

Criterios Intermodales para el Mejoramiento de la Movilidad Urbana.

Carlos Ernesto Ayala Grande, Efraín Eduardo Mendoza Núñez, Rodolfo Antonio Molina Nolasco, Cindy Vanessa Pérez Quinteros, Gisel Dayana Torres Marroquín.

Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, Departamento de Organización del Espacio, El Salvador.

cgrande@uca.edu.sv

efra.mendo3192@gmail.com

rodnolasco2005@yahoo.com

cindy.perezarq@gmail.com

giseltorres2293@gmail.com

Abstract --- El Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), enfrenta grandes retos respecto a la movilidad urbana, la cual es consecuencia de diversas problemáticas que tiende a concebirla como insostenible y que además dificultan la implementación de sistemas intermodales que permitan al usuario realizar un viaje haciendo uso de diferentes modos de transporte. Es por ello, que el objetivo de esta investigación, es el establecimiento de criterios intermodales que permitan la introducción y aplicación de sistemas de movilidad intermodal en el AMSS, para el mejoramiento de la movilidad urbana. Respecto a la movilidad intermodal, esta, necesita de un espacio o red adecuado para su funcionamiento, por lo cual, la teoría urbanística aplicado a las redes “El Urbanismo de las Redes” de Gabriel Dupuy, permite el conocimiento sobre las principales dimensiones características de la red divididas en, topológica, cinética y de adaptabilidad, en base a las cuales se realizan una serie de análisis para las diversas redes planteadas para el AMSS, de uso de suelo, pendientes, topografía y de flujos peatonales y vehiculares, puesto que de estos también depende que las redes funcionen adecuadamente. El resultado de los diversos análisis teóricos y prácticos son la determinación y creación de 17 criterios intermodales, divididos en las tres dimensiones de la movilidad, cuya clasificación, además, posee una jerarquización de prioridad para sus usuarios, teniendo como principal actor al peatón como protagonista de la ciudad, en segundo lugar, al ciclista, como nueva forma de movilidad, seguido por el transporte público para incentivar su uso y por último el vehículo privado.

Palabras clave --- Criterios intermodales, movilidad urbana, sistemas intermodales, viaje, transporte, redes de movilidad.

I. INTRODUCCIÓN.

La movilidad urbana en el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), se ha visto rápidamente deteriorada en las últimas décadas, complicando la forma de desplazamiento de los habitantes en la ciudad. Dicha problemática se ha consolidado en: Las redes de movilidad urbana en el AMSS y el aumento de la motorización privada.

A. Las redes de movilidad urbana en el AMSS.

La teoría de Gabriel Dupuy expresada en su libro “El urbanismo de las redes. Teorías y métodos” (ver [1]), permite comprender tres dimensiones características de las redes de

movilidad urbana y que brindan un amplio conocimiento sobre su funcionamiento.

- La dimensión topológica es la que establece relaciones de conexión entre diferentes puntos de la ciudad, asegurando el acceso a bienes y servicios y sobre todo garantizando un acceso universal a la población.
- La dimensión cinética se orienta en la circulación eficaz de los usuarios a través de las redes de movilidad urbana, principalmente en las velocidades y tiempos de viaje dentro de ellas.
- La dimensión de adaptabilidad hace referencia a la posibilidad de adaptación de las redes a cambios en ellas o a la inclusión de nuevos tipos de redes y sistemas de comunicación.

De esta forma comprendiendo el estado actual de las redes en el AMSS, a través de sus tres dimensiones, se determina que en su dimensión topológica no permite establecer relaciones de conexiones directas entre diferentes partes de la ciudad, por lo que diferentes puntos de interés no son accesibles para todas las personas. La red de movilidad peatonal sufre de diversas deficiencias como encontrarse en un estado de deterioro, o no garantizar las condiciones mínimas de accesibilidad universal para personas con limitaciones físicas. La colocación inadecuada de mobiliario urbano y obstáculos en aceras solo agravan la situación de la red peatonal

La red de movilidad para ciclistas es prácticamente inexistente, y los pocos espacios creados son en ocasiones irrespetados por la cultura predominante del vehículo privado. El transporte público posee conexiones desordenadas, exceso de rutas en algunos sectores y limitados recorridos en otros, sumándose a estos problemas la situación de inseguridad que vive el país y que afecta directamente al transporte colectivo de pasajeros.

Respecto al vehículo privado también la saturación de las vías vuelve ineficiente el sistema de movilidad, convirtiendo en muchos momentos diferentes puntos de la ciudad en inaccesibles y dificultando la conexión de todos los usuarios.

La dimensión cinética de las redes es también afectada por lo topológico pues la falta de conexión entre diversos puntos vuelve menos eficiente el desplazamiento en las redes, afectando velocidades y tiempos de viaje debido a las distancias de recorridos y condiciones de las vías. En esta dimensión también se toman en cuenta características físicas del entorno, como la topografía de la ciudad.

En cuanto a la dimensión de adaptabilidad, las condiciones y dificultades de extensión y diversificación de la red se ven

relacionados con la falta de visión de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial que no previeron la inclusión y nuevas formas de redes de transporte con el crecimiento de la ciudad.

B. Aumento de la motorización privada.

El aumento de la motorización privada, que es la principal responsable de la saturación de las redes de movilidad, así como ser una forma insostenible de transporte. El AMSS concentra casi la mitad de los vehículos del país con hasta el 45.77% de los vehículos registrados (ver [2]), de los cuales el 73.47% son vehículos privados.

El aumento por la preferencia del vehículo privado puede tener diversas causas, pero entre ellas definitivamente se encuentra el estado actual del sistema de transporte colectivo. La ineficiencia de su servicio, el mal estado y poco mantenimiento de sus unidades, mala organización de recorridos y el maltrato al usuario son razones que desincentivan su preferencia.

Además el ambiente de inseguridad es determinante en la preferencia por el vehículo privado, ya que muchas personas temen por su vida o por la pérdida de sus pertenencias mientras realizan viajes en el transporte público. Las estadísticas muestran que el 20.60% de los robos ocurre en autobuses y un 7.50% en las paradas de transporte público, e incluso según informes de medicina legal el 3.30% de homicidios del país ocurre dentro de las unidades de transporte (ver [3]).

Las diversas problemáticas mencionadas anteriormente han deteriorado la calidad de la movilidad en la ciudad, pero también abren la posibilidad de implementación de sistemas de transporte intermodales, algo que por el momento es inexistente en las ciudades de nuestro país pero que ha sido ya aplicado en diversas ciudades del mundo, incluida América Latina y que podría representar una potencial solución para los problemas de movilidad que atraviesa el AMSS.

La intermodalidad es una de las principales estrategias utilizadas para lograr sistemas de movilidad urbana sostenibles y se basa en la combinación e integración de diversos modos de transporte para la realización de viajes. El Instituto para la Política de Transporte y Desarrollo sostiene que la utilización de sistemas intermodales de transporte genera una reducción del tiempo de viaje de puerta a puerta, debido que el uso combinado intercambiable de distintos modos de transporte permite desplazarse rápidamente dentro de la ciudad.

También aumenta el volumen de usuarios en transporte público y de ciclistas, ya que dota del espacio necesario de desplazamiento como ciclo vías para el ciclista y de equipamiento urbano necesario para su uso.

Además, disminuye el uso del transporte privado, puesto que incluye sitios de estacionamiento para vehículos de manera que incentiva a las personas a realizar los viajes de manera intermodal (ver [5]).



Fig. 1 Esquema de movilidad intermodal.

Sabiendo entonces que la aplicación de un sistema intermodal es necesario y que este no es simplemente un tema de transporte sino que incide en términos importantes como la imagen de la ciudad, calidad de vida de sus habitantes, equidad e integración

social, tiempos, recorridos de viaje y una herramienta para una movilidad sostenible, esta investigación tiene por objetivo establecer criterios estratégicos para organizar la movilidad actual en el área de influencia de la Fase I del Sistema Integrado de Transporte del Área Metropolitana de San Salvador (SITRAMSS) mediante la implementación de un sistema de movilidad intermodal que funcionen como referencia en la creación de sistemas intermodales en otros puntos del área metropolitana.

El área de influencia, esta determinada por la distancia máxima que una persona está dispuesta a caminar bajo ciertas condiciones ambientales, climatológicas y topográficas (ver [6]) dando un resultado de longitud de 600 m y 10 minutos a pie partiendo del eje base que es la Fase I SITRAMSS, y en la cual se supone la inclusión y existencia de diversos tipos de usos de suelo, dinámicas y actividades humanas.

II. ANÁLISIS DE REDES.

Se basó en la identificación y el trazado de las distintas redes de movilidad urbana dentro del AMSS, lo cual permitió el reconocimiento y categorización de los nodos de acuerdo a las intersecciones de red, posteriormente se estableció un análisis para cada tipo de red mediante la Teoría de Gabriel Dupuy, la cual, se divide en tres dimensiones [1]:

- Topológica: para dicho análisis se establecieron dos métodos de análisis de la red: estudio morfológico con la aplicación de la teoría de grafos y el análisis de usos de suelo que permite clasificar los servicios que ofrece la ciudad, así como las dinámicas y actividades que condicionan el funcionamiento de la red.
- Cinética: los aspectos tomados en cuenta fueron la topografía y sus pendientes a través de planos topográficos de la ciudad y también se verificaron puntos de congestión vehicular por medio de promedios mensuales de tráfico vehicular disponibles en herramientas como google maps.
- Adaptabilidad: a corto plazo, la red debe tender a proveer el uso del máximo de relaciones posibles en cada instante, y a largo plazo, la red también debe poder tolerar adaptaciones morfológicas mayores, por creación o aparición en el espacio de nuevos puntos a ser conectados. Para su análisis se elaboraron mapas de adaptabilidad de 0 a 20 años para ciclo rutas y para Redes Ambientales Peatonales Seguras (RAPS), en base a visitas de campo y apoyados con los análisis topológico y cinético, e información proporcionada por diferentes instituciones.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

De acuerdo a los análisis de redes que se realizaron, se determinan los criterios intermodales necesarios para la implementación de sistemas de la misma índole, los cuales, se basan en dar solución a las problemáticas que se localizan en los nodos y las redes y que puedan ser replicables en otros puntos a los que se desee aplicar un sistema intermodal de transporte. A su vez, buscan el mejoramiento de la educación vial hacia los diversos tipos de usuarios. Lo anterior permite la inclusión y relación entre las diferentes modalidades de transporte, cuyo fin es la implementación de la movilidad urbana sostenible.

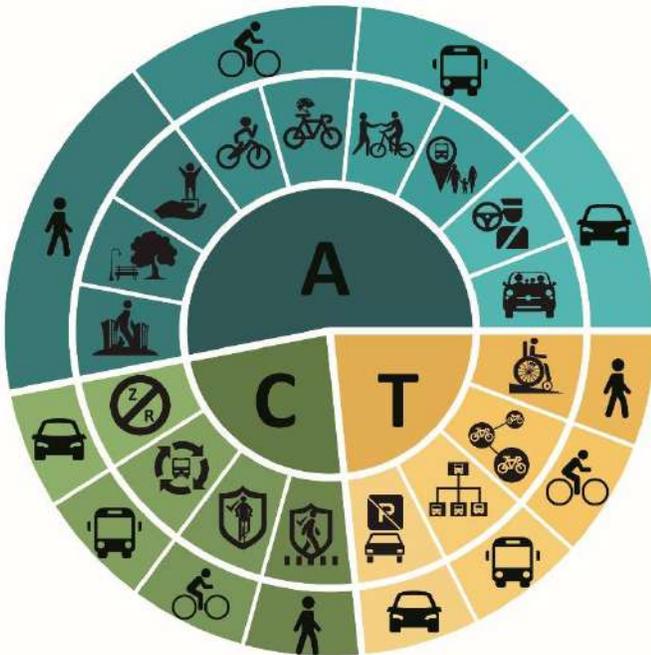


Fig. 2 Criterios Intermodales.

El resultado obtenido fue la determinación de 17 criterios intermodales orientados a mejorar la movilidad urbana y se encuentran clasificados en las tres dimensiones en las que fueron analizadas las redes de movilidad urbana. A los criterios de la dimensión topológica pertenecen 4 criterios, a los criterios de la dimensión cinética pertenecen también 4 criterios y a los criterios de la dimensión de adaptabilidad pertenecen 9 criterios. Los topológicos se refieren a mejorar las relaciones de conexión y de accesibilidad de las redes, que permitan la inclusión de todo tipo de usuarios, los cinéticos, están orientados al mejoramiento de los flujos de las distintas modalidades, aumentando su seguridad y los criterios de adaptabilidad si bien no se refieren a intervenciones espaciales, estos buscan el funcionamiento óptimo de la red para que esta perdure en el tiempo.

Los criterios se dividen de acuerdo al tipo de modalidad al cual van dirigidos, es decir, para el peatón, bicicleta, transporte público y vehículo privado. A su vez estos se clasifican de acuerdo a la dimensión topológica, cinética y de adaptabilidad. Dentro de cada una de estas dimensiones los criterios se encuentran jerarquizados por orden de importancia, teniendo en consideración al usuario. En primer lugar, se busca dar prioridad al peatón que se moviliza a pie, posteriormente se retoma al ciclista, el transporte público y el vehículo privado. La importancia de jerarquía puede verse denotada en la

intensidad de color de la clasificación de criterios, siendo los colores más oscuros los prioritarios.



Fig. 3 Clasificación de criterios intermodales por dimensión y por jerarquización de prioridad para usuarios.

La clasificación de criterios intermodales respecto a la jerarquización de usuarios coloca en primer lugar al peatón, considerado protagonista de la ciudad, en segundo lugar, a los ciclistas, como nueva opción de movilidad sostenible a incentivar en la ciudad, en tercer lugar, el transporte colectivo, por ser el método de transporte que mayor capacidad de movilizar usuarios tiene y por último al vehículo privado, para el cual se pretende disminuir su uso.

Propuesta de acciones a realizar para la aplicación de los criterios intermodales.

Se pueden realizar diversas acciones para garantizar el cumplimiento de los diferentes criterios intermodales, cabe resaltar que las acciones pueden cambiar o agregarse dependiendo de las evaluaciones particulares de cada proyecto.

A continuación, se muestran ejemplos de acciones a los criterios intermodales clasificados por orden prioritario de jerarquización:

A. Criterios intermodales para peatones.

1) *Garantizar la accesibilidad universal:*

- Organizar los elementos de la intersección como señales de tránsito, postes de alumbrado público, etc. de modo de maximizar la continuidad de los flujos peatonales.
- Establecer un diseño apropiado de rampas con la pendiente mínima del 8% para que sea inclusiva para el peatón no importando su condición física.

2) *Garantizar la seguridad peatonal:*

- Proteger al peatón indicando los lugares donde puede cruzar mediante la señalización del paso peatonal. Para garantizar el flujo libre y advertir al conductor sobre el movimiento de peatones.
- Conectar rampas mediante un paso peatonal, para garantizar la conectividad del flujo y la accesibilidad del cruce.
- Dotar de semáforos peatonales en las intersecciones donde no exista dicha infraestructura.
- Aumentar el tiempo mínimo de cruce del peatón a 40 segundos. Para garantizar que los peatones con dificultad física o de tercera edad puedan realizar el cruce de forma segura.

3) *Motivar al peatón a caminar por la ciudad:*

- Mejorar las condiciones de las aceras y el mobiliario urbano.

4) *Recuperación del espacio público:*

- Incrementar y recuperar el espacio público para el peatón.

5) *Reivindicar al peatón como actor principal de la ciudad:*

- Divulgación de los derechos y deberes de los peatones.
- Comunicar y promover el uso adecuado de los pasos peatonales y señalética.
- Difundir los planes de desarrollo destinados al mejoramiento de la movilidad peatonal.

B. Criterios intermodales para ciclistas.

1) *Ciclo rutas continuas:*

- Proveer una ruta clara, directa y continua a través de la intersección, con el objeto de guiar a los ciclistas a través de la intersección y proveer seguridad.
- Fomentar puntos de servicio de alquiler de bicicletas cerca de paradas de buses para facilitar la intermodalidad.

2) *Garantizar la seguridad vial del ciclista:*

- Garantizar el uso de la bicicleta mediante la implementación de zonas 30 sobre las vías vehiculares en donde no se cuente con el espacio necesario para el recorrido de la bicicleta.

- Brindar prioridad de paso a ciclistas por sobre el vehículo privado mediante la modificación de la programación de los semáforos para ordenar la movilidad no motorizada y garantizar su seguridad en el cruce de las intersecciones y el establecimiento de cajas para bicicleta.

3) *Incentivar el uso de la bicicleta:*

- Implementar estacionamientos seguros para bicicletas, en lugares estratégicos y de interés ciudadano como centros públicos, centros educativos, oficinas municipales, centros culturales y comerciales, sustituyendo como mínimo una plaza de vehículo por un aparcamiento múltiple para bicicletas.
- Inclusión de un registro público de bicicletas para la renovación constante de la red y pago de seguros en caso de robo.

4) *Revalorizar la bicicleta como medio de transporte seguro:*

- Divulgación de los derechos y deberes de los ciclistas.
- Comunicar y promover el uso adecuado del carril de bicicleta como uso exclusivo de dicho medio de transporte para minimizar conflictos con el resto de modos de desplazamiento.
- Difundir los planes de desarrollo destinados a la implementación de ciclo rutas en la ciudad.
-

C. Criterios intermodales para el transporte público.

1) *Mejoramiento de la conectividad en las paradas de transporte público:*

- Ordenar las paradas de autobuses mediante la ubicación al principio o al final de la cuadra para facilitar el intercambio modal y el transbordo de pasajeros.
- Regular los sitios de paradas de autobuses estableciendo un mínimo de 3 cuadras con el objetivo de balancear las necesidades de los pasajeros.

2) *Mejorar el flujo del transporte público:*

- Establecer un tiempo máximo de 2 minutos para el transbordo en las paradas de autobuses autorizadas.
- Establecer tiempos de espera de las unidades de transporte para cada tipo de ruta, con el fin de disminuir la afluencia de rutas iguales al mismo tiempo en una parada de autobús.
- Fomentar el uso del pago electrónico dentro de las unidades de transporte colectivo.

3) *Fomentar el respeto al peatón y al ciclista:*

- Campañas de educación vial a las gremiales de transportistas.
-

4) *Divulgar el circuito de las rutas de autobuses:*

- Información visual mediante la colocación de mapas e información auditiva, sobre las rutas de buses que

realizan transbordo en la parada, su recorrido y tiempo aproximado de espera.

- Implementación de una aplicación digital (APP) que permite la obtención de información sobre paradas establecidas por el VMT, rutas, recorridos y tiempo de espera aproximado del transporte público.

D. Criterios intermodales para vehículos privados.

1) Ordenamiento del parque vehicular:

- Establecer sitios de aparcamientos para taxis, estacionamientos públicos tarifados paralelos a la vía de circulación vehicular en zonas de poco tránsito.
- Restricción de estacionamiento de vehículos privados en intersecciones de calles, paradas de autobuses y carriles de bicicletas.

2) Zonas restringidas:

- Limitar el tráfico sobre zonas hospitalarias, institucionales y públicas a través del cobro de peajes por la circulación.

3) Fomentar la educación vial:

- Implementar clases de educación vial en centros educativos, instituciones gubernamentales e instituciones de manejo para el correcto uso de las señales de tránsito y el respeto a otros modos de transporte.

4) Racionalizar el uso del vehículo privado:

- Promover el uso de vehículos compartidos, a través de campañas publicitarias por parte de las entidades gubernamentales correspondientes.
- Limitar la tenencia de vehículo propio estableciendo la restricción de un máximo de 2 vehículos por vivienda y un cobro adicional por cada automotor extra.
- Aumentar el control de ruido y emisiones contaminantes de los vehículos privados, a través de una restricción de circulación no mayor a 15 años de fabricación.

Los criterios intermodales anteriormente planteados por medio de sus acciones abren la posibilidad para la implementación de un sistema de transporte intermodal, que podría tener un impacto positivo en el mejoramiento de la movilidad urbana, ya que está orientado en la descongestión de vías por medio de la implementación de alternativas de transporte no motorizado además de concientizar sobre las consecuencias de la preferencia al transporte de vehículos privados. La orientación hacia una movilidad sostenible puede retomar camino siguiendo un sistema de transporte intermodal, mejorando las apariencias de la ciudad y creando un ambiente de confianza y mayor inversión.

El incentivo de la aplicación de un sistema de transporte intermodal no es solamente de orientación económica, sino que principalmente plantea devolver la ciudad al peatón, y al rescate de los espacios públicos para que puedan ser disfrutados por las personas.

La fortaleza de la metodología de análisis radica en la realización de diferentes y diversos análisis para el entendimiento de las redes de movilidad urbana, no solo teórica, sino que además de

forma práctica, con la inclusión de métodos gráficos experimentales, métodos estadísticos y socio culturales antropométricos.

Las debilidades del estudio pudieron situarse en algunas formas de medición un poco rudimentarias debido a la falta de equipo o acceso a datos tecnológicos de censo urbano, como conteo de vehículos, de población y otros elementos de muestreo que pudieron dar un mayor porcentaje de precisión al estudio y presentación de resultados.

IV. CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en los análisis topológicos de uso de suelo y análisis de grafos demuestran que el desarrollo de dinámicas y crecimiento comercial puede deberse a la cantidad de conexiones y accesibilidad que puede tener un punto en la ciudad, por lo que crear diversas conexiones en una red de movilidad es de suma importancia.

Por medio de los resultados obtenidos del análisis cinético de pendientes se comprueba que el estado topográfico de la ciudad es adecuado para el desarrollo de redes de movilidad, más en contraparte el análisis cinético de puntos de congestión demuestra que el alto crecimiento y preferencia por el vehículo privado satura las redes de movilidad, volviéndolas ineficientes.

Los resultados en los análisis de adaptabilidad concluyen que la planificación urbana del Área Metropolitana de San Salvador, no incluyo alternativas de movilidad diferentes al vehículo privado y el transporte público de pasajeros, más aún así la ciudad está en capacidad y en necesidad de habilitar nuevas formas de transporte que representen alternativas sostenibles.

Los criterios intermodales para el mejoramiento de la movilidad urbana deben ser producto de un profundo análisis y la comprensión de las redes de movilidad, promovidos para sus usuarios y con prioridad imperativa para el peatón que es el actor principal de la ciudad y que al promover espacios seguros para el peatón se promueve al mismo tiempo el rescate de espacios públicos en las áreas urbanas.

La Jerarquización de criterios intermodales permite la priorización de acciones a seguir para la implementación de un sistema de transporte intermodal, de manejar que en aquellos espacios que no fuera posible la aplicación de todos los criterios, se priorice sobre los demás aquellos que mejoran la calidad de vida del peatón y la imagen de la ciudad.

Los previos establecimientos de los criterios intermodales representan una herramienta importante para tomar acciones en el diseño e intervención de sistemas y estaciones de transporte intermodales, por lo que el desarrollo de las mismas a lo largo del AMSS puede ser perfectamente compatible entre si e incluso replicable en otras ciudades del país.

REFERENCIAS.

- [1] Dupuy, G. (1992). El urbanismo de las redes. Teorías y métodos. París: Armand Colin.
- [2] Viceministerio de Transporte. (2017). *Registro público de vehículos de automotores del Viceministerio de Transporte.*
- [3] Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). (2015). *Prevención del crimen en el transporte público en El Salvador. Antiguo Cuscatlán.*
- [4] Viceministerio de Transporte. (2017). *Consolidado de las principales causas que provocaron accidentes de tránsito en 2017. San Salvador.*
- [5] Instituto para la Política de Transporte y Desarrollo. (2011). *Ciclociudades, Manual integral de movilidad ciclista para las ciudades mexicanas. México.*
- [6] Salingarros N. (2005). *Principios de Estructura Urbana. Ámsterdam.*