

Equipamiento, precursor de pavimentación que provoca expansión urbana y alteraciones ambientales en la ciudad. El caso del sur de la Ciudad de México

Delia Patricia López Araiza Hernández¹

María Carolina Quintana Noriega²

Resumen

Durante el Virreinato, para favorecer el paso de vehículos con ruedas de madera, se desecaron algunos canales prehispánicos y en 1903, el entonces presidente Porfirio Díaz, fomentó la mecanización de la industria e introdujo a nuestro país los modelos de automóviles con llantas de caucho, que requerían superficies de rodamiento impermeables y aplanadas. Estos nuevos modelos de transporte permitieron viajar mayores distancias, lo que incentivó el crecimiento de la ciudad. En forma paralela, a lo largo del siglo XX, se entubaron algunos ríos que atravesaban la urbe, modificando aún más el ecosistema original. Asimismo, con la intención de mejorar la calidad de vida de la población, se comunicaron las zonas de habitación con las edificaciones importantes a donde acudiría la población para recibir algún servicio, así como con las áreas de trabajo, afectando aún más los daños al ambiente.

Es por ello que esta investigación analizará la relación que existe entre la localización de los equipamientos de cobertura regional y nacional, según el sistema normativo de equipamiento, con el crecimiento de la ciudad. Consecuentemente, buscará comprobar que esta relación está vinculada a las alteraciones ambientales, tanto del ciclo del agua como de la calidad del aire, al haberse aumentado las superficies impermeables. Según el principio hologramático de la complejidad, en donde “no solo la parte está en el todo, sino el todo está en la parte” (Toledo, 2014), revisaremos 5 grandes equipamientos construidos durante el período de 1952 a 1968 en el sur de la Ciudad de México, considerados detonadores de las consecuencias ambientales de la expansión de la ciudad, al constituir superficies impermeables que impiden la recarga de los mantos acuíferos y aumentar los viajes hacia ellos, en vehículos de combustión interna, que deterioran la calidad del aire.

Con el fin de verificar la relación que existe entre la localización de los equipamientos mencionados y el crecimiento de la ciudad, así como comprobar que esta relación ha sido la razón por la que se inicia la impermeabilización de suelo natural al sur de la ciudad, afectando el ciclo del agua y aumentando la contaminación ambiental, tenemos como pregunta de investigación: ¿Con la llegada del automóvil al país, se alejaron los grandes equipamientos de las áreas habitacionales, provocando la pavimentación de mayores áreas de la ciudad? A su vez, nos cuestionamos si: ¿La impermeabilización de grandes extensiones de suelo natural, que reduce la filtración natural de agua al subsuelo, ha contribuido al incremento de contaminación atmosférica? Entre las posibles conclusiones que esperamos obtener es que efectivamente existe relación entre la localización de los grandes equipamientos y la expansión urbana, así como que las afectaciones

¹ Doctora en Desarrollo Regional, Instituto Politécnico Nacional, SEPI ESIA Tecamachalco, deliaplah@yahoo.com.mx

² Alumna del Doctorado en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo, Instituto Politécnico Nacional, SEPI ESIA Tecamachalco, mqintanan2000@alumno.ipn.mx

al medio ambiente están relacionadas con la pavimentación requerida para la circulación de automóviles, no solo en la recarga de los mantos acuíferos, sino también en la calidad del aire. De esta manera, sugerimos que este factor sea considerado al momento de ubicar los equipamientos regionales en las grandes ciudades, basando esta observación en el sur de la Ciudad de México.

Palabras clave: Equipamiento, Expansión Urbana, Alteraciones Ambientales

La importancia de los equipamientos en la ciudad

La ciudad es un ente vivo que ha sufrido transformaciones a lo largo de la historia, las cuáles han llevado a su población a evolucionar junto con ella. Para entender el medio en que se desenvuelve el ser humano es necesario comprender que éste se encuentra dentro de un espacio ordenado, desarrollado sobre un espacio físico, el cual en algún momento limitará su propio asentamiento. Estas características físico-orgánicas van transformando el territorio (Novoa, 2011:46) y con el paso del tiempo su arquitectura, dedicada no solamente al habitar, sino también a varios tipos de actividades complementarias. A estos se les denomina como equipamiento.

Empezaremos por hablar de lo que es un equipamiento; en el mundo contemporáneo desde las normas básicas, se le conoce al conjunto de inmuebles utilizados para prestar servicios a la población para desarrollar actividades como las educativas, salud, culturales, sociales, de abasto y transporte.

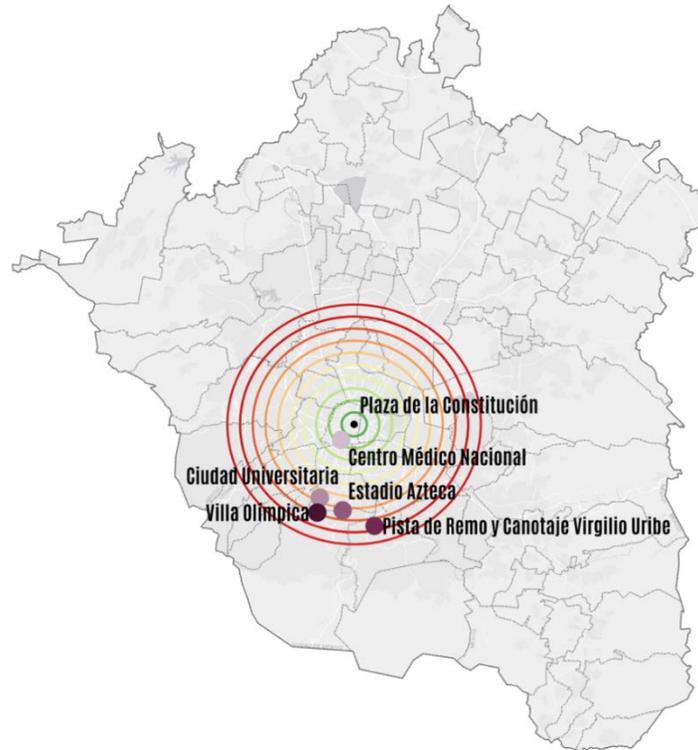
Según el uso de determinado equipamiento y la cantidad de población del asentamiento al que sirve, se conoce el área que el inmueble requiere, mientras que la densidad de población define la superficie que éste alcanzará a atender. Por ello es fundamental determinar el mejor predio de acuerdo a su ubicación dentro de la ciudad y elaborar el programa arquitectónico adecuado para esa población. Al tener diferentes tamaños de población a lo largo del país, se creó el sistema normativo de equipamiento urbano, a manera de catalogo de recomendaciones para estas edificaciones según la población a la que da servicio, considerando las distintas escalas, desde el barrio hasta lo regional o nacional.

En este trabajo nos referiremos justo a este último nivel de servicio, tanto por su lógica de localización y las dimensiones de construcción que requiere, como en particular por la aparición del automóvil, toda vez que éste contribuyó a llevar a la población del lugar que habita hasta donde puede desenvolverse, condición que se fue dando cada vez a mayor distancia entre cada punto.

Partiremos de un evento histórico importante para el crecimiento y desarrollo del sur de la Ciudad de México. Durante el gobierno de Manuel Ávila Camacho, se presentó al Congreso de la Unión la Ley sobre Fundación y Construcción de la Ciudad Universitaria (CU) en el área de San Ángel, como podemos observar en la figura 1. Localización de los Grandes equipamientos en el sur de la Ciudad de México. La mudanza de la Universidad del centro de la ciudad hacia la nueva CU, para iniciar actividades en 1954, detonó el interés inmobiliario hacia esta zona.

Por ello, hemos elegido cinco equipamientos de cobertura nacional como son: 1) Centro Médico Nacional construido en el sitio que hoy ocupa en 1961; 2) Ciudad Universitaria inaugurado en 1954, 3) La unidad habitacional Villa Olímpica edificada en 1968, de igual manera los siguientes dos equipamientos 4) Estadio Azteca y 5) Pista de Remo y Canotaje Virgilio Uribe (ver figura 1).

Figura 1. Localización de los grandes equipamientos en el sur de la Ciudad de México (2020) con referencia de círculos concéntricos a cada 2 kilómetros desde la Plaza de la Constitución (Zócalo).



Elaboración propia con base en conjuntos de datos vectoriales con proyección geográfica (INEGI)

Automóvil y expansión urbana

Durante el gobierno de Porfirio Díaz y en particular en los últimos años de éste (Moya, 2009), acaudalados inversionistas inmobiliarios crean las nuevas colonias, destinadas a sectores altos y medios de la población, hacia el poniente de la ciudad, al tiempo que el jefe de gobierno ya se había dedicado a embellecer la ciudad con fuentes y escultura que contribuirían a embellecer el paisaje urbano.

En ese período se introdujo la electrificación de la ciudad, inaugurándose para la celebración de la independencia en 1910 (Briseño, 2006). Fue un evento muy fotografiado en donde se vislumbraba la urbanización, con caminos y medios de comunicación modernos para la época, razón por lo cual consideramos este periodo como arranque de nuestra investigación.

Se sabe que por esa época circulaban pequeños vehículos dentro de la Alameda, legado de la revolución industrial y se abrieron y ampliaron nuevas vías en el casco de la ciudad como factor de modernidad. Ejemplo de ello fue el paseo de la Reforma, así como distintos espacios públicos en donde empiezan a congregarse los habitantes.

También se incorpora el sistema de recolección de aguas para mantener sana a la población (Briseño, 2006). Al introducir la electricidad se contó con la energía indispensable para mover los

EQUIPAMIENTO, PRECURSOR DE PAVIMENTACIÓN QUE PROVOCA EXPANSIÓN URBANA Y ALTERACIONES AMBIENTALES EN LA CIUDAD. EL CASO DEL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO

motores como los que requería la industria; se alumbraron las calles, las fábricas y los hogares mexicanos junto con el resto de algunos otros inventos de desarrollo tecnológico que se introdujeron en aquella época. Toda esta nueva forma de vida y cotidianidad significó pertenecer al selecto grupo de naciones que conformaban al mundo moderno. La realidad de la sociedad en la ciudad se va transformando con estas intervenciones, tanto así que ponen en crisis los valores culturales e institucionales (Bettin, 1982) y son la clave para entender lo que hoy se padece en aspectos como el uso de vehículos para movilizarse.

A partir de esta insipiente industrialización que promueve la migración hacia la ciudad, conforme este período de desarrollo se fue consolidando hacia el poniente, la atracción de grandes cantidades de población y su consecuente demanda de vivienda y servicios dentro de la ciudad traslado la urbanización de las nuevas colonias hacia el oriente y sur oriente, para satisfacer las necesidades de la ciudad emergente.

Al final del periodo Porfiriano se inicia un importante crecimiento de la ciudad. Se construyen las colonias del Valle y Juárez (1906), la Romero Rubio (1907) y la Escandón (1909), ubicada cerca del Bosque de Chapultepec. Simultáneamente a la naciente industrialización y siguiendo los modelos de la época en Europa, localizando a la industria cerca de la vivienda de los trabajadores, se constituyeron al norte de la ciudad colonias como la Industrial Vallejo, Lindavista, Rastro entre otras.

La expansión observable y cuantificable de la ciudad, a manos de los industriales y comerciales, llega hasta 1940, antes de multiplicarse por 10 la población a raíz de un rápido crecimiento natural y por la migración campo-ciudad. A esto se le sumó, en palabras de Ricardo Tena (2001) cuando nos narra en su artículo Tiempo y destiempo de la modernidad urbana, la llegada de migrantes internacionales expulsados por los movimientos europeos de la época.

Para mediados de siglo, la especulación de terrenos urbanos cobró importancia por la expansión y crecimiento incontrolable, creando un mosaico de colonias, fraccionamientos y barrios populares, inconexos, que requerían servicios de agua potable y drenaje, así como salud, educación, seguridad pública, justicia y comercio (Messmacher, 1979). Este nuevo tejido urbano hacia el sur y sur oeste del hoy Centro Histórico continuó su crecimiento en todas direcciones a partir de los años 50, siguiendo el patrón de las vialidades que conectaban hacia los estados circunvecinos.

En ese mismo contexto, en el entonces Distrito Federal, se impusieron severas medidas restrictivas al crecimiento de las áreas habitacionales e industriales, que generaron el acelerado crecimiento de la metrópoli hacia el norte, en particular hacia el Estado de México, iniciando la conurbación entre ambas entidades. Garza (2002) describe al período de 1970 a 2000, último en el que divide la historia de las ciudades del siglo XX en México, como el lapso de tiempo en el que el grado de urbanización del país fue sustancialmente acelerado, con un incremento medio anual de 1.4 millones de habitantes urbanos.

Y es precisamente hacia la década de los 70 que la humanidad empieza a generar conciencia del daño causado al medio ambiente por su actividad sobre el territorio, razón por la cual, después de la Cumbre de la Tierra, celebrada por Naciones Unidas en Río de Janeiro (1992), surge la declaración sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en la que se inicia la atención a la preservación de los recursos naturales que nos sostienen, para que tanto las generaciones actuales como las futuras cuenten con lo necesario para tener una buena calidad de vida (ONU, 1992). Todas las naciones que participaron, se llevaron a sus respectivos países tareas por cumplir y se

implementó la Agenda 21, que entre otros puntos se compromete a preservar el agua, el aire y la tierra en las mejores condiciones que le fuera posible a cada país.

De los 343 centros urbanos del país, los espacios desocupados entre los centros urbanos ya consolidados, son los que se toman en cuenta para que mediante el programa Hábitat se integren, junto con los barrios marginales, a la planeación de la ciudad y con ello poder abastecerles de equipamiento y servicios; entre otros agua y pavimentación (López Araiza, 2018).

El gobierno de Enrique Peña Nieto, a través de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), consideró al siglo XXI como “el siglo de la revolución urbana”. Para ello formuló la nueva Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, la cual contempla la instalación en todo el país de los Consejos Nacionales de Ordenamiento Territorial, contando con una regulación sobre la tenencia de la tierra, que garantice el desarrollo y el crecimiento tanto de las ciudades como de las metrópolis, considerando en todo momento el abasto del vital líquido.

El agua en el sur de la ciudad de México

En el importante periodo que estamos tomando como arranque de este estudio, el Porfiriato, uno de los elementos de estudio más importantes fue la importación de maquinaria, que sería utilizada para la explotación de los recursos hídricos, la cual llegaba libre de impuestos hasta por diez años dice (Briseño, 2006). Aunado a ello y en la lógica de atraer inversiones que llevarán al país a su desarrollo, se le otorgaron concesiones por tiempo indefinido a empresas extranjeras para suministrar el servicio en el ámbito nacional.

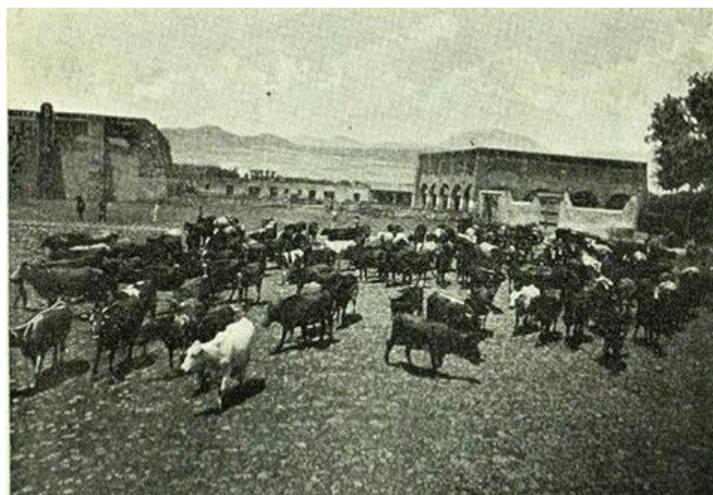
Andrés Molina Enríquez se oponía a Díaz en ese aspecto, ya que le parecían excesivas las concesiones otorgadas, así como las leyes relativas al agua, sobre todo con las empresas que generaban la luz, a quienes se les otorgaban indefinidamente, como mencionábamos libres de impuestos y de reglamentación en cuanto al cobro por servicios (Véase Miguel S. Wionczek, op. cit., 1975, p. 47, en Briseño, 2006).

La población agrícola de la ciudad tuvo sus reminiscencias en la zona de estudio, hasta que el crecimiento urbano se extendió hacia las zonas donde pastaba el ganado, como fue el caso de la Hacienda de Coapa (ver figura 2), en donde la presión del mercado inmobiliario terminó por sustituir la superficie agrícola por urbana, incrementando así la cobertura impermeable del suelo.

Asimismo, mientras permaneció el sistema de lagos en el Valle de México, se favoreció la comunicación y la transportación de mercancías por medio de canoas de fondo plano, como las que todavía se pueden observar hoy en la zona de chinampas de la alcaldía Xochimilco. Sin embargo, a partir de 1900, de la mano de la industrialización, se incrementó la producción de automotores y con ella, la condición lacustre de la ciudad corrió con la misma suerte.

La nueva lógica del capital industrial requería vialidades apropiadas para los materiales rodantes, en aras de ahorrar tiempo y con ello dinero. Para mejorar la movilidad de la población industrial, se construyeron superficies planas con tipos de pavimentos de más rápida aplicación y de menor desgaste (Benévolo, 2002). Estos descubrimientos e innovaciones tecnológicas, influyeron de manera directa en el crecimiento no solo de la población sino del tamaño de la mancha urbana.

Figura 2. Hacienda de Coapa



Fuente: Gaxiola, M. (2020) "Hacienda Villa Coapa 1914" [Fotografía] en Coapa en la Historia: desde la época prehispánica hasta los juegos olímpicos

En 1922 aparecen las primeras pavimentaciones de emulsión asfáltica en Inglaterra, Francia y Estados Unidos, lo que hace de éste el detonador de la problemática ambiental que se analiza, por un lado, al afectar directamente al vital líquido, cuya absorción al subsuelo se ve obstaculizada por la aparición de este método de pavimentación en las grandes extensiones requeridas para la movilidad. Las superficies asfálticas contribuyeron al enriquecimiento de las economías y se convirtieron en barreras físicas para completar el ciclo del agua.

Internacionalmente, a mediados de 1928, se fundó el Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM), teniendo lugar el primero de ellos en el Castillo de La Sarraz, en Suiza. Estos congresos cambiaron la óptica de la vivienda, realizada hasta entonces de manera anárquica, por una visión de conjuntos organizados, modelo que llegó a nuestro país después de mediados de siglo XX, con los principios fundamentales planteados por Le Corbusier en su manifiesto de urbanismo y arquitectura moderna “La Carta de Atenas”, publicada hasta 1942.

En La Carta de Atenas (1942), se refiere a la distribución de la población en apartamentos de edificaciones altas y espaciadas con áreas verdes y de recreación y se destacan los principios urbanísticos de Le Corbusier (Ache, 1996), quien trataba a la zonificación de las áreas por sus usos del suelo, las cuales deberían estar ubicadas, según la compatibilidad y divididas por vialidades, de acuerdo con la velocidad y tráfico que circula por ellas. Esta particularidad cobra relevancia pues fue adoptada por los planificadores, dando así origen a la formación de barreras impermeables para los escurrimientos de agua hacia el subsuelo, dificultando así mantener los niveles freáticos de las zonas urbanizadas.

A partir de 1940, la ciudad de México también enfrentó retos críticos respecto del medio ambiente, con la salvedad de que la tecnología y los sistemas de producción han soportado mejor el desafío que significaba el crecimiento de la población y la atención de sus demandas, por encima de los límites de las posibilidades que ofrece la cuenca de México.

Durante los siguientes 20 años, no sólo las ciudades mexicanas crecieron aceleradamente, sino que además se fundaron nuevos asentamientos a distancias considerables, por lo que se

empezaron a cubrir grandes extensiones de tierra con recubrimientos que impiden la filtración del agua al subsuelo. La capital del país no fue la excepción y a finales de la década de los 60, con los preparativos para los Juegos Olímpicos de 1968, se construyeron varios equipamientos al sur de la ciudad, en donde todavía se podían encontrar haciendas ganaderas con grandes extensiones de suelo natural rural, el cual permitía la filtración de agua al subsuelo.

A partir de entonces, el crecimiento urbano en el sur del entonces Distrito Federal fue acelerado, y apoyado en la construcción de vialidades para que la población disfrutara de ese importante evento internacional, surgieron urbanizaciones emblemáticas, como el desarrollo inmobiliario Narciso Mendoza mejor conocido como Villa Coapa (Villacoapa.com, 2013), construido al mismo tiempo que la pista de Remo y Canotaje y la Villa Olímpica (ver figura 1).

Figura 3. Disponibilidad de Agua en la Ciudad de México de 1999 a 2016.

Región hidrológica administrativa	Año	Escorrentamiento natural medio - Superficie total (hm ³ /año)	Recarga media total de acuíferos (hm ³ /año)	Agua renovable (hm ³ /año)	Población a diciembre (millones de hab.)	Agua renovable per cápita 2010 (m ³ /hab/ año)
Aguas del valle de México	1999	-	2,370	4,363	-	227
	2010	1174*	2,340	3,514	21.26	162
	2012	1174*	2,341	3,515	21.94	160
	2016	1,112	2,330	3,442	23.19	148

* se consideran las aguas residuales de la CDMX

Elaboración propia con datos de los anuarios estadísticos del agua (CONAGUA).

Sin embargo, los datos estadísticos geolocalizados, encontrados en las instituciones encargadas de preservar los recursos hídricos para satisfacer las demandas de la población, se tienen a partir de 1999, cuando la zona de estudio estaba cubierta ya en un ochenta por ciento, con varios fraccionamientos y nuevas colonias, a las que se dotó de equipamientos locales suficientes.

La disponibilidad de agua renovable per cápita en la Ciudad de México de 1999 a 2020 (ver figura 3), ha disminuido de manera considerable. De acuerdo a los datos reportados para la región hidrológica administrativa del Valle de México, el escurrimiento natural medio superficial total se redujo en un 5% en tan sólo 6 años, pasando de 1,174 hm³/año en 2010 a 1,112 hm³/año en 2016. Por su parte, la recarga media total del acuífero disminuyó en 40 hm³/año en los últimos 20 años. Estos datos muestran no sólo que la disponibilidad de agua en el sur de la Ciudad de México se redujo, sino que permiten inferir una correlación con la pavimentación en esta zona de estudio, la cual está cobrando efectos ambientales importantes, mientras sigue atrayendo una gran concentración importante de actividades urbanas.

Cuando el aire cambió

La revisión histórica de cómo ha evolucionado la industria automotriz en México tiene mucho que ver con la problemática de la calidad del aire. Por ello hemos buscado sus orígenes hacia el segundo cuarto del siglo pasado, incluyendo los diferentes decretos relacionados con la industria para la

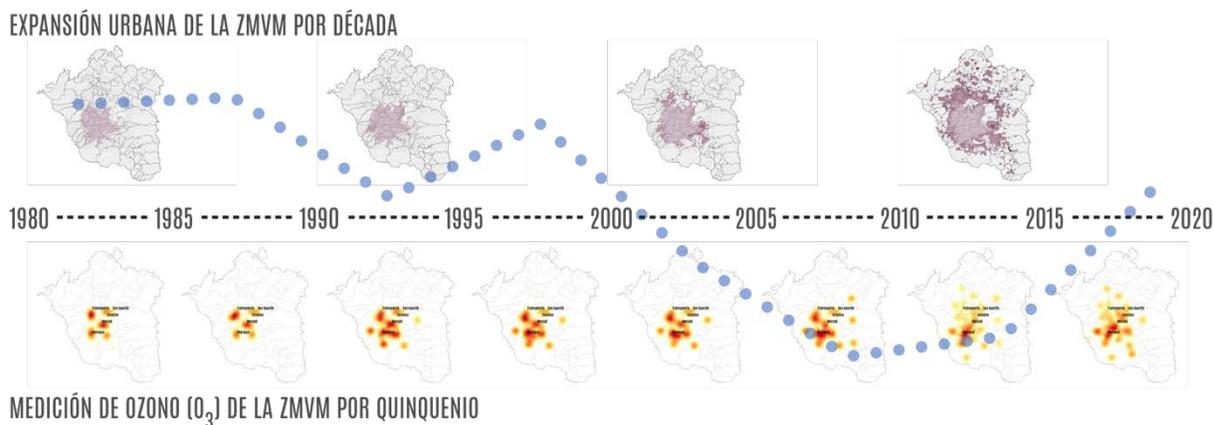
EQUIPAMIENTO, PRECURSOR DE PAVIMENTACIÓN QUE PROVOCA EXPANSIÓN URBANA Y ALTERACIONES AMBIENTALES EN LA CIUDAD. EL CASO DEL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO

producción vehicular, los cuales han constituido la política de desarrollo industrial del sector. De la mano de esta industria, la propia conclusión de la presa hidroeléctrica de Necaxa en 1962, nos muestra la concretización de un discurso político que buscaba insertar a México en el mapa tecnológico internacional como un país próspero e iluminado (Vicencio, 2007).

El sector automotriz mexicano siempre ha sido una piedra angular del desarrollo industrial del país y por consecuencia ha contado con programas específicos de desarrollo desde su origen, que al paso de los años han quedado enmarcados dentro de lo que se conoce como “Decretos automotrices”. Éstos son emitidos por el gobierno federal y han tenido por objeto la regulación de la producción y venta; esto incluye limitaciones al número de empresas terminales, restricciones a la participación de la inversión extranjera en las empresas de auto partes y algunas prohibiciones como 1) la importación de vehículos, 2) la importación de partes que eran producidas localmente y 3) la producción de autopartes en las empresas terminales, además de las cuotas de contenido local en los automóviles (Brown, 1998 en Vicencio, 2007)

Esta situación contribuyó al crecimiento de las ciudades en México. Combinado con el modelo de expansión urbana que se seguía, trajo consigo el aumento de la pavimentación, factor sumamente trascendente para el presente estudio, pues la impermeabilización de grandes extensiones de terreno no sólo tuvo consecuencias en el abastecimiento del subsuelo (lo que a su vez repercute superficialmente en el abasto saludable del agua para la población urbana), sino que la prioridad constructiva de la movilidad automotora atrae vehículos de combustión interna, los cuales, al utilizar combustibles fósiles, desprenden partículas contaminantes al ambiente.

Figura 4. Comparativa entre la expansión urbana de la Zona Metropolitana del Valle de México por década, de 1980 a 2010 y las mediciones de ozono por quinquenio, de 1986 a 2020.



Elaboración propia con base en conjuntos de datos vectoriales con proyección geográfica (INEGI) y mediciones de ozono de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (SEDEMA).

Por otra parte, a partir de 1930, en nuestro país se amplía la red de carreteras con el fin de abastecer a la Ciudad de México (Messmacher, 1979) y fortalecer al Sistema Urbano Nacional. Con esto, la superficie agrícola fue transformada por la modernidad en urbanizaciones, a lo cual hemos hecho referencia en líneas anteriores al destacar la relevancia de “La Carta de Atenas” (Le

Corbusier, 1942), basada en las declaraciones del CIAM de La Sarraz. Cabe recordar que en ella se indican no sólo cuestiones arquitectónicas sino urbanas, las cuales se pueden considerar de escala tanto local como regional. En este manifiesto, se hace referencia a la imperativa necesidad de dividir la superficie a pie de tierra de acuerdo al uso que se le dará al suelo, delimitando áreas verdes y separando cada una de las actividades económicas y sociales sobre el territorio. Asimismo, el documento estipula las diferentes dimensiones que deberían tener las vialidades de acuerdo al tipo de circulación y velocidad que pasaría sobre ellas, así como por la distancia que éstas recorren. Además, considera la planeación desde vialidades peatonales y su tipo particular de pavimentación, hasta las vialidades regionales de alta velocidad y carga. Establece con ello no sólo que deberían llevar un tipo de recubrimiento asfáltico o de concreto, ambos con condiciones impermeables para su superficie de cobertura (y su consecuente decremento en la captación de agua pluvial y filtraciones hacia el subsuelo), sino que de facto fomenta y da prioridad a un medio de transporte contaminante sobre la salud y el bienestar de la población.

El modelo de desarrollo urbano del movimiento Internacional (nombre que se le asignó a la corriente urbano-arquitectónica que hemos mencionado) tuvo una remarcada influencia sobre el urbanismo mexicano moderno y contemporáneo de principios del siglo XX. Como se mencionó anteriormente, tanto el periodo de gobierno de Porfirio Díaz, desde 1889 como la época revolucionaria hasta 1919 fueron trascendentales para la modernización del país (Garner, 2003), toda vez que la población urbana en México pasó de estar concentrada básicamente en la corona central del país, incluida la propia capital y el Estado de México, así las ciudades de Puebla, en el estado del mismo nombre y Morelia en Michoacán a distribuirse por todo el territorio nacional, según el mapa político elaborado por Conolly (1997) con datos del censo general de 1938.

El apoyo que se le dio a los diferentes tipos de industria, colaboró a que los centros urbanos tuvieran un crecimiento de población del 1.8% en promedio para el período comprendido de 1900 a 1920 (CONAPO, 1994). Como referente podemos revisar las fábricas de papel de Loreto y Peña Pobre, ubicadas en el sur de la Ciudad de México, que, instaladas en 1825, seguían el patrón de ocupación internacional de la revolución industrial.

Más adelante, con el crecimiento de la ciudad, casos como estos llevaron a las distintas localidades peri-urbanas a expandirse, toda vez que, siguiendo el Principio de Interacción Espacial de Roberto Camagni (2005: 79), y retomando la referencia de los casos de las fábricas de papel del sur de la ciudad, las localidades generadoras de materias prima dependen mutuamente de los centros transformadores y ambos a su vez de las comunidades consumidoras. Esto, además de fomentar el crecimiento urbano, llevó al país a un grado primario de especialización urbana con diferentes tipos de ciudades (Sánchez, 2000). La consecuencia de esta dinámica impactó la movilidad interurbana, aumentando los requerimientos regionales de vías de comunicación en buen estado y con un pavimento de larga duración. A pesar de los distintos tipos de clima del país y el uso de estas vías, todas se construyeron con un sistema de pavimento asfáltico, cuya producción y aplicación constituyen por sí solas un factor de contaminación del aire.

Aunado a lo anterior, tanto las condiciones económicas como la situación beligerante en que se encontraba el país, orillaron al sistema de mantenimiento vial a un abandono funcional, con repercusiones en el medio ambiente, como veremos en párrafos más adelante. Es por ello que cabe destacar que la transformación de entidades rurales a urbanas por el aumento de población trae consigo un incremento de los espacios cubiertos por edificaciones y vialidades, motivo principal de esta investigación. Esta condicionante del medio ambiente, cuyo origen hemos podido rastrear a los albores del siglo XX y que se sigue presentando hasta el día de hoy, ha afectado a los

ecosistemas periféricos a los centros de población. Ante ello, el papel del Estado debe adoptar una visión sistémica que conduzca a los distintos niveles de gobierno a regular las condiciones adecuadas que permitan un desarrollo con equilibrio ecológico.

Después de observar lo sucedido en los Estados Unidos, en cuanto a accidentes por falta de bacheo ocasionados en su mayoría por los cambios de la temperatura ambiental, hicieron notar que las condiciones de las vialidades se volvían peligrosas para el tráfico. Por ello, en 1951 se decidió realizar una prueba de pavimentos conocida actualmente como (AASHTO) por sus siglas en inglés, *American Association of Estate Highway and Transportation Officials*. Para realizarla, se estudió la estructura que deberían llevar las pavimentaciones. La prueba fue formulada por el consejo de investigación, de carreteras de la Academia Nacional de Ciencias, la cual se realizó para diversos tipos de cargas, magnitudes conocidas y bajo condiciones climáticas diferentes. Se probaron estas situaciones en seis circuitos distintos, con el objetivo de determinar la relación entre el comportamiento del pavimento y las cargas aplicadas sobre diferentes espesores, conformados con bases y sub-bases, colocados en suelos de características conocidas. Los primeros resultados de la comparación entre el pavimento asfáltico y de concreto fueron publicados en 1971 (Fambro y Collins, 2000). La prueba ASSHTO ha seguido en evolución conforme lo requiere el sistema vial carretero.

Por su parte, la norma para la construcción de vías de comunicación marca que las superficies pavimentadas deben contar con un sistema de drenaje que les permita estar libres de agua para que no dañen la estructura del material. Deben además tener juntas de pavimento perfectamente selladas (SOP, 1999), colocar barreras rompedoras de capilaridad, utilizar cunetas, contra-cunetas y sub-drenajes. De esta forma, la propia normatividad fomenta el que no existan filtraciones de agua a lo largo de las carreteras y por consecuencia escurrimientos a los mantos freáticos, con lo cual se pierde la superficie pavimentada a lo largo de las carreteras interurbanas, así como la de las vialidades dentro de las ciudades como área de captación, fomentando además el uso de los vehículos de combustión interna.

Es así que la problemática no se centra exclusivamente en la calidad y condiciones de los pavimentos, sino en el aumento de automóviles a nivel nacional y el consecuente aumento en el número de viajes. El promedio de distancia recorrida por vehículos automotores se incrementó a partir de la década de los 60, que como se mencionó en líneas anteriores figura como un referente para este estudio, toda vez que en la Ley de Ingresos de la Federación para el Año 1962 (DOF, 1961) se estableció un impuesto a la tenencia y uso de automóviles, que a corto plazo sirvió para la construcción de los grandes equipamientos utilizados para los Juegos Olímpicos de 1968 y las obras de infraestructura que éstos requerían.

Dos décadas más adelante, en 1989, surge el programa Hoy No Circula, después de haber tenido 250 días con altos niveles de concentración de ozono. Este programa surgió con el objetivo de restringir la circulación de una quinta parte del parque vehicular; es decir, un porcentaje de vehículos por cada día hábil de la semana. Casi de inmediato, el programa tuvo como consecuencia una sobredemanda en la adquisición de automóviles tanto nuevos como usados en los hogares mexicanos, que buscaron una alternativa para no dejar de circular a pesar de la restricción. De la mano del incremento en el parque vehicular vino una elevación en los niveles de contaminantes en la atmósfera; efecto contrario al deseado.

Figura 5. Medición de partes por billón (PPB) de partículas de ozono por quinquenio, de 2000 a 2020 para cuatro estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA): Hospital General de México (HGM), Merced (MER), Pedregal (PED) y Santa Úrsula (SUR).

	Estaciones de medición de la calidad del aire	2000	2005	2010	2015	2020
	HGM	-	-	-	-	24.04
MER	34.72	27.11	22.56	23.46	33.89	
PED	43.35	35.93	28.88	31.68	39.88	
SUR	39.25	33.42	29.43	28.81	-	

Elaboración propia con base en conjuntos de datos vectoriales con proyección geográfica (INEGI) y mediciones de ozono de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (SEDEMA).

En los últimos 20 años, el Instituto de Estadística y Geografía (INEGI) registró un aumento en el parque vehicular de la Ciudad de México de 2.5 a 5 millones. A esta cuantificación se debe considerar un agregado considerable de vehículos no contabilizados en la capital, registrados en los estados circunvecinos que conforman la Megalópolis, en particular en el Estado de México en donde se incrementó a 7 millones el número de automóviles. (Milenio, 2020) y recientemente en el estado de Morelos. El volumen real de circulación dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México, de acuerdo a las distintas Encuestas Origen Destino (EOD) tienen como punto de atracción las alcaldías de la Ciudad de México. Esto ha aumentado los niveles de contaminación durante los últimos 20 años (ver figura 5) infiriendo una correlación con el aumento del parque vehicular mencionado anteriormente.

Ante el aumento de automóviles que circulan por las vialidades de la Capital y para apearse a los objetivos del milenio dictados por la Organización de las Naciones Unidas de 2016, el Gobierno de la Ciudad de México implementó el programa Doble Hoy No Circula, con el fin de bajar los niveles de partículas contaminantes. Sin embargo, el 14 de mayo de 2019 tuvimos una contingencia por partículas mayores a 2.5 micrómetros, las cuales dañan terriblemente al sistema respiratorio.

Además de las graves consecuencias que contaminantes como el ozono tiene en cuanto a factores como el calentamiento global, problema que sin duda se ha mantenido en la agenda internacional en últimas décadas, es también mencionable que cuando esta sustancia se concentra en la tropósfera, cerca de la superficie donde se realizan las actividades humanas, se convierte en

un importante contaminante del aire que provoca efectos nocivos para la salud de todos los seres vivos, incluido el ciclo de producción y consumo de cultivos alimenticios.

En el caso particular del ser humano, la contaminación por ozono puede provocar diversas afectaciones en la salud, como lo son la irritación en las vías respiratorias y llevar a una mayor susceptibilidad a infecciones broncopulmonares, agravando padecimientos como el asma, el enfisema o la neumonía. Este factor contaminante y sus consecuencias para la salud cobran relevancia de forma significativa en el contexto actual de pandemia por el virus SARS-CoV-2, en el que el principal sistema afectado es precisamente el respiratorio. Son esencialmente estos factores condicionantes de la habitabilidad los que se deben advertir de forma integral dentro de la administración urbana para el bienestar de la población.

Como se ha mencionado líneas más arriba, la contaminación del aire es una constante que ha ido en aumento desde sus mediciones iniciales. Por ello, la legislación nacional ha implementado una serie de lineamientos para mitigar las condiciones de contaminación ambiental de las ciudades mexicanas. En este orden de ideas, podemos observar que la Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014 establece como parámetro no rebasar las concentraciones de 95 partes de ozono por billón (ppb) en una hora y 70 ppb en 8 horas. Estos límites han sido rebasados constantemente en las horas pico (12pm -17pm) en más de un día al año, desde que se cuenta con mediciones atmosféricas. En los años 70, se registró un promedio de 2 a 4 días al año con altas concentraciones de ozono, pero para la década siguiente, ese promedio de días aumentó a un rango de entre 80 y 119 días (Jáuregui, 1992). Este mismo aumento en los niveles de ozono se pudo observar en los datos de la estación de monitoreo de La Merced (MER), la cual registró en 1990 una media anual de 52.52 ppb, pero alcanzó niveles muy por encima de la norma hasta llegar, por ejemplo, a un máximo de 380 ppb el día 19 de diciembre a las 14:00 horas (SEDEMA, 1990).

Como se pudo observar en la figura 4, los niveles de ozono en el aire de la Ciudad de México aumentaron considerablemente hasta alcanzar su punto máximo a finales de la década de los 90 y acusando una ligera disminución hacia la primera década del siglo XXI. Sin embargo, la tendencia descendente que se podía reconocer hasta 2010 acusó un cambio al alza hacia la última década de 2010 a 2020, en una sugerente correlación con la expansión urbana de la Zona Metropolitana del Valle de México, en consecuencia, con las políticas de crecimiento económico ligado al desarrollo inmobiliario de vivienda en las periferias.

Con la entrada del nuevo milenio, los cambios tecnológicos, tanto en la composición química de los combustibles fósiles como en los motores de combustión interna y los nuevos motores híbridos y eléctricos, permitieron una reducción paulatina de este contaminante. Sin embargo, podría inferirse que el programa implementado por el gobierno de la capital para reducir la contaminación del aire no ha arrojado los resultados deseados, pues de la mano con el incremento en el número de automóviles particulares y el crecimiento de la mancha urbana, las mediciones de ozono en la última década han vuelto a aumentar (ver figura 5). De continuar la tendencia al alza de la contaminación atmosférica, las consecuencias para la habitabilidad de la ciudad en términos de salud pueden resultar alarmantes.

En este sentido, la planeación urbana cuenta con la oportunidad de implementar políticas públicas integrales que visualicen el territorio y sus actividades desde una dimensión sistémica compleja, que permita mitigar las condiciones de contaminación del aire, para beneficio de los habitantes de la urbe.

¿Los equipamientos son responsables?

Como conclusiones preliminares podemos decir que, para la vida del país, el periodo del Porfiriato trascendió no sólo como detonador del desarrollo urbano nacional, sino que consecuentemente presentó importantes afectaciones a las condiciones medio ambientales, en particular al agua y al aire, todo en aras de pertenecer a los países desarrollados tecnológicamente y no quedar fuera de las ventajas que traía consigo la industrialización, la cual se incentivó en la capital del país.

No solo la electrificación ayudó a esa evolución de actividades productivas, sino que ésta también influyó en la forma de vida, especialmente la urbana, a la vez que aceleró la llegada de los automóviles. A pesar de ello, cabe recordar que en esa época si se contemplaba el embellecimiento de la ciudad con fuentes, esculturas, paseos, parques y jardines, que servían para la recarga del acuífero.

Durante el siguiente periodo al que hemos estado haciendo referencia, cuando se llevaron a cabo los Juegos Olímpicos en México, durante el gobierno de Gustavo Díaz Ordaz, a pesar de que se impuso un impuesto, que se mantiene hasta nuestros días, a quienes compraran y tuvieran un automóvil, esto no desincentivó su uso. Se construyeron además los grandes equipamientos requeridos para llevar a cabo este evento, lo que, si bien trajo ciertos beneficios para la población urbana, también influyó en el crecimiento de la ciudad. Asimismo, para la movilización de los atletas, las autoridades invitadas y población en general de un punto a otro, se construyeron varias vialidades, además de la Villa Olímpica para hospedar a los competidores, y que, como vimos en la sección de expansión la ciudad, dio origen a la urbanización y la consecuente pavimentación y transformación de suelo natural rural en urbano de la ex Hacienda Coapa, que junto con la construcción por particulares del Estadio Azteca, aunque también fue utilizado en las Olimpiadas, se consolidó la conurbación del pueblo de Santa Úrsula Coapa.

De esta forma, es importante considerar que los equipamientos requieren de vialidades que apoyen a la población que debe acudir a ellos para recibir determinado servicio. Como se reviso en este trabajo, los pavimentos impermeables se caracterizan por no dejar pasar el agua a través de ellos, volviéndose una barrera que no permiten que el agua se infiltre en el terreno o sea captada o retenida en capas superficiales, para su posterior utilización. Aunado a ello, la construcción de vialidades con prioridad al automóvil en lugar de un diseño orientado al transporte público que promueva comunidades más densas y compactas, tiene afectaciones a la calidad del aire.

Es así que, después de este breve análisis nos es posible sugerir que, de la mano de un cambio en las políticas públicas de desarrollo y crecimiento urbano, se recuperen los terrenos cuyas construcciones sufrieron daños tras los sismos de 1985 y 2017, para convertirlas en áreas de recarga del acuífero con nuevos equipamientos de recreación y deporte, seguro para la población que los utilice, en beneficio no sólo de la zona en la que se encuentran, sino para toda la ciudad.

Finalmente, se sugiere iniciar la transformación de la forma en la que se utilizan las banquetas de la vía pública, de manera similar a como las que se encuentren dentro de algunos equipamientos con pavimentos permeables, los cuales actúan a modo de filtro, en donde el agua atraviesa la superficie permeable hasta la capa inferior que sirve de reserva, atenuando de esta manera los picos del flujo de escorrentía superficial, teniendo de esta forma agua en reserva la cual se puede llevar a otro lugar o ser infiltrada. Para ello se tendrían que analizar las características particulares de cada terreno para saber si éste lo permite.

EQUIPAMIENTO, PRECURSOR DE PAVIMENTACIÓN QUE PROVOCA EXPANSIÓN URBANA Y ALTERACIONES AMBIENTALES EN LA CIUDAD. EL CASO DEL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Al recuperar la humedad ambiental, ayudaremos al medio ambiente a transformar las partículas contaminantes en unas no tan dañinas para el sistema respiratorio humano y tendremos ciudades con mejor calidad de vida para sus habitantes.

Bibliografía

Libros

- Ache, Jean (1996) *La arquitectura del siglo XIX*. Ediciones Destino
- Benévolo, Leonardo (2002) *Historia de la Arquitectura Moderna* octava edición, Gustavo Gili
- Bettin, Gianfranco (1982) *Los sociólogos de la ciudad*. Barcelona, Ed. Gustavo Gili
- Briseño Senosiain, Lillian (2006) “La Solidaridad del progreso. Un paseo por la Ciudad de México en el Porfiriato”. *Signos Históricos*, núm16, jul-dic 2006 pags.186-207
- Camagni, Roberto (2005) *Economía urbana*. Antoni Bosch Ed. Barcelona, España.
- Connolly, Priscilla (1997) *El contratista de Don Porfirio. Obras públicas, deuda y desarrollo desigual* coeditado por Universidad Autónoma Metropolitana y Fondo de Cultura Económica, México
- Duque Giraldo, Alejandro y Laura Camilo Forero (2016) “Análisis de la contaminación y efectos sobre la salud pública por el uso de pavimentos en áreas urbanas, revisión bibliográfica mundial” Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Del Medio Ambiente Y Recursos Naturales Ingeniería Ambiental Bogotá D.C., Colombia.
- Fambro, Daniel y Collins, Jhon (2000) *Geometric design: Past, Present and Future*. Texas A & M University.
- Garner, Paul (2003) *Porfirio Díaz, héroe o villano*, Planeta, México
- Garza, Gustavo (2002) *La urbanización de México en el siglo XX*. Colegio de México.
- Jáuregui, Ernesto (1992) *Patrones de flujo de aire superficial y su relación con el transporte de contaminantes en el Valle de México*. *Investigaciones geográficas*, (24), 51-78.
- Messmacher, Miguel (1979) *La Ciudad de México, bases para el conocimiento de sus problemas*. México. Departamento del Distrito Federal.
- Novoa Escobar, Leonardo (2011) *La ciudad en la historia de la cultura, in memoriam César Novoa Magallanes*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura.
- Toledo Ocampo, Alejandro (2014) *Planificación de sistemas socioecológicos complejos*. Universidad Autónoma de la Ciudad de México y Centro Geo.

Periódicas

- Moya, Arnaldo (2009) “La Ciudad de México durante el Porfiriato 1876-1911”. *Herencia*, vol. 22(1), págs. 89-120
- Tena Núñez, Ricardo Antonio, (2001) “Tiempo y destiempo de la modernidad urbana”, *Esencia y Espacio*, Número 13, Habitaria y págs. 5-13.

Vicencio Miranda, Arturo (2007) "La industria automotriz en México antecedentes, situación actual y perspectivas". Rev. Contaduría y Administración No. 221, ene-abr 2007

Electrónica

DOF, Diario Oficial de la Federación (1961) Ley de Ingresos de la Federación para el Año 1962. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Poder Ejecutivo. México. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4643066&fecha=30/12/1961&cod_diaario=199829

Gaxiola, M. (2020) "Hacienda Villa Coapa 1914" [Fotografía] en Coapa en la Historia: desde la época prehispánica hasta los juegos olímpicos. Recuperado de: <https://mxcity.mx/2016/03/coapa-en-la-historia-desde-la-epoca-prehispanica-hasta-los-juegos-olimpicos/>

Le Corbusier, Charles-Édouard Jeanneret-Gris y Josep Lluís Sert (1942) "La Carta de Atenas". IV Congreso de Arquitectura Moderna [CIAM], París II, Marsella-Atenas-Marsella. Recuperado de: http://blogs.unlp.edu.ar/planificacionktd/files/2013/08/1942_carta_de_atenas-1933.pdf

Milenio (2020) "se duplica el número de autos en la Cdmx en 17 años" sección política/ comunidad <https://www.milenio.com/politica/comunidad/duplica-numero-autos-cdmx-17-anos>

SEDEMA, Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México (1990) *Medición de concentraciones de contaminantes en el aire*, Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA). Recuperado de: <https://datos.cdmx.gob.mx/explore/dataset/contaminantes/table/>

EQUIPAMIENTO, PRECURSOR DE PAVIMENTACIÓN QUE PROVOCA EXPANSIÓN URBANA Y ALTERACIONES AMBIENTALES EN LA CIUDAD. EL CASO DEL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO