

# Análisis integral sobre sustentabilidad urbana en México

Centro Mario Molina

2017

## Resumen

---

La expansión del puerto más importante del país en Manzanillo y la identificación de la alta intensidad energética que presenta la ciudad, así como la creación del primer tren interurbano de alta velocidad entre las ciudades de México-Toluca y la visibilización de las ladrilleras artesanales en la ciudad de Toluca, representan una oportunidad para impulsar el desarrollo sustentable de ambas ciudades. No obstante, deficiencias en el ámbito normativo, institucional y de planeación, afectan la sustentabilidad de este desarrollo en todas sus dimensiones. A partir del análisis de ambos casos de estudio se plantean una serie de propuestas encaminadas a generar un desarrollo urbano ordenado y favorable a la movilidad sustentable, así como recomendaciones base para impulsar la generación y el uso de energías renovables y la reducción de las emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.

---

### 1. Introducción

Las ciudades representan un nicho de riqueza y concentración de tecnología, infraestructura, industrias y servicios, entre otras ventajas; a su vez, son responsables de emitir el 70% de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) mundiales y de consumir dos terceras partes del total de la energía generada [1]. Igualmente, las áreas urbanas sufren las amenazas y efectos más pronunciados del cambio climático. Bajo esta situación, un proceso de urbanización, que integre los principios de sustentabilidad, representa una oportunidad para revertir estos impactos, pues el desarrollo y la infraestructura urbana condicionan los patrones de consumo de los usuarios, y repercuten de manera importante en la

demanda de energía y las emisiones de GEI. En México, casi el 80% de la población vive en ciudades [2]. Sin embargo, las ciudades mexicanas aún se encuentran en el camino de un proceso dirigido hacia la sustentabilidad, el cual requiere de un mayor análisis y orientación para cumplir con los preceptos de la sustentabilidad urbana.

### 2. Objetivo

Generar recomendaciones para contribuir a la sustentabilidad urbana a partir del análisis de dos casos de estudio (Manzanillo y Toluca), que abordan de manera integral el desarrollo urbano, la movilidad y el uso de la energía y otros recursos.

### 3. Metodología

El desarrollo del estudio implicó: i. La revisión de documentos oficiales y científicos, así como la consulta de reportes de organismos internacionales, para contar con una perspectiva de la sustentabilidad urbana, en términos de su desarrollo urbano, movilidad y uso de la energía y otros recursos; ii. Selección de las ciudades de Toluca y Manzanillo como casos de estudio; iii. Trabajo de campo para completar el trabajo de gabinete y detallar las problemáticas identificadas; iv. El uso de modelos como el *Mexico Landfill Gas Model* y las hojas de cálculo desarrolladas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático para la estimación de emisiones de GEI; v. Aplicación de encuestas de percepción ciudadana sobre movilidad, desarrollo urbano, cambio climático y calidad del aire en la ciudad de Manzanillo, y realización de talleres y entrevistas semi-estructuradas a actores clave en ambas ciudades; vi. Análisis cartográfico de datos referentes al uso del suelo, la estructura urbana, la población y las actividades económicas; vii. Análisis técnico, legal, económico y/o político de las alternativas para solucionar las problemáticas seleccionadas; y viii. Emisión de recomendaciones y ruta de implementación para contribuir a la conformación de ciudades mexicanas sustentables.

### 4. Resultados y propuestas

#### Ciudad de Manzanillo, Estado de Colima

La ciudad de Manzanillo acusa problemáticas particulares en su configuración urbana. En primer lugar, la relación entre el crecimiento de la población y la superficie urbana en las últimas tres décadas es de 1 a 6 [3], dando como resultado una ciudad expandida y poco densa, que dificulta y encarece la oferta de servicios y equipamiento públicos.

En segundo lugar, el débil control sobre el desarrollo urbano ha derivado en zonas habitacionales periféricas en expansión (como Valle del Chandiablo), al tiempo que 13% de la superficie urbana corresponde a predios subutilizados que fomentan la especulación del suelo, y dificultan el servicio de transporte público, privilegiando el uso de modos de transporte motorizados particulares.

En tercer lugar, el dinamismo de la actividad portuaria, condujo a la proliferación de patios de servicio (la mayoría irregulares) para actividades logísticas en la zona de Tapeixtles y Jalipa, que carecen de servicios básicos. Por la debilidad financiera del gobierno local para urbanizar estas zonas, el fenómeno podría repetirse en El Colomo, zona proyectada de expansión industrial acorde con la ampliación del Puerto de Manzanillo.

Ambas zonas industriales, carecen de infraestructura vial adecuada para la circulación del transporte de carga,

generando congestión vial en los principales accesos a la ciudad, e impactos negativos en la movilidad urbana. Con base en lo anterior, se presentan dos propuestas en materia de desarrollo urbano; dos propuestas enfocadas a la mejora operativa del transporte de carga, y cuatro propuestas para generar condiciones para la movilidad urbana sustentable.

Particularmente, en términos de desarrollo urbano, se propone un Programa para aprovechar 460 hectáreas de predios vacantes intraurbanos; de las cuales 307 hectáreas deben ser incorporadas al desarrollo urbano de forma prioritaria<sup>1</sup>, 113 hectáreas deben revertir su uso de suelo urbano para frenar la expansión de la ciudad, y 40 hectáreas serían destinadas al Parque Metropolitano Valle de las Garzas.

La segunda propuesta es la zonificación para el desarrollo de un centro logístico de 532 hectáreas que contempla usos mixtos en El Colomo. Esta superficie significa emplear sólo 34% de la superficie destinada actualmente a este uso en el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Manzanillo, y demanda el

---

<sup>1</sup> Cabe señalar que los polígonos de desarrollo urbano prioritario se localizan dentro de los Perímetros de Contención Urbana definidos por la CONAVI, y tienen una precalificación en la HEEVi superior a 75 puntos. Los perímetros de contención urbana son regiones definidas por CONAVI para otorgar subsidios a la vivienda [4]. La Herramienta de Evaluación del Entorno de la Vivienda (HEEVi) evalúa el empleo, transporte y equipamiento existente alrededor de un desarrollo habitacional en una escala de 0 a 100 puntos; y es empleada como criterio de aceptación a los Programas de Vivienda de la Sociedad Hipotecaria Federal [5].

desarrollo ordenado del suelo y de su uso intensivo, por lo que se refieren los criterios de diseño para centros logísticos de última generación, así como recomendaciones para el desarrollo de la Zona Económica Especial (ZEE) de Manzanillo. Este dimensionamiento de la superficie industrial considera el escenario optimista del incremento de carga contenerizada proyectada para el puerto al 2030 [5].

En cuanto a las propuestas enfocadas a una mejora operativa del transporte de carga, se plantea la puesta en operación de un circuito logístico conformado por las principales vialidades en El Colomo, con la finalidad de transportar eficientemente las mercancías, resguardando a la población, pero sobre todo, garantizando que tras la futura expansión de la zona industrial, se cuente con la infraestructura vial necesaria.

Por otro lado, se propone el mejoramiento y aprovechamiento de la red vial adyacente al tramo carretero Pez Vela – Jalipa (al norte del puerto), con el propósito de aprovechar la infraestructura existente y disminuir tiempos de recorridos de cualquier tipo de vehículo, además de brindar las condiciones necesarias para realizar desplazamientos de manera cómoda y segura, ya sea a pie o en bicicleta. Ambas propuestas buscan brindar las condiciones necesarias para el transporte de carga y reducir su impacto en la movilidad, integrando las actividades portuarias, el transporte no motorizado y el equipamiento urbano.

Para dar paso a una movilidad urbana sustentable, se plantean 4 propuestas que buscan mejorar la oferta de servicio de transporte público y desincentivar modos que impactan de manera negativa al medio ambiente: 1. Creación de un Consejo de Urbanización Municipal para la planeación y ejecución de obras de infraestructura urbana y vial; 2. Formalizar el servicio de transporte público a través de empresas que garanticen el servicio; 3. Conformación de un corredor estructurador de transporte público y su red alimentadora que garantice la cobertura y disminuya la sobreoferta; y 4. Establecimiento de transporte de personal que conecte con las principales zonas generadoras de viaje.

Como resultado de las actividades económicas que se han descrito, a las cuales debe sumarse la presencia de la Termoeléctrica Gral. Manuel Álvarez, Manzanillo presenta una intensidad energética alta. La intensidad energética por el uso de combustibles es de 3.8 MJ/peso producido, la cual es 7 veces mayor que el valor nacional. La intensidad energética eléctrica se estimó en 0.023 kWh, valor que está 28% por encima de la media nacional. Asimismo, presenta un consumo de energía eléctrica *per cápita* de 4,456 kWh/habitante, mientras que a nivel estatal es de 2,499 kWh/habitante y a nivel nacional de 2,056 kWh/habitante. Las emisiones de GEI estimadas para la ciudad ascienden a 9,013 Gg de CO<sub>2</sub>e, de las cuales el sector energía emite el 97%, principalmente por

fuentes de jurisdicción federal como la termoeléctrica y el transporte de carga; las emisiones restantes corresponden a los sectores residuos y procesos industriales con poco más del 1%, respectivamente, y el cambio de uso de suelo contribuye con aproximadamente 0.3%.<sup>2</sup>

Con el fin de contrarrestar esta intensidad energética y promover el uso de energías renovables, se optó por analizar el posible aprovechamiento de los lodos derivados de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Salahua para generar energía eléctrica o aprovecharlos como mejoradores de suelo; asimismo, se analizó el aprovechamiento energético del biogás generado en el relleno sanitario municipal. Dadas las condiciones de la PTAR y del relleno sanitario, los resultados del análisis derivaron en recomendaciones básicas orientadas a mejorar las condiciones de la infraestructura y operación de la PTAR de Salahua, y en cumplir y complementar el marco regulatorio para el aprovechamiento de los lodos, particularmente para su autoconsumo o donación, y del biogás del relleno para su adecuada valorización.

#### Ciudad de Toluca, Estado de México.

Toluca será la primera ciudad de la megalópolis del centro del país conectada a través de un tren interurbano de pasajeros a la Ciudad de México, cuya

---

<sup>2</sup> Es apropiado mencionar que no se estimaron las emisiones de otros rubros incluidos en el sector de agricultura, silvicultura y otros usos del suelo.

afluencia estimada es de 230,000 pasajeros diarios. Los viajes de alimentación al Tren México-Toluca (TMT) han sido escasamente analizados y se cuenta con muy poca información sobre orígenes, modalidades y tiempos de traslado desde y hacia las estaciones del tren. De igual forma, en la inserción de las estaciones del tren al tejido urbano no se ha considerado la necesidad de crear un entorno favorable a la utilización del tren, donde tipos y mezclas de uso de suelo, densidades, forma e infraestructura urbana faciliten su accesibilidad y uso masivo. Sin el entorno urbano adecuado el acceso al TMT resulta muy difícil en cualquier otro modo que no sea automóvil.

Por esta razón se elaboró una evaluación del contexto urbano de las cuatro estaciones del tren ubicadas en la Zona Metropolitana de Toluca (Zinacantepec, Pino Suárez o Toluca, Metepec y Lerma), derivando en el desarrollo de diversas propuestas en materia de planificación urbana y movilidad.

Una de ellas es la aplicación de los principios de Desarrollo Orientado al Transporte en las áreas de influencia de las estaciones del tren, entre las estrategias identificadas se mencionan las siguientes:

1. Elevar la densidad de población en corredores de transporte y red vial adyacente (incrementar de 48 a más de 90 hab/ha la densidad poblacional

en el entorno inmediato a las estaciones del TMT).

2. Restringir la existencia de conjuntos o fraccionamientos urbanos cerrados, particularmente en el entorno de la estación ubicada en Metepec.
3. Promover el desarrollo de equipamientos atractores en corredores de transporte y red vial adyacente.
4. Promover las plantas bajas activas y los usos mixtos.
5. Desincentivar la existencia de predios vacantes baldíos o subutilizados (actualmente representan 20% del entorno urbano inmediato a las estaciones del TMT, donde podría desarrollarse vivienda de nivel socioeconómico a fin al uso del transporte público).
6. Promover usos comerciales y de servicios que eleven la densidad de empleos (90% de los establecimientos en las mediaciones de las estaciones son micro empresas con 5 o menos empleados).

Adicionalmente, se propone la construcción de un Centro de Transferencia Modal (CETRAM) en la estación Pino Suárez, dado que recibirá aproximadamente el 50% de los usuarios, esta infraestructura permitirá la conectividad desde y hacia el tren con otros modos de transporte.

La propuesta desarrolla los requerimientos físicos y operativos de un CETRAM: espacio para rutas de autobuses como para taxis, bahías de

ascenso y descenso, biciestacionamientos, pacificación de tránsito al exterior de la estación, alternativas para la operación mediante concesión o a través de un organismo descentralizado del gobierno.

Cabe mencionar que con esta propuesta se busca minimizar la carga que presenta la actual central de autobuses mediante la redistribución de rutas; sin embargo, se requiere de un estudio de factibilidad en donde se definan las áreas requeridas con base en el número de rutas y en la demanda esperada en la estación.

Finalmente, se plantea la intervención de un segmento de la vialidad Isidro Fabela que conecta a la estación Pino Suárez del TMT con la actual Terminal de Autobuses de Toluca para generar un corredor intermodal que facilite los transbordos entre ambos modos de transporte.

Otra de las problemáticas identificadas en la ciudad de Toluca es la presencia de ladrilleras artesanales, que presentan una alta ineficiencia en el uso de energéticos primarios, como la leña, madera y biomasa -aunque pueden llegar a utilizar otros desechos como plásticos- y generan contaminantes como partículas y compuestos de efecto invernadero como el carbono negro.

El análisis de la regulación aplicable a esta actividad en la ciudad permitió identificar vacíos importantes, cuya atención recae en los tres niveles de gobierno de acuerdo con sus competencias. Entre éstos se encuentra la

falta de atención al problema de exposición de los productores a los contaminantes generados; la carencia de límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de los hornos ladrilleros; la ausencia del fomento a la reconversión tecnológica y de una iniciativa de reubicación de las ladrilleras que analice en qué casos si es requerida y en qué otros casos es necesario un cambio de actividad económica. Se considera que la regulación existente contribuye de manera limitada a resolver los múltiples problemas de la actividad.

## 5. Discusión

Las ciudades estudiadas revelan pautas sobre el desarrollo urbano, la movilidad y el uso de los recursos que desde una perspectiva de sustentabilidad urbana presentan una serie de retos a vencer.

En relación con el desarrollo urbano y la movilidad, resulta sorprendente que siendo muy diferentes en enclave geográfico, tamaño de población, superficie urbana, dinámica económica y rol en el sistema urbano nacional, muestren un cuadro de débil efectividad en cuanto a su proceso de planear la ciudad y su movilidad. Se han identificado cinco situaciones prevaletentes en ambas ciudades que definen la perspectiva del futuro urbano cercano:

*1. Megaproyectos federales superpuestos a la estructura urbana y territorial.* En ambos casos las mega-infraestructuras en



proceso, una ampliación de puerto y un tren de pasajeros, son grandes oportunidades de reconversión urbanística. Sin embargo, no presentan criterios de inserción para el ordenamiento y regeneración de la ciudad bajo una perspectiva de reconversión urbana positiva y sostenible.

*2. Baja coordinación intersectorial y territorial.* Tanto Manzanillo como Toluca están inmersas en una dinámica de crecimiento urbano y una movilidad urbana fragmentada, basada en una ausencia de organismos para la coordinación de la planeación, implementación y gestión de políticas y programas territoriales y urbanos.

*3. Enfoques y herramientas de planeación rebasados.* Ante su gran dinámica de desarrollo, ninguna de las dos ciudades cuenta con instrumentos que faciliten el acceso a suelo apto para el desarrollo urbano incluso para las actividades clave de su economía, y ante el débil marco de planeación urbana, la movilidad se presenta descoordinada y muy poco eficiente.

*4. Los marcos jurídicos no proporcionan suficiente soporte para los planes.* Se observa en ambas ciudades que el marco legal que las regula es obsoleto, por ejemplo, el uso de suelo industrial en Manzanillo, necesario para el establecimiento de parques logísticos presenta una normativa débil mientras tanto, en Toluca, su marco legal vigente no considera los centros de transferencia

modal y las estaciones de tren que la ciudad está por recibir.

*5. Mecanismos de participación ciudadana débiles.* Los contados espacios de participación ciudadana no han logrado incidir en los megaproyectos federales u otros temas de injerencia local ligados a la dinámica generada por dichos proyectos. Por ejemplo, en Manzanillo las estrategias de movilidad pudrían mejorarse de contar con mayor información sobre la ampliación del puerto; mientras que en Toluca, el desarrollar estrategias de reconversión del uso de suelo o mejora en la movilidad con las comunidades inmediatas a las estaciones del tren no ha sido posible.

En cuanto al uso de la energía y otros recursos, se resaltan dos barreras importantes para el aprovechamiento del biogás en las ciudades y contribuir a la reducción de las emisiones de GEI:

*1. Deterioro de las PTAR.* El 50% de las PTAR en México, mayores a 100 l/s y que funcionan, presentan una calificación global de pésima a mala [6]. Así, el deterioro de la PTAR de Salahua parece ser una condición generalizada en las PTAR del país. Esta situación no puede ser obviada si se pretende fomentar el uso energético del biogás, tal y como lo señala el Programa Especial de la Transición Energética.

*2. Baja competitividad del biogás.* La energía generada a partir de residuos sólidos urbanos y lodos no es competitiva en precios frente a la energía de

combustibles fósiles y otras energías limpias [7], lo cual se agudiza aún más en ciudades pequeñas. Para hacer viable este aprovechamiento, se requiere de mayor investigación para aumentar tanto la eficiencia en la captura del biogás, como su producción. Sobre este último aspecto, se sugiere incluir en la agenda de investigación nacional la efectividad de la co-digestión anaerobia para aumentar la producción de biogás en las PTAR. Asimismo, resulta indispensable la participación del sector público y privado en estos proyectos.

Sobre las ladrilleras en la ciudad de Toluca, si bien existe un decremento en el número de hornos ladrilleros en la zona, existen municipios como Metepec en los que la actividad está muy arraigada y hace sinergia con la actividad alfarera, por lo que debe de continuarse con su atención de una forma más contundente.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

La ciudad de Manzanillo ejemplifica un patrón extensivo de desarrollo urbano discontinuo y de baja densidad. Al mismo tiempo, presenta condiciones propicias para el desarrollo de los instrumentos de gestión de suelo señalados en la Ley General de Asentamientos Humanos y Ordenamiento Territorial, reformada en 2016. La aplicación del Programa para el aprovechamiento de predios vacantes intraurbanos permitirá ofertar suelo apto para vivienda (cercano a empleos y

servicios), y controlar la expansión de la ciudad hacia las zonas de alto riesgo.

Por otro lado, la expansión portuaria próxima es una oportunidad para promover la creación de una ZEE en Manzanillo que finalmente provea de servicios públicos adecuados a la zona industrial de Tapeixtles y Jalipa. En segundo lugar, el desarrollo industrial en El Colomo deberá realizarse con criterios de uso eficiente del suelo y bajo la perspectiva de crear centros logísticos de alto nivel, con diversificación de usos de suelo, y la adopción de medidas de sustentabilidad en su construcción y operación.

Asimismo, la presencia del Puerto ejerce una muy alta influencia sobre los patrones de la movilidad de la ciudad; sin embargo, las autoridades portuarias están poco involucradas en la planeación, operación y control de la movilidad; dicha situación pone al descubierto la imperiosa necesidad de regular la circulación del transporte de carga, además de mejorar la infraestructura vial para ofrecer las condiciones necesarias en los desplazamientos de personas y vehículos públicos, de carga y privados.

En el caso de Toluca, la llegada del TMT es un parteaguas en el ámbito de la movilidad, que si se integra adecuadamente al tejido urbano, podría beneficiar ampliamente a la población y a la economía de la región. Sin embargo, se observa que los entornos urbanos cercanos a las estaciones del TMT no



favorecen su uso, pues mantienen densidades de empleo y población bajas, diseños urbanos fragmentados, y amplias zonas de predios subutilizados. Por ello, se requiere que todos los municipios con estaciones del tren implementen los principios del Desarrollo Orientado al Transporte.

Igualmente, hasta ahora los viajes de alimentación al tren han sido escasamente analizados y se cuenta con muy poca información sobre orígenes, modalidades y tiempos de traslado desde y hacia las estaciones del tren. Este hecho debe atenderse ya que resulta un factor principal en el éxito o el fracaso del proyecto. Para garantizar el funcionamiento esperado, se planteó una propuesta concreta para integrar la estación “terminal de autobuses” con la ciudad, al brindar las condiciones para que todos los usuarios se muevan desde y hacia dicha estación con mayor facilidad.

Respecto al uso de la energía y otros recursos en Manzanillo, se recomienda de manera prioritaria rehabilitar la PTAR de Salahua para cumplir a cabalidad con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-004-SEMARNAT-2002. No obstante, una vez concluida la rehabilitación de la planta, se sugiere retomar el análisis de viabilidad económica del aprovechamiento energético de los lodos, pues el análisis exploratorio realizado brindó resultados interesantes sobre su factibilidad. Asimismo, se recomienda al municipio no retomar el uso de los lodos de la PTAR

de Salahua para elaborar composta, pues es imprescindible que se corrobore primero la no peligrosidad de los mismos. Asimismo, se requiere que se termine de completar el marco jurídico para el aprovechamiento de los biosólidos –lodos estabilizados- para su autoconsumo o donación.

En relación con la actividad ladrillera es necesario que se fortalezca su regulación a nivel federal, estatal y municipal para que ésta sea uno de los factores de cambio decisivos para resolver los múltiples problemas asociados a las ladrilleras artesanales, que defina la sustentabilidad del sector o un cambio de actividad económica según sea el caso.

## 7. Referencias

- [1] SEDESOL, 2012. La Expansión de las Ciudades 1980-2010. México: Secretaría de Desarrollo Social.
- [2] CONAPO, 2012. Proyecciones de la Población 2010-2050. México: Consejo Nacional de Población.
- [3] RUV, 2017. Herramienta HEEVi, disponible en: <http://portalruvprod.azurewebsites.net/herramienta-heevi/>
- [4] CONAVI, 2015. Perímetros de Contención Urbana, disponible en: <http://renaret.conavi.gob.mx/pcus/Home/Map2015>
- [5] SCT, 2016. Programa Maestro de Desarrollo Portuario del Puerto de Manzanillo 2015 – 2020, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México.
- [6] Morgan, J.M. y Benítez, V., 2016. Análisis del estado de las plantas de tratamiento de aguas residuales en la República Mexicana. Gaceta del Instituto de Ingeniería, UNAM. <http://www.iingen.unam.mx/es-mx/>

[BancoDeInformacion/BancodeImagenes/Documents/PlantaDeTratamientoDeAguas.pdf](#)

[7] GIZ México, SEMARNAT y SENER, 2017. Análisis de instrumentos de política pública para estimular la valorización energética de residuos urbanos en México y propuestas para mejorarlos y ampliarlos. México.

Agradecemos la aportación del Consejo  
Nacional de Ciencia y Tecnología  
(CONACYT)  
para la realización de este proyecto.



BORRADOR