir a la proximidad de dos maneras, primero mediante políticas tipo DOT se propone densificar el uso del suelo alrededor de las rutas de transporte público, por lo tanto paulatinamente el uso del suelo se cambiará a mixto y consecuentemente muchos puntos de interés estarán cerca a las manzanas. Adicionalmente la cobertura de transporte público puede detonar la existencia de componentes relacionados con el transporte público como estaciones a una distancia cercana.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La cobertura de transporte público influye al nivel de autosuficiencia de la manzana porque dentro del concepto de barrio completo se deben ofrecer a la gente los medios principales alternativos (transporte público) para moverse y cubrir sus necesidades humanas sin la necesidad de usar el coche.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Ciclovías
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La presencia de transporte público puede influir a las ciclovías en el sentido que dentro del marco de políticas relacionadas con sistema integral de transporte y del concepto de intermodalidad, se deben construir ciclovías alrededor de las rutas y estaciones de transporte público.

Dirección de la influencia	Cobertura de transporte público -> Tamaño de manzana y factor de forma
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La cobertura de transporte público influye al factor de forma y área de la manzana en el sentido que permite la conectividad entre diferentes manzanas para que la gente pueda realizar sus actividades cotidianas mediante un modo alternativo que el coche.

Dirección de la influencia	Estaciones -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las estaciones de transporte público pueden influir a la existencia de la infraestructura correspondiente (en este caso alumbrado público) para que la gente pueda usar el modo de transporte de manera segura.

Dirección de la influencia	Estaciones -> Puestos de comercio
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las estaciones de transporte público son espacios propicios a atraer puestos de comercio debido a la gente que pasa de las estaciones de transporte público que presenta una mayor posibilidad de clientela.

Dirección de la influencia	Estaciones -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las estaciones de transporte público pueden influir a la existencia de la infraestructura correspondiente (en este caso banquetas) para que la gente pueda usar el modo de transporte de manera segura y accesible. Es decir la estación define la necesidad de existir banquetas.

Dirección de la influencia	Estaciones -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las estaciones de transporte público pueden influir a la existencia de la infraestructura correspondiente (en este caso rampas) para que la gente pueda usar el modo de transporte de manera segura y accesible. Es decir la estación define la necesidad de existir rampas.

Dirección de la influencia	Estaciones -> Guarniciones
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las estaciones de transporte público pueden influir a la existencia de la infraestructura correspondiente (en este caso guarniciones) para que la gente pueda usar el modo de transporte de manera segura y accesible. Es decir la estación define la necesidad de existir guarniciones.

Dirección de la influencia	Estaciones -> Red vial de tránsito motorizado
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las estaciones de transporte público pueden influir a la red vial de tránsito motorizado en cuanto a congestión y a sus características físicas dependiendo del tipo de transporte público.

Dirección de la influencia	Estaciones de transporte público -> Población total
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las estaciones de transporte público pueden influir a la población total, debido a que puede hacer atractiva la oferta de vivienda generando un impacto en la población de una zona determinada. Es decir, que más personas quieran vivir cerca de una estación o ruta de transporte.

Dirección de la influencia	Estaciones de transporte público -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La presencia de estaciones de transporte público puede impactar el uso de suelo a través de políticas basadas sobre el DOT para cambiar paulatinamente el tipo predominante del uso del suelo mediante su densificación (proveer un equilibrio entre empleo, vivienda, áreas verdes y transporte).

Dirección de la influencia	Estaciones de transporte público -> Proximidad a los puntos de interés
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las estaciones de transporte público pueden influir a la proximidad mediante políticas tipo DOT, ya que de acuerdo con estas políticas se propone densificar el uso del suelo alrededor de las estaciones de transporte público, por lo tanto paulatinamente el uso del suelo se cambiará a mixto y consecuentemente muchos puntos de interés estarán cerca de las manzanas que cuentan con estaciones de transporte público. Cabe mencionar que muchas veces las estaciones se consideran con puntos de interés contribuyendo por lo tanto al nivel de proximidad de la manzana.

Dirección de la influencia	Estaciones de transporte público -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las estaciones de transporte público influyen al nivel de autosuficiencia de la manzana porque dentro del concepto de barrio completo se deben ofrecer a la gente los medios principales alternativos (transporte público) para moverse y cubrir sus necesidades humanas sin la necesidad de usar el coche.

Dirección de la influencia	Estaciones de transporte público -> Ciclovías
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La presencia de transporte público puede influir a las ciclovías en el sentido que dentro del marco de políticas relacionadas con sistema integral de transporte y del concepto de intermodalidad, se deben construir ciclovías alrededor de las rutas y estaciones de transporte público.

Dirección de la influencia	Estaciones de transporte público -> Tamaño de manzana y factor de forma
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las estaciones de transporte público influyen al factor de forma y área de la manzana en el sentido que en cooperación con la cobertura de transporte público permiten la conexión entre diferentes manzanas para que la gente pueda realizar sus actividades cotidianas mediante un modo alternativo que el coche.

Dirección de la influencia	Población Total -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Dentro de un marco de movilidad sustentable, la población total determina la existencia de alumbrado público, en el entendido de que las zonas donde vive más gente demandan infraestructura adecuada que favorezca la convivencia y seguridad peatonal, ciclista y de usuario de transporte público.

Dirección de la influencia	Población Total -> Puestos de comercio
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La población total puede influir a la ubicación de los puestos porque ellos normalmente se ubican en zonas donde hay un gran número de habitantes para poder vender sus productos.

Dirección de la influencia	Población Total -> Puentes peatonales
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La población total puede generar más demanda de movilidad que dentro de marco de una movilidad sustentable puede impactar las vías principales y los elementos correspondientes a este tipo de movilidad como son los puentes peatonales para los peatones.

Dirección de la influencia	Población Total -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La población total puede generar más demanda de movilidad que dentro de marco de una movilidad sustentable puede impactar las vías principales y los elementos correspondientes a este tipo de movilidad como son las banquetas para los peatones.

Dirección de la influencia	Población Total -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La población total puede generar más demanda de movilidad que dentro de marco de una movilidad sustentable puede impactar las vías principales y los elementos correspondientes a este tipo de movilidad como son las rampas para los peatones.

Dirección de la influencia	Población Total -> Guarniciones
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La población total puede generar más demanda de movilidad que dentro de marco de una movilidad sustentable puede impactar las vías principales y los elementos correspondientes a este tipo de movilidad como son las guarniciones para los peatones.

Dirección de la influencia	Población Total -> Cobertura de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La población total puede influenciar dentro del marco de políticas tipo DOT la cobertura de transporte público ya que según dicho tipo de políticas debe haber rutas y estaciones de transporte público donde hay un gran número de habitantes.

Dirección de la influencia	Población Total -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La población total puede influenciar dentro del marco de políticas tipo DOT la cobertura de transporte público ya que según dicho tipo de políticas debe haber rutas y estaciones de transporte público donde hay un gran número de habitantes. Adicionalmente dentro de marco de políticas del uso eficiente de transporte público es conveniente tener servicio de alta capacidad de transporte público donde hay un gran número de habitantes.

Dirección de la influencia	Población Total -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La población total puede influir sobre el tipo predominante del uso de suelo debido a que las actividades económicas de la población definen el tipo predominante del uso del suelo.

Dirección de la influencia	Población Total -> Ciclovías
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La población total puede generar más demanda de movilidad que dentro de marco de una movilidad sustentable puede impactar las vías principales y los elementos correspondientes a este tipo de movilidad como son las ciclovías para los ciclistas. Además dentro de marco de políticas que pretenden fortalecer el uso de la bicicleta se destaca la necesidad de construir ciclovías donde hay una alta concentración poblacional.

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El uso del suelo dependiendo del tipo de uso predominante en la manzana define la necesidad de existencia de alumbrado público, por ejemplo si hablamos de uso del suelo habitacional es necesario contar con suficiente cobertura de alumbrado público para establecer un entorno seguro para las personas.

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Puestos de comercio
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El uso del suelo dependiendo del tipo de uso predominante en la manzana puede influir a la colocación de los puestos de comercio. Por ejemplo el uso del suelo mixto-comercial atrae a los puestos de comercio.

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Puentes peatonales
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	<p>Dependiendo el tipo del uso de suelo se puede generar más demanda de movilidad, por eso dentro de marco de políticas asociadas con el uso del suelo (políticas de desarrollo orientado al transporte) encaminadas hacia una movilidad sustentable, es esencial el aumento de la movilidad no motorizada para aliviar la presión sobre el sistema urbano de transporte reduciendo el uso de coche para que haya mejoras en cuanto a la calidad del aire, reducción de congestión y reducción de los accidentes de tránsito. Sin embargo, para que se fortalezca un aumento en cuanto a movilidad no motorizada es necesario el establecimiento de la infraestructura peatonal correspondiente a una movilidad peatonal más segura como en este caso son los puentes peatonales. O sea el uso del suelo define la necesidad de existencia de la ITU correspondiente a la movilidad sustentable.</p>

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	<p>Dependiendo del tipo del uso de suelo se puede generar más demanda de movilidad, por eso dentro del marco de políticas asociadas con el uso del suelo (políticas de desarrollo orientado al transporte) encaminadas hacia una movilidad sustentable, es esencial el aumento de la movilidad no motorizada para aliviar la presión sobre el sistema urbano de transporte reduciendo el uso de coche para que haya mejoras en cuanto a la calidad del aire, reducción de congestión y reducción de los accidentes de tránsito. Sin embargo, para que se fortalezca un aumento en cuanto a movilidad no motorizada es necesario el establecimiento de la infraestructura peatonal correspondiente a una movilidad peatonal más segura como en este caso son las banquetas. O sea el uso del suelo define la necesidad de existencia de la ITU correspondiente a la movilidad sustentable.</p>

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	<p>Dependiendo el tipo del uso de suelo se puede generar más demanda de movilidad, por eso dentro de marco de políticas asociadas con el uso del suelo (políticas de desarrollo orientado al transporte) encaminadas hacia una movilidad sustentable, es esencial el aumento de la movilidad no motorizada para aliviar la presión sobre el sistema urbano de transporte reduciendo el uso de coche para que haya mejoras en cuanto a la calidad del aire, reducción de congestión y reducción de los accidentes de tránsito. Sin embargo, para que se fortalezca un aumento en cuanto a movilidad no motorizada es necesario el establecimiento de la infraestructura peatonal correspondiente a una movilidad peatonal más segura como en este caso son las rampas. O sea el uso del suelo define la necesidad de existencia de la ITU correspondiente a la movilidad sustentable.</p>

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Guarniciones
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Dependiendo el tipo del uso de suelo se puede generar más demanda de movilidad, por eso dentro de marco de políticas asociadas con el uso del suelo (políticas de desarrollo orientado al transporte) encaminadas hacia una movilidad sustentable, es esencial el aumento de la movilidad no motorizada para aliviar la presión sobre el sistema urbano de transporte reduciendo el uso de coche para que haya mejoras en cuanto a la calidad del aire, reducción de congestión y reducción de los accidentes de tránsito. Sin embargo, para que se fortalezca un aumento en cuanto a movilidad no motorizada es necesario el establecimiento de la infraestructura peatonal correspondiente a una movilidad peatonal más segura como en este caso son las guarniciones. O sea el uso del suelo define la necesidad de existencia de la ITU correspondiente a la movilidad sustentable.

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Cobertura de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El uso del suelo puede influenciar dentro del marco de políticas tipo DOT la cobertura de transporte público ya que según dicho tipo de políticas debe haber rutas y estaciones de transporte público donde hay uso del suelo mixto.

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El uso del suelo puede influenciar dentro del marco de políticas tipo DOT la cobertura de transporte público ya que según dicho tipo de políticas debe haber rutas y estaciones de transporte público donde hay uso del suelo mixto.

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Población total
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El uso del suelo puede influenciar a la población en el sentido que el uso del suelo define los límites donde la gente realice sus actividades.

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Proximidad a los puntos de interés
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El uso del suelo puede influenciar a la proximidad a los puntos de interés porque si hablamos por ejemplo de uso del suelo mixto significa que alrededor de la zona de estudio hay una variedad de puntos de interés que cubren necesidades humanas. Es decir el tipo del uso del suelo puede fomentar la existencia de los puntos de interés alrededor de la manzana.

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El uso del suelo influye el nivel de autosuficiencia ya que el tipo del uso del suelo fomenta la existencia de puntos de interés que cubren distintas necesidades humanas dentro del marco del barrio completo.

Dirección de la influencia	Uso del suelo -> Ciclovías
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Dependiendo el tipo del uso de suelo se puede generar más demanda de movilidad, por eso dentro de marco de políticas asociadas con el uso del suelo (políticas de desarrollo orientado al transporte) encaminadas hacia una movilidad sustentable, es esencial el aumento de la movilidad no motorizada para aliviar la presión sobre el sistema urbano de transporte reduciendo el uso de coche para que haya mejoras en cuanto a la calidad del aire, reducción de congestión y reducción de los accidentes de tránsito. Sin embargo, para que se fortalezca un aumento en cuanto a movilidad no motorizada es necesario el establecimiento de la infraestructura ciclista correspondiente a una movilidad ciclista más segura como en este caso son las ciclovías. O sea el uso del suelo define la necesidad de existencia de la ITU correspondiente a la movilidad sustentable.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> Puestos de comercio.
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influenciar la existencia de puestos de comercio, debido a que la proximidad a los puntos de interés significa que la zona es muy alta en cuanto a generación y atracción de viajes porque contiene un gran número de puntos que cubren varias necesidades humanas (hospitales, lugares de trabajo, escuelas, áreas verdes, centros de abasto alimenticio etc.) por lo tanto estos puntos de interés a una distancia cercana de la manzana atraen a los puestos de comercio.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> Puentes peatonales
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influenciar dentro del concepto de barrio completo a los puentes peatonales porque a través de la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche usando las vías peatonales principales peatonales (como son los puentes). La relación es positiva porque permite aumento de la movilidad peatonal.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influenciar dentro del concepto de barrio completo a las banquetas porque a través de la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche usando las vías peatonales principales peatonales (banquetas). La relación es positiva porque permite aumento de la movilidad peatonal.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influenciar dentro del concepto de barrio completo a las rampas porque a través de la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche usando las vías peatonales principales peatonales con sus elementos correspondientes relacionados con accesibilidad integral (rampas). La relación es positiva porque permite aumento de la movilidad peatonal.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> guarniciones
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influenciar dentro del concepto de barrio completo a las guarniciones porque a través de la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche usando las vías peatonales principales peatonales con sus elementos correspondientes relacionados con accesibilidad y seguridad peatonal (guarniciones). La relación es positiva porque permite aumento de la movilidad peatonal.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> Cobertura de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influenciar dentro del concepto de barrio completo a los componentes de transporte público como es la cobertura porque a través de la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche. De esa manera se pueden ofrecer alternativas de transporte mediante elementos de transporte público a una distancia peatonal accesible.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influenciar dentro del concepto de barrio completo a los componentes de transporte público como son las estaciones porque a través de la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche. De esa manera se pueden ofrecer alternativas de transporte mediante elementos de transporte público a una distancia peatonal accesible.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> Población total
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influir a la población total, debido a que puede hacer atractiva la oferta de vivienda generando un impacto en la población de una zona determinada. Es decir, que más personas quieran vivir en un barrio completo.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influenciar el uso del suelo, porque mientras más puntos de interés que cumplen necesidades humanas existen, más densificado está el uso del suelo de la manzana generando más demanda de movilidad.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> Autosuficiencia de la manzana
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influenciar el nivel de autosuficiencia porque sin la existencia de puntos de interés no puede existir autosuficiencia.

Dirección de la influencia	Proximidad a los puntos de interés -> Ciclovías
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La proximidad a los puntos de interés puede influenciar dentro del concepto de barrio completo a las ciclovías porque a través de la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche usando las vías principales ciclistas (ciclovías). Es positiva la relación porque a través del uso de las ciclovías se puede aliviar la presión sobre el sistema urbano de transporte reduciendo el uso de coche, consecuentemente, hay mejoras en cuanto a la calidad del aire, reducción de congestión y de los accidentes de tránsito.

Dirección de la influencia	Autosuficiencia de la manzana -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El nivel de autosuficiencia de la manzana puede influenciar, dentro del concepto de barrio completo, al alumbrado público en el sentido que un barrio completo para que tenga suficiente movilidad sustentable necesita ser seguro y por lo tanto, la autosuficiencia determina la necesidad de contar el barrio con alumbrado público para que la gente cubra sus necesidades sin usar el coche.

Dirección de la influencia	Autosuficiencia de la manzana -> Puentes peatonales
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El nivel de autosuficiencia de la manzana puede influenciar, dentro del concepto de barrio completo, a los puentes peatonales, debido a la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche usando las vías peatonales principales (puentes peatonales).

Dirección de la influencia	Autosuficiencia de la manzana -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El nivel de autosuficiencia de la manzana puede influenciar, dentro del concepto de barrio completo, a las banquetas debido a la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche usando las vías peatonales principales (banquetas).

Dirección de la influencia	Autosuficiencia de la manzana -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El nivel de autosuficiencia de la manzana puede influenciar, dentro del concepto de barrio completo, a las rampas, debido a la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche usando las vías peatonales principales y sus componentes relacionados con la accesibilidad universal (rampas).

Dirección de la influencia	Autosuficiencia de la manzana -> Guarniciones
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El nivel de autosuficiencia de la manzana puede influenciar, dentro del concepto de barrio completo, a las guarniciones debido a la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche usando las vías peatonales principales con sus elementos relacionados con la seguridad peatonal (guarniciones).

Dirección de la influencia	Autosuficiencia de la manzana -> Cobertura de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El nivel de autosuficiencia de la manzana puede influenciar dentro del concepto de barrio completo a los componentes de transporte público como es la cobertura porque a través de la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche.

Dirección de la influencia	Autosuficiencia de la manzana -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El nivel de autosuficiencia de la manzana puede influenciar dentro del concepto de barrio completo a los componentes de transporte público como son las estaciones porque a través de la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche.

Dirección de la influencia	Autosuficiencia de la manzana -> Población total
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La autosuficiencia de la manzana puede influir a la población total, debido a que puede hacer atractiva la oferta de vivienda generando un impacto en la población de una zona determinada. Es decir, que más personas quieran vivir en un barrio completo.

Dirección de la influencia	Autosuficiencia de la manzana -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El nivel de autosuficiencia de la manzana puede influenciar el uso del suelo, porque mientras más puntos de interés que cumplen necesidades humanas existen en una distancia razonable, más densificado está el uso del suelo de la manzana.

Dirección de la influencia	Autosuficiencia de la manzana -> Ciclovías
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El nivel de autosuficiencia de la manzana puede influenciar dentro del concepto de barrio completo a las ciclovías porque a través de la cercanía más gente puede cubrir sus necesidades humanas sin el uso del coche usando las vías principales ciclistas (ciclovías).

Dirección de la influencia	Ciclovías -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las ciclovías pueden definir donde se debe colocar el alumbrado público para que haya una mejora en cuanto a seguridad ciclista.

Dirección de la influencia	Ciclovías -> Puentes peatonales
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las ciclovías pueden cambiar las características de los puentes en cuanto a accesibilidad universal ya que los puentes se pueden equipar con rampas para que haya una entrada a la red ciclista cuando pase sobre una red de alta velocidad.

Dirección de la influencia	Ciclovías -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las ciclovías pueden cambiar las características de las banquetas en cuanto a accesibilidad universal ya que las banquetas se pueden equipar con rampas para que haya una entrada a la red ciclista.

Dirección de la influencia	Ciclovías -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las ciclovías definen donde se deben colocar las rampas en relación con la conveniencia y seguridad ciclista.

Dirección de la influencia	Cicloviás -> Red vial de tránsito motorizado
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las cicloviás pueden apoyar a desalentar la presión sobre la red vial de tránsito motorizado pero de eso depende (al menos para los viajes largos) del concepto de intermodalidad debido a limitaciones en cuanto a distancia que puede cubrir el ciclista. Además donde hay cicloviás sobre la RVTM se debe colocar la señalización horizontal o vertical requerida para aumentar la seguridad ciclista.

Dirección de la influencia	Cicloviás -> Cobertura de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las cicloviás pueden influir al tipo del modo de transporte que pasará de una manzana dentro de marco de políticas para un sistema de transporte integral, ya que pueden subir (las bicicletas) solamente a modos de transporte de alta o media capacidad.

Dirección de la influencia	Cicloviás -> Estaciones de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las cicloviás pueden influir al tipo del modo de transporte que pasará de una manzana dentro de marco de políticas para un sistema de transporte integral, ya que pueden subir (las bicicletas) solamente a modos de transporte de alta o media capacidad. Además las cicloviás pueden fortalecer el equipamiento de las estaciones con nuevos elementos como bici-estacionamientos.

Dirección de la influencia	Cicloviás -> Población total
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las cicloviás alrededor de una manzana pueden influir a la población total, debido a que puede hacer atractiva la oferta de vivienda generando un impacto en la población de una zona determinada. Es decir, que más personas quieran vivir en un barrio que cuenta con infraestructura de tránsito no motorizado.

Dirección de la influencia	Cicloviás -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La existencia de cicloviás en una zona puede impactar positivamente el uso del suelo agregándose valor, debido a una mejora en cuanto a la oferta de modos alternativos de movilidad para que la gente pueda cubrir sus necesidades.

Dirección de la influencia	Cicloviás -> Proximidad a los puntos de interés
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las cicloviás pueden influenciar a la proximidad de en el sentido que la existencia de cicloviás pueden detonar la existencia de componentes relacionados con la movilidad ciclista como por ejemplo bici-estacionamientos a una distancia cercana.

Dirección de la influencia	Cicloviás -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	La existencia de cicloviás en una zona puede impactar positivamente la autosuficiencia, ya que ofrece una alternativa más a la gente para que pueda conectarse y cubrir sus necesidades sin usar el coche dentro del concepto de barrio completo.

Dirección de la influencia	Ciclovías -> Tamaño de manzana y factor de forma
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Las ciclovías influyen al factor de forma y área de la manzana en el sentido que la red ciclista permite la conectividad entre diferentes manzanas para que la gente pueda realizar sus actividades cotidianas sin usar el coche.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir al alumbrado público, por ejemplo mientras más grande el perímetro de la manzana más alumbrado público se va a necesitar para establecer un entorno que promueve la seguridad y conveniencia ciclista, peatonal y usuario de transporte público.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Banquetas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir a las banquetas, por ejemplo mientras más grande el perímetro de la manzana más banquetas se van a necesitar para establecer un entorno que promueve la seguridad y conveniencia ciclista, peatonal y usuario de transporte público.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Rampas
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir a las rampas, por ejemplo mientras más grande el perímetro de la manzana más rampas se van a necesitar para establecer un entorno que promueve la seguridad y conveniencia ciclista, peatonal y usuario de transporte público.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Guarniciones
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir a las guarniciones, por ejemplo mientras más grande el perímetro de la manzana más guarniciones se van a necesitar para establecer un entorno que promueve la seguridad y conveniencia ciclista, peatonal y usuario de transporte público.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Red vial de tránsito motorizado
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir a la red vial de tránsito motorizado pasando de redes jerárquicos a redes bien conectadas, sin embargo para que eso pueda pasar se necesita un nivel de planeación urbana alto.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Cobertura de transporte público
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir a la cobertura de transporte público en el sentido que mientras más distinta es la forma de la manzana que lo normal haciéndola parecer como laberinto, lo menos probable es que la manzana cuenta con servicio de transporte público y sus respectivos componentes. O sea se necesita un nivel de planeación urbana alto.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Estaciones de transporte público.
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir a la cobertura de transporte público en el sentido que mientras más distinta es la forma de la manzana que lo normal haciéndola parecer como laberinto, lo menos probable es que la manzana cuenta con servicio de transporte público y sus respectivos componentes (estaciones). O sea se necesita un nivel de planeación urbana alto.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Población total
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir a todos los indicadores relacionados a características geoestadísticas (proximidad, autosuficiencia, densidad poblacional y uso del suelo) porque la manzana es el área que se le asocian dichas características. Sin la manzana no pudieran existir.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir a todos los indicadores relacionados a características geoestadísticas (proximidad, autosuficiencia, densidad poblacional y uso del suelo) porque la manzana es el área que se le asocian dichas características. Sin la manzana no pudieran existir.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Proximidad a los puntos de interés
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir a todos los indicadores relacionados a características geoestadísticas (proximidad, autosuficiencia, densidad poblacional y uso del suelo) porque la manzana es el área que se le asocian dichas características. Sin la manzana no pudieran existir.

Dirección de la influencia	Tamaño de manzana y factor de forma -> Autosuficiencia de la manzana
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	El tamaño de manzana y factor de forma puede influir a todos los indicadores relacionados a características geoestadísticas (proximidad, autosuficiencia, densidad poblacional y uso del suelo) porque la manzana es el área que se le asocian dichas características. Sin la manzana no pudieran existir.

Dirección de la influencia	Árboles -> Alumbrado público
Tipo de influencia	Negativa- pero suele pasar cuando no se les da mantenimiento adecuado a los árboles
Descripción de influencia	Los árboles influyen al alumbrado público en cuanto a su funcionalidad (por ejemplo árboles muy grandes obstaculizando la luz de alumbrado público si no se les da el mantenimiento adecuado).

Dirección de la influencia	Árboles -> Banquetas
Tipo de influencia	Negativa- pero suele pasar cuando no se ha elegido el tipo adecuado de árbol
Descripción de influencia	Los árboles influyen a las banquetas con el paso de los años porque pueden causar deterioro al estado de ellas (si no se ha elegido el tipo correcto de árboles).

Dirección de la influencia	Árboles -> Rampas
Tipo de influencia	Negativa- pero suele pasar cuando no se ha elegido el tipo adecuado de árbol
Descripción de influencia	Los árboles influyen a las rampas con el paso de los años porque pueden causar deterioro al estado de ellas (si no se ha elegido el tipo correcto de árboles).

Dirección de la influencia	Árboles -> Guarniciones
Tipo de influencia	Negativa- pero suele pasar cuando no se ha elegido el tipo adecuado de árbol
Descripción de influencia	Los árboles influyen a las guarniciones con el paso de los años porque pueden causar deterioro al estado de las guarniciones (si no se ha elegido el tipo correcto de árboles).

Dirección de la influencia	Árboles -> Red Vial de Tránsito Motorizado
Tipo de influencia	Negativa-pero suele pasar en ocasiones extremas o cuando no haya mantenimiento adecuado
Descripción de influencia	Los árboles en ocasiones extremas y si no les ha dado la atención adecuada pueden causar impactos negativos a la red vial de tránsito motorizado, porque se pueden caer sobre las vías y causar daños así como retraso en el flujo vehicular que circula sobre ellas.

Dirección de la influencia	Árboles -> Cobertura de transporte público
Tipo de influencia	Negativa-pero suele pasar en ocasiones extremas o cuando no haya mantenimiento adecuado
Descripción de influencia	Los árboles en ocasiones extremas y si no les ha dado la atención adecuada pueden causar impactos negativos a la red vial de tránsito motorizado, porque se pueden caer sobre las vías y causar daños así como retraso en el flujo vehicular incluyendo el tránsito de transporte público.

Dirección de la influencia	Árboles -> Uso del suelo
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los árboles influyen al uso del suelo aumentando su valor debido a una mejora en cuanto a la conveniencia peatonal.

Dirección de la influencia	Árboles -> Autosuficiencia
Tipo de influencia	Positiva
Descripción de influencia	Los árboles pueden influenciar el nivel de autosuficiencia de la manzana porque dentro del marco de barrio completo puede proporcionar a la gente una movilidad más agradable.

Dirección de la influencia	Árboles -> Ciclovías
Tipo de influencia	Negativa- pero suele pasar en ocasiones extremas o cuando no haya mantenimiento adecuado
Descripción de influencia	Los árboles en ocasiones extremas y si no les ha dado la atención adecuada pueden causar impactos negativos a la red ciclista, porque se pueden caer sobre las vías y causar daños así como retraso en el flujo ciclista.