

## MEDIO AMBIENTE Y TRANSPORTE URBANO EN CENTROS METROPOLITANOS\*

PATRICIO GROSS - JAIME MATAS

### ABSTRACT

*Environmental Impact assesment instruments serve the purpose of detecting the negative effects that a certain element or set of elements is producing in a particular area, measure the importance of such effects through the definition of indicators, establish the correct diagnosis based on optimacy criterio previously defined, and search for the introduction of corrective planning actions based on the identification of the causes that produce the impact. This impact is defined by the authors as the ways by which standards of living may be altered through an irrational decision of urban transportation.*

*The research project, from which this article stems out, was aimed at establishing the functional structure and the components of a transportation system, imagining the theoretical effects that its inadequate operation, of its elements individually or as a whole in relation to others, could produce on a particular environment and, thus, set the basis for constructing the adequate hipotesys about the environmental problems generated by the system. The procedure is applied in downtown Santiago as a way of testing the theoretical development and setting a diagnosis of environmental problems of this area related with the transportation system.*

---

\* El presente artículo se basa en los resultados de la investigación "Impacto físico-funcional del transporte en el centro metropolitano de Santiago", realizada en el Instituto de Planificación del Desarrollo Urbano de la Pontificia Universidad Católica de Chile, bajo el auspicio de la Dirección de Investigación de la misma Universidad, y que tuvo como autores a un equipo formado por los arquitectos Jaime Matas, como coordinador, Patricio Gross y Humberto Molina, el ingeniero Juan Enrique Coeymans, del Departamento de Transporte de la Escuela de Ingeniería, y los ayudantes Eugenio Cataldo y Luis Sagredo.

La investigación mencionada aparece publicada por el Instituto de Planificación del Desarrollo Urbano en los siguientes Documentos de Trabajo:

— Matas, Jaime; Coeymans, J. Enrique: "Transporte Urbano y Medio Ambiente". D.T. Nº 111. octubre, 1979.

— Matas, Jaime; Gross, Patricio; Molina, Humberto; Goeymans, J. Enrique: "El impacto del transporte en el medio ambiente del centro metropolitano de Santiago; Antecedentes básicos". D.T. Nº 116, junio, 1980.

— Matas, Jaime; Gross, Patricio; Molina, Humberto: "Los problemas ambientales del sistema de transporte urbano". D.T. Nº 123, sept., 1981.

La incorporación masiva de facilidades para la utilización del tráfico vehicular ha puesto en crisis las estructuras urbanas que durante siglos habían sido válidas en nuestras ciudades. Esto es especialmente aplicable a las zonas centrales de las áreas metropolitanas cuyo trazado no fue diseñado para el transporte automotriz.

En ellas se hace patente la dicotomía accesibilidad-medio ambiente planteada ya hace años por Colin Buchanan <sup>1</sup>, por lo que cualquier medida a implantarse debe considerar que no es posible aumentar la accesibilidad vehicular de superficie sin provocar serios deterioros ambientales.

Los impactos ambientales, es decir, la forma como una gestión irracional ha llevado a deteriorar o alterar los niveles de calidad de vida, se evalúan a través de instrumentos que tienen como función detectar los efectos que la conducta de un determinado elemento o conjunto de ellos está produciendo en un ámbito definido; medir la magnitud de los mismos a través de indicadores adecuados; establecer los diagnósticos pertinentes en base a criterios de optimalidad previamente establecidos y posibilitar, mediante la identificación de causas, la intervención planificada de acciones correctoras.

Ello exige el conocimiento de la naturaleza, la estructura y el funcionamiento del sistema como asimismo el de la cadena de relaciones de interdependencia existentes entre sus elementos, lo que nos lleva a poder establecer las causas próximas remotas de los impactos producidos y, en definitiva, producir las medidas rectificadoras mediante la manipulación racional del sistema.

Este artículo se plantea como objetivo precisar los componentes y la estructura funcional de un sistema de transporte, imaginar los efectos teóricos que el funcionamiento deficiente de los elementos, en forma individual o en sus relaciones con los otros, pueden producir en el medio ambiente, para posteriormente alimentar hipótesis relativas a los problemas ambientales generados por el sistema.

El caso del Centro de Santiago <sup>2</sup>, desde este punto de vista y dado el conocimiento que sobre el tema tienen los autores a través de investigaciones sobre la calidad ambiental del mismo, sirve como marco de referencia para el desarrollo teórico y el análisis de algunos problemas del transporte.

El artículo se inicia con algunas consideraciones sobre el medio ambiente en las áreas metropolitanas, tratando de identificar los principales problemas que afectan su espacio físico, entre los cuales adquieren particular relevancia los derivados del transporte urbano. A continuación se analiza brevemente el sistema de transporte urbano a partir de sus componentes técnicos e instrumentales, los flujos y la gestión, esta última, como actividad administrativa fundamental del sistema y responsable de la calidad del mismo. Finalmente se señalan los principales problemas ambientales derivados del transporte, proponiéndose una matriz que explicita las relaciones entre los fenómenos causales de cada problema y sus efectos deteriorantes en el medio ambiente.

<sup>1</sup> "Traffic in Towns"; Reports of the Steering Group and Working Group appointed by the Minister of transport. Londres, Her Majesty's Stationery Office, 1963.

<sup>2</sup> En este caso, el área definida por Alameda Bernardo O'Higgins, la avenida Norte-Sur, calle Balma-ceda, río Mapocho, calle José Miguel de la Barra y el cerro Santa Lucía.

Creemos que, en algún grado, el presente artículo puede contribuir al conocimiento del tema, aportando una herramienta que ayude a explicar uno de los fenómenos de más impacto en la calidad física ambiental de nuestros centros metropolitanos, integrando los factores que intervienen en la generación y características del problema.

---

#### EL MEDIO AMBIENTE EN LAS ÁREAS METROPOLITANAS

---

Los problemas derivados del deterioro de las condiciones ambientales han adquirido una importancia creciente en los últimos años, afectando de diversos modos a la población de todo el mundo. Estos problemas se han hecho sentir en forma particularmente aguda en los centros urbanos, los que concentran la mayor parte de la población del planeta <sup>3</sup>.

En América Latina las ciudades crecen a un ritmo del 4% anual, aproximadamente, a pesar de que el continente ya tiene un 60% de habitantes urbanos y su población aumenta a una tasa de sólo 2,3% al año. Este crecimiento, comparado con las cifras del producto bruto, nos muestra que el potencial económico global por cada habitante que se incorpora a las ciudades es muy bajo para la magnitud de la inversión que debe hacerse en materia de infraestructura, viviendas y servicios. Lo anterior se agrava si pensamos que los países del continente deben destinar una parte importante de sus recursos económicos a la satisfacción de necesidades básicas de la población, tales como alimentación, y a financiar impostergables proyectos de inversión.

Las consideraciones anteriores permiten explicar el fenómeno de urbanización descapitalizada que padece América Latina y demuestran las profundas diferencias que existen con los países altamente desarrollados, diferencias que hacen prácticamente imposible el traslado de experiencias de una latitud a la otra <sup>4</sup>.

Las características de subdesarrollo que afectan de distinto modo a los países latinoamericanos se manifiestan, por una parte, en una serie de desequilibrios sociales, tales como la heterogeneidad de los distintos grupos, la desigualdad en la distribución del ingreso, la pobreza crítica y la marginalidad; y por la otra, en una crisis de las estructuras físicas de las ciudades y una deficiente calidad de varios de los componentes del sustrato natural.

La base material del hábitat, conformada por la vivienda, los servicios, la infraestructura y el transporte, es el resultado de procesos de producción y distribución. Estos, a su vez, dependen de una serie de agentes públicos y privados que se organizan de muy diferentes maneras en cada sistema social, el que en definitiva constituye el marco contextual en el cual pueden plantearse los principales problemas que afectan el espacio físico del asentamiento humano, y que podrían sintetizarse en los siguientes:

---

<sup>3</sup> Véase al respecto, Naciones Unidas, CEPAL: "Informe del Seminario sobre Medio Ambiente y Estilos de Desarrollo" E/CEPAL/PROY. 2/6.1, enero 4, 1980,

<sup>4</sup> Véase, entre otros, Terra, Juan Pablo: "Problemas críticos de los Asentamientos Humanos en América Latina", Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos, Vancouver, Canadá, 1976.

- a) *La escasa disponibilidad de ciertos recursos, especialmente de los suelos y las aguas.*

Muchas veces, más que el agotamiento de las fuentes de agua para beber, el problema está constituido por el crecimiento desmesurado de los costos de las redes de distribución. En el caso de los suelos, la especulación aleja las áreas residenciales de los centros de servicio y trabajo, invadiendo terrenos agrícolas de buena calidad, y obliga a alcanzar altas densidades como único paliativo para absorber la fuerte incidencia del valor de la tierra en el costo de las viviendas; la densificación se manifiesta tanto en zonas periféricas como centrales, proceso que va acompañado de hacinamiento en el primer caso y de turgurización y deterioro de las antiguas edificaciones en el segundo.

En el Area Metropolitana de Santiago, el crecimiento poblacional ha ido acompañado con una gran demanda por áreas agrícolas que rodean la ciudad y con una fuerte presión por su entorno natural<sup>5</sup>, situación que se acentuó con la Política de Desarrollo Urbano, implementada a partir de 1979. Para 1980 se estimaba que la ciudad ocupaba 44.165 hectáreas, la mayor parte sobre terrenos I y II de riego, los que alcanzan para el Gran Santiago a un total de 81.385 hectáreas.

- b) *La contaminación del ambiente urbano.*

A diferencia de lo que sucede en las naciones desarrolladas, cuyo principal problema está constituido por la contaminación industrial, las áreas urbanas de los países de América Latina padecen de contaminación antrópica. Las aguas servidas se vierten directamente a los cursos de los ríos y canales o van directamente al suelo. Los desechos sólidos se acumulan en un 80% sin tratamiento alguno.

Los estudios epidemiológicos han mostrado la incidencia de las enfermedades entéricas infecciosas en la Región Metropolitana de Santiago, que para la fiebre tifoidea representa más del 65% del total de casos registrados en el país, en circunstancias que la población de la capital no sobrepasa el 35% del total nacional.

Los mecanismos de control de la contaminación atmosférica son insuficientes y la concentración de gases tóxicos en las áreas centrales alcanza niveles muy por encima de los aceptados internacionalmente. En el centro de Santiago, de acuerdo a un estudio realizado por INTEC, los niveles de monóxido de carbono superaron el límite máximo en 583 oportunidades en sólo un año<sup>6</sup>.

- c) *La insuficiencia y mala calidad de la vivienda, el equipamiento y la infraestructura.*

A la falta de edificaciones y redes de servicios para satisfacer las necesidades básicas de parte importante de la población, se suman el deterioro y

<sup>5</sup> Mewes, Felisa, "Evaluación de la superficie de riego perdida por el crecimiento del Gran Santiago", Facultad de Agronomía, U. de Chile, 1972,

<sup>6</sup> INTEC: "Programa para el control de contaminación atmosférica en el Area Metropolitana de Santiago", Corfo, Santiago, junio, 1978.

obsolescencia de las mismas, agravándose cualitativamente el problema. En el caso de gran parte del equipamiento administrativo, de salud, educación, esparcimiento y áreas verdes, es su mala distribución en la ciudad el principal de los obstáculos para su eficaz utilización por ciertos sectores. Según estudios realizados hace algunos años, en la comuna de Santiago, es decir, el casco más antiguo de la ciudad, un 64% debería ser reconstruido, dado el estado de deterioro avanzado no recuperable de la edificación, situación que no ha mejorado sino que, más bien, ha tendido a agravarse<sup>7</sup>.

d) *Marginalidad urbana.*

Gran parte de los fuertes crecimientos experimentados por las áreas urbanas se ha realizado mediante asentamientos ilegales de sectores de muy bajos ingresos que se instalaron en sitios desocupados de la periferia, pertenecientes tanto al sector público como al privado. El problema de la extrema pobreza y marginalidad social tiene su correspondencia en lo espacial, mostrando nuestras ciudades una realidad interna profundamente diferenciada.

Un estudio realizado para detectar la calidad del medio ambiente físico en las 17 comunas del Gran Santiago demostró la existencia de grandes diferencias que corroboraban, en lo espacial, los contrastes que es posible constatar en lo económico y social<sup>8</sup>.

e) *La congestión del transporte urbano.*

A la limitada capacidad y mala calidad del transporte público, se agrega el problema de la congestión en las grandes ciudades latinoamericanas. La repetición del modelo de vida urbana de los países altamente desarrollados, que multiplica aceleradamente el uso del automóvil particular, conduce a situaciones de atochamiento del espacio urbano, agravadas por la insuficiencia de las redes. Las soluciones viales y de transporte son extraordinariamente costosas y escapan a la capacidad de inversión de los países de América Latina. Santiago presenta en los últimos años una tasa de crecimiento del parque automotriz del orden del 10% anual, lo que lleva a estimar un total superior a 1.100.000 automóviles circulando por las calles de la ciudad en 1995, generando ya en 1985 más de seis millones de viajes diarios y provocando un impacto cada vez mayor sobre la infraestructura que llega a no ser capaz de absorber la demanda a que es sometida.

Todos los factores anteriores, actuando muchas veces simultáneamente sobre el asentamiento humano, producen en los grupos afectados una serie de trastornos en su salud y bienestar físico y mental. El hombre está inserto en un medio del cual depende para su existencia, que comprende el sistema natural, adaptado y social. La capacidad y grado que posean estos componentes para satisfacer las necesidades elementales de ser, amar y tener, determinarán la calidad de vida del grupo humano. La insuficiencia y deterioro de cualquiera

---

<sup>7</sup> RIEDL, Sebastián: "Proceso de metropolización y deterioro urbano". Dirección de Planificación de la I. Municipalidad de Santiago, 1972.

<sup>8</sup> Gross, P.; Matas, J.; Otava, F.; De la Puente, P.: "Diseño de indicadores para medir la calidad del medio ambiente físico en el Área Metropolitana de Santiago y su aplicación a nivel comunal", Instituto de Planificación Urbana, Universidad Católica de Chile, D. T. N° 102, diciembre de 1977.

de ellos, en sí mismos y en sus relaciones con los otros, afectarán al medio en su totalidad y en definitiva al asentamiento humano. Para poder intervenir en él, adquiere particular importancia el conjunto de técnicas y conocimientos aplicados a la producción y distribución de los distintos elementos que componen la base material de hábitat, así como sus efectos sociales, económicos y ecológicos.

Muchos de los atributos que poseen estas técnicas y conocimientos "son de naturaleza ética y se refieren a una dimensión universal. Otros constituyen principios generales que sólo pueden alcanzar dimensiones concretas a escala nacional. Y, finalmente, hay atributos que sólo pueden definirse a escala local"<sup>9</sup>.

Los atributos de naturaleza ética a que se hace alusión en la cita precedente dicen relación con la elección de una determinada tecnología, puesto que en ella va involucrada, en mayor o menor grado, una visión del hombre y la sociedad que afecta finalmente sus comportamientos y modos de ser. "En el fondo, la tecnología ha llegado a ser un elemento central de la actividad social, condicionando el "qué hacer" y "cómo hacer" de una sociedad"<sup>10</sup>.

Los parámetros nacionales corresponden a políticas nacionales de desarrollo social y económico, mientras que los parámetros locales están constituidos por determinantes específicos del sistema natural, del medio construido y de la forma de organización y gestión del sistema social, a una escala que podría identificarse con las características propias de un asentamiento humano.

La falta de adecuación entre las características físicas que comportan los bienes y servicios de apoyo y las de las variables ecológicas y culturales de un medio específico, se traduce en una serie de contradicciones que inciden en el proceso de desarrollo económico y social. Se distorsiona la demanda potencial de esos bienes y servicios, a los que se les incorpora una serie de símbolos de prestigio, especialmente en la vivienda, la forma de esparcimiento, el transporte urbano y la estructura del consumo. En el caso del transporte, se impone el uso del vehículo privado por sobre otros medios, aun cuando ello vaya acompañado de un aumento significativo de la congestión y la contaminación atmosférica, en detrimento del propio usuario y el resto del grupo social.

Cualquier actividad, sea de origen natural o humana, produce una alteración en el medio ambiente o en alguno de sus componentes. La cuantía y signo de estos impactos son bastante relativos, puesto que dependen de la percepción y valoración que se tenga de los mismos. Es evidente que cuando usamos el término deterioro o degradación ambiental, estamos definiendo un concepto perjudicial, pero en todo caso aún es indefinida la importancia del impacto, sus límites críticos y, por supuesto, las bases mediante las cuales puede efectuarse la evaluación del mismo.

Si estamos conscientes de la incidencia creciente de los problemas ambientales en el desarrollo económico-social y en la calidad de vida de los asentamientos humanos, especialmente en las áreas metropolitanas, revisten particular relevancia los avances que puedan hacerse en términos de formular metodolo-

---

<sup>9</sup> Neira, Eduardo; "Tecnologías para el asentamiento humano" en "La tecnología latinoamericana" Cuadernos del CIFCA N° 18, Madrid, 1979,

<sup>10</sup> Gross, P. y Cataldo, E.: "Tecnología de los asentamientos humanos, sistema social y cultura". C.P.U., Documento de Trabajo N° 252, Santiago, dic. 1981.

gías que permitan medir los impactos sobre los sistemas natural, adaptado y social.

Aun cuando los fenómenos ambientales están por su propia naturaleza profundamente interrelacionados, las precisiones para evaluar algún sector, como sería el caso del transporte, no pierden validez, en la medida que incorporen una comprensión global del medio ambiente e intenten una vinculación de los aspectos parciales con el resto de las variables intervinientes y sus efectos.

A continuación, se intenta un análisis de los aspectos más relevantes del sistema de transporte urbano, destacando sus componentes principales, con el fin de formular, en la última parte del artículo, los problemas ambientales que de él se derivan.

---

#### EL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO

---

El sistema de transporte urbano puede ser visualizado como un conjunto de elementos de carácter estático que lo estructuran: la red vial, los medios de desplazamiento y la infraestructura de operación. Estos elementos, al interactuar, generan el componente dinámico y producto medible del sistema, el que se identifica con su realidad actuante: los flujos del transporte.

Los componentes estáticos mencionados requieren, para su adecuada relación, de una actividad administrativa fundamental, la gestión del transporte. Ella constituye la causa eficiente del sistema, la que además de producir el objetivo perseguido, los flujos, es depositaria de las características de calidad del sistema total, tanto en su funcionamiento propio como en los efectos que ésta produce en el ámbito urbano. Precizando más este aspecto, se puede afirmar que aunque los problemas ambientales por transporte son producidos directamente por los flujos, la responsabilidad causal es atribuible a la gestión cuya función, entre otras y como se verá más adelante, es planificar, dotar, normar y controlar los flujos y el uso, tipo y calidad de los componentes estáticos del sistema.

Conviene señalar, para mayor claridad, que los problemas producidos por el transporte son de dos tipos: aquellos derivados de la naturaleza del sistema, que llamamos "inherentes al flujo", y que no son propiamente problemas ambientales, sino que reflejan deficiencias de funcionamiento de las partes del sistema (como ejemplo, y para citar sólo uno relativo a cada componente estático del sistema, podemos mencionar la destrucción del pavimento, la falta de señalización, la obsolescencia mecánica de los medios), y aquellos otros problemas derivados de la interacción de estos componentes y que provocan restricciones al flujo, los cuales constituyen la materia propia de la calidad ambiental por transporte.

En otras palabras, cada uno de los componentes del sistema posee un determinado nivel de calidad que coadyuva a la formación del ámbito urbano y presenta deficiencias que le son propias y connaturales. Es la inadecuada relación entre los elementos del sistema lo que configura los problemas ambientales. Así, por ejemplo, un vehículo de combustión interna es polutante por

definición y sus niveles de emisión pueden ser controlados técnicamente; es el conflicto de relaciones entre la suma de vehículos, la red que permite su desplazamiento y la infraestructura de operación, lo que provoca los niveles de polución que podemos catalogar como problema ambiental.

Sin pretender agotar las definiciones y descripciones de los componentes del sistema, señalaremos a continuación aquellas características más relevantes de cada uno de ellos.

a) *El componente administrativo o gestión del sistema.*

Incluye todas las actividades relativas a las decisiones vinculadas con la implementación general del sistema de transporte. Cumple el rol de planificar, programar y controlar los flujos peatonales y vehiculares públicos y privados en lo que la naturaleza de estos mismos permite: dotar y normar el tipo y uso de los medios de desplazamiento y vías, y establecer, mantener, regular y controlar los elementos pertinentes a la infraestructura de operación. Dependiendo del sistema político adoptado por una determinada sociedad, la gestión del transporte podrá ser implementación de decisiones tomadas centralmente o concertadamente con el sector privado. En cualquier caso o en sus variaciones intermedias, el objetivo de la gestión del transporte es fundamentalmente optimizar las comunicaciones de las actividades urbanas mediante el adecuado uso y distribución de los elementos técnicos e instrumentales de que dispone y cautelar los efectos que su funcionamiento produce en el medio ambiente donde opera, reduciendo los conflictos entre dos objetivos contradictorios: accesibilidad y calidad del medio ambiente.

b) *Los componentes técnicos e instrumentales del sistema de transporte urbano.*

Se refieren fundamentalmente a los medios que permiten, accionados por la gestión, producir los flujos del transporte. Ellos son:

b 1) Los medios de desplazamiento.

Son los vehículos de diverso tipo que circulan por la red y que son utilizados para el transporte de carga y pasajeros. Los primeros son clasificables por su peso (camionetas, furgones, camiones, etc.), y los segundos pueden subdividirse en de uso privado (automóvil particular, motos y vehículos de dos ruedas) y de uso colectivo (ferrocarril, bus, taxis, etc.). A esta clasificación se agregan los medios que facilitan el desplazamiento del peatón, tales como escaleras Mecánicas y otros de acceso y desalojo de recintos públicos. La calidad en cuanto a tamaño adecuado, funcionalidad del diseño, perfección mecánica y otras características reguladas por la gestión harán más efectivo el flujo y menores los efectos negativos sobre el medio ambiente.

b 2) La infraestructura de operación.

Dice relación con todos aquellos medios relativos al tránsito de vehículos públicos y particulares y al funcionamiento de la movilización colectiva. Cabe mencionar al respecto, sin pretender ser exhaustivo: la semaforización, los paraderos, la señalización, los terminales, el sentido del tráfico, los estacionamientos, etc. La racionalidad de su localización, frecuencia, capacidad, visibilidad y demás variables de calidad constituyen uno de los factores importan-

tes en la generación de flujos expeditos o congestionados en sus distintos grados y efectos.

b 3) La red o trama de vías de desplazamiento.

Constituye el espacio de desplazamiento de flujos que conectan las actividades urbanas. El rol de la red como elemento estructurador del espacio urbano le confiere una importancia central en el sistema de transporte aunque por rigidez física y económica de su naturaleza sea la componente menos dinámica y modificable en el corto plazo. Este hecho plantea exigencias de alta racionalidad y previsión en su planificación y hace aconsejable preocuparse de la calidad de la red en aspectos como los siguientes, a guisa de ejemplo: trazado y jerarquización de vías, perfiles adecuados al soporte de vehículos y personas; calidad material de su construcción; de cruces y nudos de mayor complejidad y actividades de mantención. Toda restricción a estas exigencias básicas será un elemento contribuyente a producir problemas ambientales por transporte.

c) *Los flujos del transporte urbano.*

El sistema de transporte tiene su expresión específica en los flujos vehiculares, es decir, en el volumen de medios particulares colectivos de desplazamiento que circulan por la red. En los flujos de transporte es donde aparecen los elementos de calidad o deficiencia de todas las componentes del sistema y de la eficiencia y racionalidad de la gestión.

En ellos se destaca tanto la capacidad del sistema para relacionar adecuadamente las actividades urbanas (accesibilidad), como problemas derivados de las deficiencias de los elementos del sistema que generan efectos degradantes del medio ambiente físico y social de los asentamientos. La evaluación de estas situaciones puede conducir a intervenir en la conducta de las variables que corresponde, para lo cual debe existir claridad teórica para interpretar la relación de causalidad entre el problema y su origen y alimentar así la actividad de la gestión en la componente adecuada. (Ver gráfico N°1).

---

## LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL TRANSPORTE URBANO

---

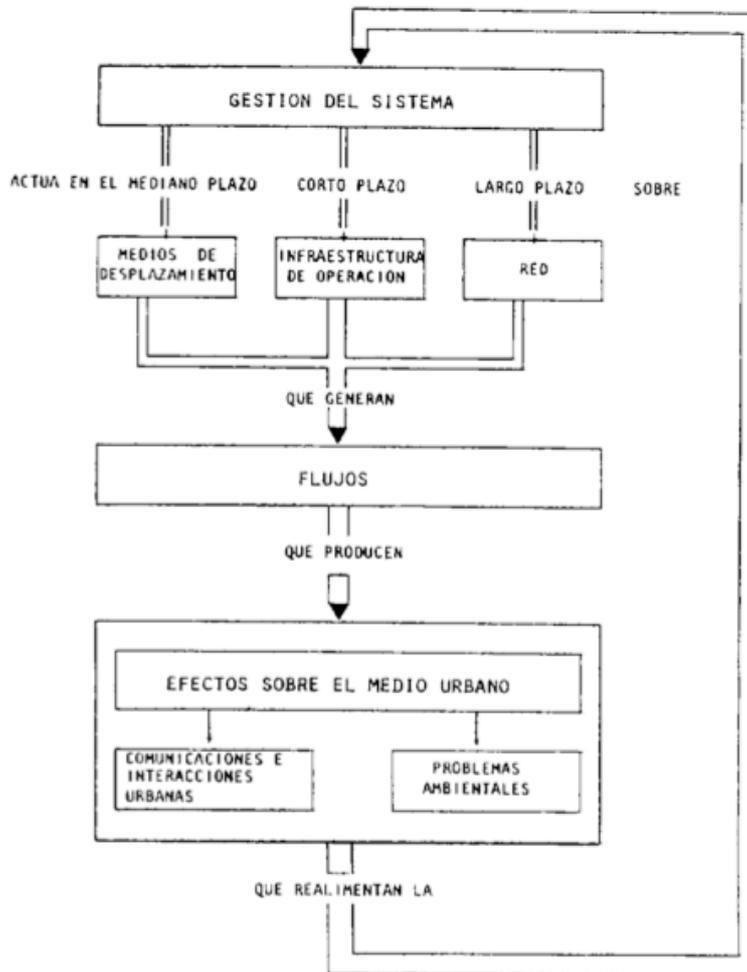
La interrelación entre los diferentes componentes del sistema de transporte y el medio ambiente urbano produce usualmente en éste efectos negativos como consecuencia de la construcción y operación del sistema; efectos que, si bien es cierto forman parte inherente del concepto de centro urbano, superados ciertos umbrales se transforman en problemas que deterioran en alta medida la calidad de vida de la población.

Como un centro urbano es tal en la medida que es, entre otras consideraciones, un lugar de alta accesibilidad", el sistema de transporte es parte sustancial de él y el principal objetivo que éste debe cumplir es garantizar el más alto nivel de accesibilidad, buscando el equilibrio entre la capacidad de la red viaria y el medio ambiente.

---

<sup>11</sup> Al respecto véase "El perfil ambiental: instrumento de diagnóstico para un centro metropolitano" de Jaime Matas, en Revista EURE, vol. VI N° 16, octubre, 1979.

GRAFICO Nº 1



Ciertos niveles de deterioro forman parte normal de la actividad humana de dichos ámbitos, constituyendo la "capacidad ambiental del sistema": el número máximo de vehículos que pueden circular por un ámbito urbano sin afectar más allá de cierto grado (estándar) las condiciones aceptables de las diferentes variables ambientales".

De partida, entonces, al hablar de problema ambiental del transporte urbano, estarnos refiriéndonos a un concepto relativo que en cada realidad espacial deberá relacionarse a un nivel consensual respecto a estándares de calidad adoptados normativamente. En todo caso, para poder determinar un problema

<sup>12</sup> "Traffic in Towns". Op. cit.

ambiental generado por el sistema de transporte, deberán cumplirse algunas premisas fundamentales.

En primer lugar, los problemas por transporte se generan por la existencia de una o más características negativas de los propios componentes del sistema. Así, por ejemplo, la congestión vehicular es producto de la sumatoria de algunas deficiencias, tanto de las redes (dimensiones insuficientes, mal estado de los pavimentos), de los medios (obsolescencia mecánica, falta de mantenimiento de vehículos, tamaño inapropiado, entre otros) como de la infraestructura de operación, en la que influyen aspectos como la señalización, la falta y mala localización de estacionamientos, la mala distribución de los paraderos, etcétera.

En segundo término, la gestión del transporte urbano, entendida como la planificación y uso del sistema, puede contribuir a agravar o paliar el problema. En el caso del ejemplo anterior, es evidente que sistemas de cobro inadecuado en los vehículos de locomoción colectiva o mal diseño de sus recorridos pueden influir en gran medida en la generación de la congestión. De igual manera pueden resultar de importancia aspectos tales como la falta de educación, tanto del peatón como del conductor, o decisiones erróneas en la determinación de los sentidos del tránsito.

En el caso de la contaminación atmosférica, para confirmar lo arriba mencionado, sin duda que ella es producida por una conjunción de factores, entre los que podrían mencionarse la obsolescencia mecánica de los vehículos, su falta de mantenimiento y la nocividad de la tecnología empleada en los medios de transporte; las dimensiones inadecuadas de la red para el volumen de tránsito; la centralización inadecuada y mala distribución de los paraderos así como los métodos de cobro inadecuado y el mal manejo de los vehículos en lo que respecta a la infraestructura de operación y gestión del sistema.

Es evidente que el grado de complejidad de cada problema es directamente proporcional al número de variables deficitario de cada componente y al grado de deterioro de cada una de ellas.

En el gráfico N° 2, "matriz de fenómenos causales del problema", se entregan los distintos elementos negativos de cada componente del sistema de transporte urbano que, a nuestro juicio, generan sus principales problemas de funcionamiento<sup>13</sup>.

Como la intención última es medir el impacto ambiental específico provocado por el transporte —entendido ello como un cambio neto entre dos situaciones o características del medio en un período de tiempo dado—, el espacio urbano existente debe ser considerado como un dato, aunque sin duda puede intervenir en alguna medida en el grado de deterioro alcanzado.

El tercer y último factor a considerar, es que recién podemos empezar a hablar de problema ambiental del transporte, cuando la suma de estos ele-

<sup>13</sup> La lista de deficiencias aquí anotadas surge, amén de conclusiones derivadas del marco teórico adoptada, de los resultados de la investigación "Diseño de Indicadores para medir la calidad del medio ambiente físico en el Área Metropolitana de Santiago y su aplicación a nivel comunal" en que diversos expertos definieron, mediante utilización del método Delphi como instrumento de consulta, una amplia enumeración de posibles fenómenos deteriorantes del ambiente urbano. Un resumen de dicha investigación, realizada por De la Puente, Gross, Matas y Otava, aparece en la edición N° 15, Vol. V, de julio de 1978 de la Revista EURE.

mentas negativos provoca efectos directos en el medio que afectan, tanto al espacio natural como al adaptado, y social. Así, por ejemplo, fenómeno de polución provoca efectos en el ambiente natural tales como el deterioro de la flora y pérdida de la fauna urbana, disminución de visibilidad y olores desagradables. En el medio adaptado contribuye al deterioro de la edificación y a la suciedad de la ciudad y en lo que respecta al ambiente social, está ampliamente comprobada su incidencia en la morbilidad de las personas y en la alteración de los valores del suelo.

En el gráfico Nº 2, la " matriz de los efectos en el medio urbano", se enumeran los diferentes efectos del sistema de transporte. Es la combinación y sumatoria de estos efectos lo que configura los problemas ambientales del transporte. Estos pueden ser resumidos y definidos como sigue:

1. Congestión vehicular: Problema derivado de la falta de adecuación entre flujo y cauce, que impide el desplazamiento expedito y continuo de los móviles a través de la red vehicular.

2. Congestión peatonal: problema que surge de la inadecuada relación entre el volumen de personas que se desplaza a pie y las características de la red destinada a la circulación del peatón.

3. Contaminación atmosférica: fenómeno de deterioro de la calidad del aire que se produce por la incorporación de elementos nocivos —gases y partículas— que alteran su composición normal o bien generan un clima ambiental cuyos efectos condicionan el buen desarrollo de las actividades y que incluso a determinados niveles acarrearán efectos dañinos para la salud.

4. Contaminación acústica: tipo de contaminación del medio que resulta de la alteración de un clima sonoro estimado como normal, provocado por la presencia de los vehículos como fuente sonora de ruido.

5. Falta de condiciones de seguridad: problema provocado por la alta concentración y dinamismo de actividades que motiva intenso tráfico que pone en peligro la integridad física de los habitantes y usuarios del ámbito urbano.

6. Deterioro físico: se refiere al estado de obsolescencia envejecimiento que presentan las construcciones que forman parte de la estructura física de la ciudad a causa de la presencia de partículas en el aire y de las vibraciones producidas por los vehículos.

Al haber podido resumir en seis los problemas ambientales del transporte, se abre la posibilidad de medirlos en forma más expedita, fácil y continua con la finalidad de adoptar medida correctoras de gestión. De hecho, la gran cantidad de posibles efectos del transporte en el medio ambiente, torna engorrosa su medición y en algunos casos ellos es prácticamente imposible. Por otra parte, de ser factible medir el efecto, resulta muy difícil en la mayoría de los casos determinar la proporción atribuible al transporte, al existir otros agentes que coadyuvan al fenómeno (por ejemplo deterioro de la flora, presencia de malos olores, alteración de los valores del suelo, etc.)

En todo caso, y a manera de indicación general, vale decir que las mediciones de los problemas ambientales generados por transporte se realizan

fundamentalmente en la expresión visible del sistema -los flujos- y en la atmósfera. Así, por ejemplo, la congestión vehicular y peatonal se mide en los flujos y su existencia y grado se establece en función de estándares internacionales o nacionales adoptados como patrón de evaluación.

Para el caso del área central de Santiago de Chile, nuestras mediciones establecen flujos vehiculares para algunas calles del orden de los 3.000 vehículos equivalentes hora <sup>14</sup>, lo que configura las exiguas velocidades que se indican en el cuadro siguiente:

VELOCIDAD DEL FLUJO VEHICULAR EN HORA PUNTA CRITICA EN EL CENTRO METROPOLITANO DE SANTIAGO

<i>Calle</i>	<i>Entre</i>	<i>Y</i>	$\bar{V}$ <i>Locom. Colect.</i> (kms/hr)	$\bar{V}$ <i>Taxis</i> (kms/hr)	$\bar{V}$ <i>Automóvil particular</i> (kms/hora)
Moneda	Mac-Iver	Teatinos	—	10,7	9,8
Agustinas	Teatinos	Mac-Iver	—	6,2	7,4
Compañía-Merced	Teatinos	Mac-Iver	5,8	7,3	9,0
Monjitas-Catedral	Miraflores	Teatinos	10,6	13,2	12,4
Santo Domingo	Teatinos	Mac-Iver	7,7	8,5	9,0
Rosas	21 de Mayo	Amunátegui	12,6	15,0	17,1
San Pablo	San Martín	Puente	6,8	8,2	8,0
General Mackenna	Norte Sur	Bandera	7,5	10,5	10,5
Balmaceda	Bandera	Norte Sur	6,6	7,3	8,8
Norte Sur	Alameda	Sto. Dgo.	—	80,3	62,1
San Martín	Sto. Dgo.	Moneda	9,9	10,1	10,1
Amunátegui	Moneda	Sto. Dgo.	6,5	6,8	6,9
Teatinos	Sto. Dgo.	Moneda	8,4	9,8	8,1
Morandé	Moneda	Sto. Dgo.	—	7,5	7,1
Bandera	Moneda	Sto. Dgo.	6,6	7,3	7,8
21 Mayo-Estado	Sto. Dgo.	Moneda	—	6,0	6,1
San Antonio	Sto. Dgo.	Moneda	7,0	8,6	7,8
Mac-Iver	Moneda	Sto. Dgo.	5,9	5,4	6,6
Miraflores	Alameda	Sto. Dgo.	7,6	7,8	8,5
Sta. Lucía	Monjitas	Moneda	7,3	7,5	7,7

Fuente: "El impacto del transporte en el medio ambiente del centro metropolitano de Santiago: antecedentes básicos".

Documento de Trabajo N° 116. CEMU-IPU, junio, 1980.

De modo similar la contaminación atmosférica se mide mediante la detección de la impureza del aire, captada por filtros especiales ubicados en estaciones de muestreo fijas y variables. El grado de contaminación se establece, como en el caso anterior, por comparación con estándares normativos, ponderando, sobre el total de elementos contaminantes, el porcentaje correspondiente al aporte vehicular.

En el caso de Santiago, los principales agentes causantes de contaminación son el monóxido de carbono, los oxidantes fotoquímicos y el polvo en suspensión, siendo el primero de ellos la emisión más importante, con cerca de 70% del total de toneladas mensuales de contaminantes <sup>15</sup>, que son producidas

<sup>14</sup> Calculados de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Automóviles} + (\text{buses} \times 1,75) + (\text{camiones} \times 2,25) + (\text{Motos} \times 0,33).$$

<sup>15</sup> INTEC; "Programa para el control de contaminación atmosférica en Área Metropolitana de Santiago". CORFO, Santiago, junio, 1978.

en más de un 98% por los vehículos motorizados, correspondiendo el resto a incineradores y calderas.

Como un último ejemplo, podemos mencionar el caso de la inseguridad física personal, la cual se detecta por el número de accidentes ocurridos en un tiempo determinado, evaluándolos, igual que en los casos anteriores, con estándares internacionales construidos con base a los óptimos relativos de seguridad conseguidos en lugares donde la normatividad sobre condiciones de seguridad ha tenido un importante desarrollo. Sin embargo, el problema fundamental que plantea el análisis de esta variable es el referente al hallazgo de un estándar que sea aceptado como suficiente por toda la estructura social. La práctica corriente, en tal sentido, es susceptible de crítica, puesto que la mayoría de los países han adoptado como políticas de prevención el mantener las tasas de accidentes en un nivel bajo, pero sin haber podido estos definir con certeza cuál es aquel nivel óptimo que ellos deben alcanzar. Sin duda alguna que un nivel o tasa cero es muy deseable y todas las acciones orientadas hacia la prevención deberán tender a ello; sin embargo, las metas que se establezcan deben estar basadas sobre condicionantes socialmente aceptables, además de alcanzables en términos prácticos y económicos.

Hay numerosas maneras mediante las cuales se pueden establecer los objetivos, siendo algunas de ellas más ventajosas que otras, y es en este campo donde se inicia la labor quizás más ardua de conjugar las metas teóricas con las metas prácticas.

Existen posiciones al respecto que sostienen que un estándar podría estar basado en la aceptación del riesgo personal, haciendo una analogía con el riesgo a que está expuesto un automovilista o un peatón. El riesgo personal es entendido en este caso como la exposición al peligro a que están sometidas las personas en las prácticas de sus deportes o actividades recreativas de desarrollo corporal. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que ambos tipos de riesgo no son similares ya que al que se exponen los usuarios del transporte se estima 400 veces mayor que el derivado del deporte. Entonces, aunque debería ser deseable reducir el peligro de muerte en un accidente por transporte al de lesión, hacerlo requeriría una reducción de la tasa de accidentes en un 99,75%, lo cual obviamente no es una meta práctica.

Otro método es basar los objetivos de la reducción de accidente en alcanzar una meta normal. A través de este método el objetivo es reducir el nivel de riesgo en aquellos puntos claves a lo largo de secciones de calles que tengan un alto nivel de accidentes, a aquella tasa que aparezca como ventajosa para el área en que se centra el análisis. En este caso se trata de una meta abierta, la cual no establece la tasa más adecuada en el aspecto general para lograr una reducción de los accidentes, salvo en un sentido particular, que se refiere a la identificación de un nivel normal para un área determinada que sólo pueda ser utilizada allí.

Otra aproximación consiste en establecer cuál ha sido el curso histórico que ha tenido la incidencia de los accidentes del tránsito en un área determinada. Esta meta, de índole empírica, puede ir asociada al manejo de la meta normal abierta. Trabajos recientes han demostrado que una reducción de los accidentes de un 33% puede ser obtenido mediante un tratamiento de bajo costo en aquellos puntos seleccionados que se establecen en un estudio detallado de los accidentes del área.

GRAFICO Nº 2

MATRIZ DE EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE URBANO

		100%	100%	100%	100%	100%	100%
EFECTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	Inaccesibilidad	X					
	Encarecimiento costos de transporte	X					
	Aumentos de tiempos de viaje	X					
	Alteración de los valores del suelo	X	X	X	X		
	Morbilidad	X	X	X	X	X	X
	Mortalidad					X	
	Aumento de costos de mantención	X	X		X		X
	Deterioro físico y morfológico	X	X	X			X
	Deterioro de la función urbana	X					
	Intrusión visual	X					
	Suciedad		X	X			X
	Pérdida del patrimonio histórico	X					X
	Alteración de la composición del aire			X			
	Deterioro de la flora y la fauna	X	X	X	X		
	Disminución de la visibilidad			X			
Presencia de malos olores			X				
PROBLEMA AMBIENTAL GENERADO		Congestión vehicular	Congestión peatonal	Contaminación Atmosférica	Contaminación Acústica	Inseguridad física personal	Deterioro físico
VARIABLES DEFICITARIAS	Obsolescencia mecánica	X		X	X		
	Falta mantención de los vehículos			X	X	X	X
	Tamaño y peso inapropiado	X	X			X	X
	Diseño inadecuado del vehículo	X					
	Nocividad de la tecnología			X	X		
	Señalización inadecuada	X		X		X	
	Falta de estacionamientos			X			
	Mala localización estacionamientos	X					
	Mala distribución paraderos	X	X	X			
	Mala localización accesos Metro		X				
	Mal estado pavimentos	X	X			X	X
	Dimensiones inadecuadas	X	X	X	X		
	Cruces y nudos viales no resueltos	X					
	Sistema de cobro inadecuado	X		X		X	
	Destino inapropiado de vías	X	X				X
Falta capacitación del conductor	X		X	X	X		
Irracionalidad recorridos locomoción	X	X					
Irracionalidad sentido tránsito	X						
Falta regularización velocidades			X	X	X		
Falta educación peatón	X	X		X	X		
		100%	100%	100%	100%	100%	100%

MATRIZ DE FENOMENOS CAUSALES DEL PROBLEMA

En el caso de Santiago de Chile, según datos extraídos del archivo de la Central de Investigaciones de Accidentes del Tránsito <sup>16</sup>, entre los años 1967 a 1979, se registraron en el área central de Santiago de Chile un total de 852 accidentes, los cuales se desglosan en 209 atropellos, 13 caídas, 512 colisiones, 75 choques, 5 volcaduras y 38 accidentes de diversos otros tipos que involucran un total de 61 muertos y 1.546 lesionadas.

<sup>16</sup> Al respecto, ver Documento de Trabajo Nº 116, de CIDU-IPU, ya citado.

Así entonces, efectuadas las mediciones de los problemas ambientales con las metodologías propias elaboradas para cada uno de ellos, el grado relativo de deterioro respecto a los estándares indica la necesidad de actuar, y aquí surge como ayuda importante a considerar la matriz explicativa del impacto ambiental a que hemos hecho mención con anterioridad como un eficaz instrumento de gestión.

En efecto, en el gráfico N° 2 se identifican por una parte las variables deficitarias de los componentes del sistema de transporte urbano, que indican los fenómenos causales de cada problema generado por la interacción entre estas variables y el medio ambiente y, por la otra, los efectos deteriorantes de los problemas en el medio ambiente.

Resta, en la matriz propuesta, establecer las ponderaciones y jerarquizaciones de la incidencia de las variables deficitarias en los problemas ambientales generados por transporte, lo cual si bien es cierto es difícil de objetivar, es factible de efectuar por estimaciones de consenso que pueden ser obtenidas mediante la utilización de sistemas de consulta a expertos.

A modo de conclusión, creemos que la matriz, así definida, representa un avance analítico al posibilitar el conocimiento de los problemas ambientales del transporte con un número reducido de indicadores de relativamente fácil y poco onerosa medición y establecer la intensidad del problema por la vía de los estándares de evaluación. Esperamos que al identificar en la matriz las causas de cada problema, mediante la corrección de éstas, sea posible disminuir los efectos que el sistema de transporte provoca en el medio ambiente urbano.

---