

# Importancia de las áreas verdes en zonas urbanas con alta contaminación. El caso de Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco, México

The importance of green spaces in urban areas with high pollution. The case of Atitalaquia, Atotonilco de Tula and Apaxco, Mexico

Recibido: agosto 2021

Aceptado: marzo 2022

Rosa Martínez Rico<sup>1</sup>

Brisa Violeta Carrasco Gallegos<sup>2</sup>

Xanat Antonio Némiga<sup>3</sup>

---

## Resumen

En los municipios de Atotonilco de Tula, Atitalaquia (Hidalgo) y Apaxco (Estado de México) se presenta un problema ambiental por la contaminación de diversas fuentes de origen industrial y urbano. Además de la falta de la aplicación de legislación en materia ambiental, que atenúen los impactos de las industrias, la falta de atención a la planificación urbana y en específico a la dotación de áreas verdes, no contribuye a mitigar el problema de la contaminación. El objetivo del presente trabajo es realizar una caracterización de la problemática de estudio, que permita problematizar a fin de encontrar soluciones en el aspecto de la dotación de áreas verdes. Para ello se analizan las variables estadísticas de localización de las zonas urbanas, los usos de suelo, registros de las emisiones de sustancias contaminantes y localización de áreas verdes. Como acercamiento cualitativo al estudio, se aplicó un grupo focal para determinar las principales problemáticas ambientales y posteriormente una encuesta en la que se indagó sobre la percepción de las áreas verdes y el valor que la población les asigna como potencializadoras de mejoras a su salud y al ambiente.

## Palabras Claves:

áreas verdes; contaminación; SIG

## Abstract

In the municipalities of Atotonilco de Tula, Atitalaquia (Hidalgo) and Apaxco (State of Mexico) there is an environmental problem due to pollution from various sources of industrial and urban origin. In addition to the lack of application of environmental legislation, which mitigate the impacts of industries, the lack of attention to urban planning and specifically to the provision of green areas, does not contribute to mitigate the problem of pollution. The objective of this work is to carry out a characterization of the problem of study, which allows problematizing in order to find solutions in the aspect of the provision of green areas. To this end, the statistical variables of location of urban areas, land uses, records of emissions of polluting substances and location of green areas are analyzed. As a qualitative approach to the study, a focus group was applied to determine the main environmental problems and then a survey in which the perception of green areas and the value that the population assigns to them as potentiators of improvements to their health and the environment were investigated.

## Keywords:

green spaces; pollution; GIS

---

<sup>1</sup> Nacionalidad: mexicana; adscripción: Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México UAEM, México; Doctoranda Geografía y Desarrollo Geotecnológico; email: rmartinezr905@alumno.uaemex.mx

<sup>2</sup> Nacionalidad: mexicana; adscripción: Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México UAEM, México; Doctora en Ciencias Sociales; Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, CONACyT, México; Email: brisavioletac@hotmail.com

<sup>3</sup> Nacionalidad: mexicana; adscripción: Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México UAEM, México; Doctora en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales; miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I; email: xantonion@uaemex.mx

## Introducción

En la actualidad se ha vuelto imprescindible contar con espacios verdes provistos de vegetación saludable que garanticen la sustentabilidad en las zonas urbanas, rebasando con ello el concepto de que la vegetación urbana cumple sólo con funciones estéticas. La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha asegurado que se necesita, al menos, un árbol por cada tres habitantes para respirar un mejor aire en las ciudades y un mínimo de entre 10 y 15 metros cuadrados de zona verde por habitante (Banco Mundial y Schaeffer, 2016).

Cada espacio verde en zonas urbanas representa un desafío para su mantenimiento y cuidado, pero también un bien invaluable para la sociedad al brindar beneficios ambientales como regulación del clima, captación de humedad, ruido y polvo, además de ser hábitat para aves residentes y migratorias. En el aspecto económico las zonas con más y mejores espacios verdes aumentan la calidad de vida y con ello el valor de las propiedades (Mayorga y Luna, 2018; Miller, 2018).

También aportan ventajas para la salud pública mediante un aire, más limpio, más fresco: a cambio de dar oxígeno, los árboles absorben el dióxido de carbono producido por la combustión de varias fuentes contaminantes. Estas áreas eliminan o atrapan el polvo, la ceniza, el polen y el humo que dañan los pulmones, mitigando la contaminación atmosférica (Rea-Padilla, 2020).

La región Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco, presenta un intenso y desordenado crecimiento a raíz de la industrialización y la urbanización, que tiene una creciente concentración de unidades económicas de tipo industrial y el paso de los ríos Salado y Tula, que funciona como colectores de aguas negras e industriales provenientes de la Ciudad de México y del Estado de México. Así como, las cinco industrias cementeras las cuales conllevan un riesgo de contaminación y afectaciones a la salud para la población y el medio ambiente, esto por el doble proceso productivo que es necesario para la producción del cemento; primeramente, se tiene la extracción de la roca caliza, se trata de un proceso de minería a cielo abierto, con sus conocidos impactos ambientales. La segunda parte de la producción es de transformación industrial en hornos. (Carrasco y Vargas, 2015). Aunado a lo anterior una refinería, una termoeléctrica, tres caleras y múltiples fábricas de alimentos, plásticos y agrotóxicos.

El estado de salud de la población no está debidamente documentado ni estudiado, pese a las reiteradas llamadas de atención de las poblaciones locales, quienes manifiestan un alto número de casos de cáncer y enfermedades infecciosas, dermatológicas y renales. Ante la gravedad de esta situación, la sociedad local se ha organizado en colectivos y movimientos de los cuales la participación de la población ha sido activa, plasmando la problemática no solo de contaminación y salud a su alrededor sino también las cuestiones como la falta de espacios verdes, para tener un ambiente más sano.

La investigación de la cual se desprende el presente documento toma en cuenta dichas problemáticas ambientales que son un reto para la sostenibilidad y la salud humana y ambiental de la zona. Se presenta la caracterización de la zona de estudio, los reportes de la contaminación y los resultados de la aplicación de instrumentos cualitativos con participantes de los grupos comunitarios organizados en la zona. Los resultados dan a conocer un diagnóstico ciudadano, cotejado con fuentes oficiales sobre las problemáticas de contaminación y el estado y la necesidad de las áreas verdes en los municipios.

## Antecedentes sobre espacios verdes

Los espacios verdes conforman espacios públicos cuyo elemento principal es la vegetación. La presencia de superficie verde garantiza también la resiliencia ante eventos climáticos extremos (Segovia y Oviedo, 2000; Galindo y Victoria, 2012). El número de árboles del planeta se ha reducido en un 46%. Al mismo tiempo, la OMS calcula que el 92% de la población mundial está expuesta a niveles peligrosos de contaminación del aire, lo que es un desafío de la salud medioambiental y humana en el seno de las ciudades, cuya urgencia es cada vez mayor. Y por ello, los parámetros de arbolado y espacio verde son ineludibles en la planificación urbana actual (OMS, 2016). En la zona de estudio la contaminación es uno de los principales problemas que aquejan a la población, por lo que los espacios verdes son primordiales. Vivir cerca de espacios verdes urbanos puede mejorar la salud física y mental y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) señala que ayudan a revalorizar el área, ayudando a conseguir un rédito de hasta un 20% añadido, por

lo que una ciudad con una infraestructura verde bien planificada y bien manejada se vuelve más resiliente y sostenible (FAO, 2018; Röbbel, 2020).

Los beneficios para la salud que se derivan de los espacios verdes denotan significativamente menos condiciones cardio-metabólicas y mentales, en contraste con los parques y áreas menos frecuentes, lo que sugiere el beneficio para la salud de plantar y mantener estos espacios (Criollo, 2018). Los espacios verdes han pasado de ser elementos secundarios del paisaje urbano, con fines estéticos y recreativos, a convertirse en áreas de gran importancia porque proporcionan beneficios de índole social y ambiental (Ojeda y Espejel, 2014).

Los espacios verdes son ya considerados un indicador de calidad de vida de los habitantes urbanos, considerados como capaces de contribuir a resolver problemas tan diversos como inseguridad pública, contaminación atmosférica, cambio climático, desintegración social, obesidad generalizada en la población y, en general, problemas relacionados con salud pública (Flores, 2017; Franco, 2012).

Una buena dotación de espacios verdes en las zonas urbanas genera mejores condiciones de vida para la población, esa necesidad se intensifica cuando tenemos regiones que por sus propias actividades económicas reciben más contaminación, como es el caso de estudio del presente texto. Proponemos que, si bien los problemas medioambientales son de solución compleja que involucra a diferentes actores, técnicas y políticas públicas, las medidas de mitigación en este caso, las áreas verdes, deben ser consideradas por las administraciones municipales como prioridad.

## **Materiales y métodos**

Para el presente análisis se recurrió en un primer momento al análisis geoestadístico para realizar una caracterización de la zona de estudio, en cuanto a su localización, usos de suelo, registro de contaminantes y localización de las zonas verdes existentes. Los insumos empleados y que fueron sujeto de posterior análisis, modelación e interpretación provienen de fuentes oficiales, como INEGI (2020) para el caso de localización,

población, localidades urbanas y rurales. Del CONABIO (2020) para la determinación de los usos de suelo, Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) (SEMARNAT, 2021) para la localización de fuentes contaminantes fijas y emisiones de contaminantes al ambiente y para la ubicación de áreas verdes INEGI (2020).

En una siguiente fase mediante métodos cualitativos<sup>4</sup> para el acercamiento a la percepción social de la problemática y el valor de uso que se les asigna a los espacios verdes. Se realizó un grupo focal con el objetivo de realizar un diagnóstico comunitario de los principales problemas ambientales de la región mediante la aplicación de cuatro reactivos, que permitieron, delimitar y priorizar los problemas y realizar un árbol de causas y efectos. Una vez analizados los datos, se procedió a la aplicación de una encuesta en los tres municipios con la finalidad de establecer el estado de las áreas verdes y el valor que la población les asigna, como potencializadoras de mejoras en la calidad de vida. Por último, se procedió a la interpretación de los resultados obtenidos y a la conducción de las conclusiones correspondientes.

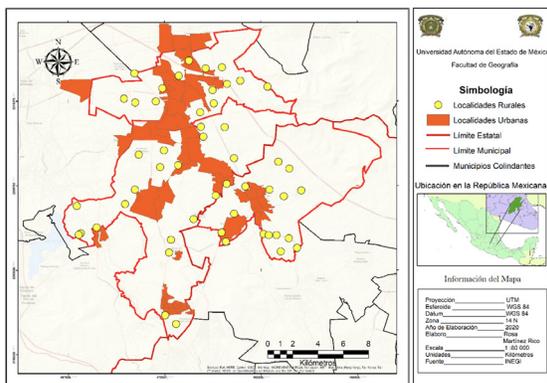
### ***Caracterización física y de la contaminación en la zona de estudio***

El presente estudio comprende tres municipios, Apaxco en el Estado de México Atitalaquia y Atotonilco de Tula en el Estado de Hidalgo. Apaxco tiene una ubicación de 19° 55' y 20° 02' de latitud norte; los meridianos 99° 05' y 99° 13' de longitud oeste, con una altitud entre 2,100 y 2,900 msnm, sus colindancias son al norte con el estado de Hidalgo y el municipio de Hueypoxtla; al este con el municipio de Hueypoxtla; al sur con los municipios de Hueypoxtla y Tequixquiac; al oeste con el municipio de Tequixquiac y el estado de Hidalgo. Tiene una superficie de 80.34 km<sup>2</sup>. Por su parte Atitalaquia, está ubicado en 20° 01' y 20° 06' de latitud norte; los meridianos 99° 08' y 99° 18' de longitud oeste, tiene una altitud entre 2,000 y 2,700 msnm y sus colindancias son al norte con los municipios de Tlaxcoapan y Tetepango; al este con el municipio de Ajacuba; al sur con los municipios de Atotonilco de Tula y Tula de Allende; al oeste con el municipio de

<sup>4</sup> Los dos instrumentos cualitativos aplicados: grupo focal y encuesta, se llevaron a cabo de forma virtual, debido a la emergencia sanitaria por la pandemia de SARS COV19, lo que representó un reto para la investigación, pero que sin embargo ha sido una oportunidad para establecer nuevas formas de acercamiento al trabajo de campo.

Tula de Allende y Tlaxcoapan. Cuenta con una superficie de 63.43 km<sup>2</sup>. En lo que respecta a Atotonilco de Tula, ubicado en 19° 52' y 20° 03' de latitud norte 99° 08' y 99° 19' de longitud oeste, con una altitud entre 2,000 y 2,800 msnm y una colindancia al norte con los municipios de Tula de Allende y Atitalaquia; al este con el municipio de Ajacuba y el estado de México; al sur con el estado de México y con el municipio de Tepeji del Río de Ocampo; al oeste con los municipios de Tepeji del Río de Ocampo y Tula de Allende. Con una superficie total de 121.34 km<sup>2</sup> (Mapa 1).

**Mapa 1. Localidades en Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2020

Los usos de suelo en el área de estudio demuestran la escasez de espacios verdes, puesto que su mayor uso se da en agricultura de diversos tipos, seguido de suelos urbanos y áreas desprovistas de vegetación las que tienen una mayor cantidad de hectáreas para estos usos (Tabla 1). Las áreas desprovistas de vegetación y las de vegetación secundaria corresponden, según lo constatado en trabajo de campo a canteras de piedra caliza abandonadas, que no recuperan la vegetación natural.

**Tabla 1. Porcentaje de usos de suelo en Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco**

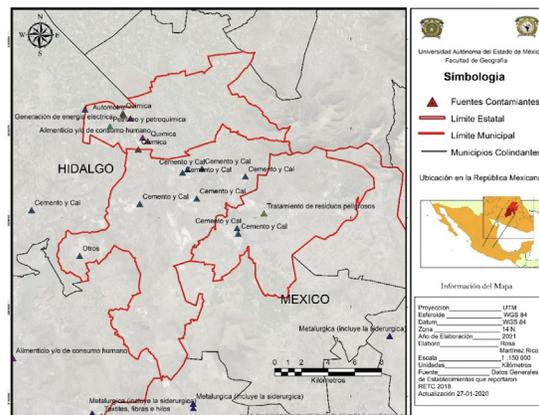
	Atitalaquia	Atotonilco de Tula	Apaxco
Área desprovista de vegetación	9.76	6.35	5.00
Agricultura (diversos tipos)	64.00	57.09	50.33
Matorrales	1.42	8.35	4.65
Pastizales	3.21	12.39	12.09
Urbano	13.37	8.83	8.16
Vegetación secundaria	8.26	6.88	19.72
Agua	0.00	0.10	0.00

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO, 2020

La región se ve afectada por la presencia intensiva de industrias que generan contaminación ambiental que se considera como una de las zonas críticas en el contexto nacional (Toledo, 2019). “Alrededor de tres mil toneladas de residuos tóxicos se procesan cada mes en la planta Geocycle México, para ser incinerados en la transnacional Holcim. Por la devastación ambiental y la toxicidad del aire, científicos la han denominado región de sacrificio, una de las peores del mundo. Expuesta a 115 grandes fuentes contaminantes, más de 40 mil personas. Apaxco, bordeada de cementeras, esta comunidad se inunda de gases tóxicos y enferma a la población que ahí vive. Se trata de la llamada cuenca cementera Atotonilco-Apaxco, que ha atraído capitales extranjeros y nacionales para la explotación de piedra caliza y barro que hay en el territorio.” (Ramírez, 2017).

Para el análisis de los contaminantes presentes en la región se utilizaron reportes del RETC, que publica anualmente la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), reportando las emisiones de las empresas en kilogramos o toneladas por año, en matrices como aire, agua, suelo, reutilización, reciclado, coprocesamiento, tratamiento, disposición final, alcantarillado, incineración y otros. Ocupándose los años 2010 y 2018 (última actualización disponible al momento), como muestra representativa del comportamiento de las emisiones de contaminantes en una década (Mapa 2).

**Mapa 2. Fuentes Contaminantes en Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco**

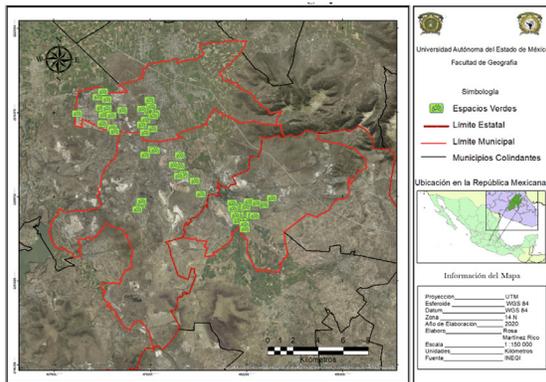


Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT, 2018



Actualmente, en los tres municipios de estudio se observa que no se encuentran homogéneamente distribuidos los espacios verdes y en recorrido de campo se registra que son pocos los espacios y que estos no están dotados de la infraestructura mínima requerida<sup>6</sup> puesto que no se cubre ni el 1% en estos municipios, encontrándose 0.21 m<sup>2</sup> en Atitalaquia, 0.19 m<sup>2</sup> en Apaxco y 0.47 m<sup>2</sup> en Atotonilco de Tula por habitante, no logrando ni la mitad requerida como lo marca la OMS (2016). De aquí a 2030 (ONU, 2020), proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad” (Mapa 3).

**Mapa 3. Espacios Verdes en Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2020

Por la ubicación de las áreas verdes, se tiene que no cumplen con los estándares internacionales de accesibilidad. En cuanto a la planificación urbana, se aprecia que no ha sido considerada la ubicación de las localidades al momento de dotar de espacios verdes, puesto que la ubicación de éstos se concentra en las cabeceras municipales, dejando desatendidas las zonas periféricas.

**Metodologías cualitativas de participación social aplicadas para la evaluación de espacios verdes**

Los métodos cualitativos se interesan por captar la realidad social a partir de la percepción que tiene el sujeto de su propio contexto, explorando los conocimientos y valores que comparten los individuos en un determinado contexto espacial y temporal (Bonilla y Rodríguez, 1997). Para el presente trabajo se realizó un grupo focal,<sup>7</sup> con el objetivo de hacer un diagnóstico comunitario sobre los problemas de contaminación en los municipios, sus causas, afectaciones y posibles soluciones. Se eligieron a 15 participantes clave: activistas miembros de colectivos organizados por la defensa del medio ambiente, y además habitantes de los 3 municipios (Figura 1).

**Figura 1. Taller Virtual de participación ciudadana de los ciudadanos de Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco**



Fuente: Elaboración propia. Realizadas durante enero y febrero 2021

Se presentaron cuatro reactivos a partir de los cuales se realizó la discusión, obteniéndose los siguientes resultados (Tabla 2).

<sup>5</sup> Las propuestas para mejoras de los espacios verdes pueden retomarse de la percepción ciudadana plasmada en la encuesta y de la medición por medio de herramientas SIG de la calidad y cantidad del arbolado. La ampliación se determina a partir del cálculo de los kilómetros de áreas verdes existentes por habitante y lo señalado en los estándares internacionales. La accesibilidad se determinó al ubicar en el mapa de los municipios las áreas verdes y los asentamientos urbanos.

<sup>6</sup> Para que los espacios verdes cumplan con los fines de ocio y relajación, deben presentar requisitos mínimos como, accesibilidad, distancia, ubicación, seguridad y diseño ornamental.

<sup>7</sup> Puede definirse como una discusión cuidadosamente diseñada para obtener las percepciones sobre una particular área de interés, se caracterizan por estar constituidos por personas que poseen ciertas características en común que proveen datos o información de naturaleza cualitativa mediante su participación en una discusión focal (Krueger, 1991).

**Tabla 2. Resultados del grupo focal aplicado en la zona de estudio**

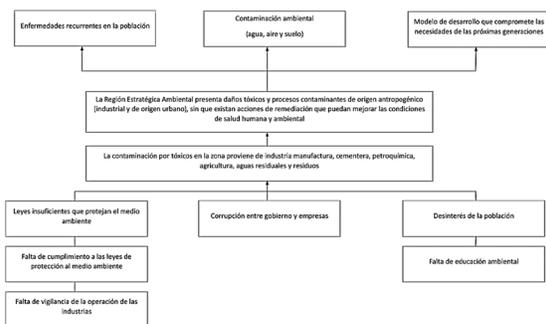
Reactivo	Principales respuestas
1) Prioridad de los problemas ambientales de la zona	Aguas residuales Incineración de residuos en cementeras y caleras Contaminación que generan la refinería y termoeléctrica.
2) Causas de la contaminación ambiental	Corrupción de las autoridades Incumplimiento/ineficacia de leyes Falta de educación ambiental/participación social
3) Enfermedades más recurrentes en la población*	Cáncer, diabetes, hipertensión, enfermedades de la tiroides, autoinmunes, del sistema respiratorio, gastrointestinales, renales, alergias, trastornos mentales y malformaciones congénitas.
4) Posibles soluciones a la contaminación ambiental	Fortalecimiento de leyes de protección al medio ambiente Regulación del crecimiento industrial Participación ciudadana

Fuente: *Elaboración propia, con base en los resultados del grupo focal, enero 2020*

\**Reactivo no ponderado numéricamente, se enlistan los resultados obtenidos.*

A partir del análisis de la información se realizó un informe del diagnóstico comunitario detectando las áreas prioritarias de atención, la interpretación se resume en el árbol de causas y efectos (Figura 2).

**Figura 2. Árbol de causas y efectos, realizado a partir del grupo focal**



Fuente: *Carrasco, et. al., 2021: 5*

**Interpretación**

La descripción de los problemas identifica diferentes niveles de análisis. En este caso, enfrentamos un meso problema con nivel de complejidad alta, que puede atenderse parcialmente a través de políticas públicas. El problema es el incremento de la devastación ambiental en suelo, agua y aire en la región; con efecto principal de daño en la salud de la población, disminución de producción agrícola y seguridad alimentaria.

Las causas inmediatas identificadas son los procesos contaminantes de origen antropogénico (industrial, agrícola y urbana). Debido a la cercanía de la región con la Ciudad de México, se observa el surgimiento de núcleos económicos

e incremento en la urbanización, así como, el establecimiento de fábricas de cemento, fábricas de cal, una refinería de petróleo, una termoeléctrica, e innumerables zonas de extracción de materiales pétreos a cielo abierto. Además, por la zona transitan tres canales de aguas residuales urbanas e industriales, provenientes de la Ciudad de México con destino a la presa Endhó (municipio de Tula de Allende).

El exceso de agentes tóxicos se asocia a los procesos de operación de unidades productivas, en su mayoría, sin atender regulaciones ambientales y en posible complicidad de las autoridades locales. La situación se agrava ante la ausencia de datos geoestadísticos de mortalidad, morbilidad y concentración de contaminantes. La población local no cuenta con datos confiables de la situación del riesgo que enfrenta su salud, sin embargo, las afectaciones van en aumento.

Existen causas a nivel intermedio de complejidad, identificables como micro causas debido a su delimitación. Las causas que la población asocia al agravamiento del problema, son: falta de leyes que protejan al medio ambiente, falta de cumplimiento de leyes de protección al medio ambiente, corrupción en autoridades, tráfico de influencias de empresarios, desinterés de la población, falta de educación ambiental y falta de vigilancia de la operación de las industrias. (Carrasco, et. al., 2021: 6)

Con estos resultados, se procedió a la aplicación de la encuesta sobre espacios verdes en los municipios, para conocer el estado de los mismos según la percepción social y el valor que se le asigna a los mismos. Para la aplicación este instrumento, no se eligieron informantes clave, las condiciones para la determinación de los informantes fueron ser mayores de edad y residentes de los tres municipios.

El objetivo de realizar una evaluación ambiental sobre las áreas verdes existentes en la zona de estudio, tanto en aquellas consideradas como equipamiento urbano, al igual que en las zonas de extracción de minería no metálica abandonadas, las condiciones de los espacios verdes, su utilidad y afinidad con la población, así como las consecuencias a la salud por falta de espacios verdes.

La encuesta se elaboró en la plataforma de Google Forms, ya que es fácil compartirla y los resultados son más accesibles, cuenta con un total de 34 reactivos, de los cuales los primeros nueve corresponden a datos confidenciales sin fines de

lucro, los siguientes 14 reactivos competen a la información de espacios verdes en los municipios ya mencionados, su ubicación y el estado en el que se encuentran, los siguientes siete se refieren al estado de salud derivado de la presencia y/o ausencia de espacios verdes y por último los seis reactivos que son complementarios para la investigación ya que recopila información valiosa con tecnología de formularios.

Dicha investigación consiste en analizar la percepción social para una evaluación y gestión de espacios verdes socialmente sustentables, puesto que el cuidado, manejo y disposición de las especies arbóreas condicionan los servicios ambientales que en el contexto urbano se tienen que revalorizar, estableciendo las orientaciones que permitan establecer su uso apropiado. De esta forma se identifica el estado actual de la densidad de las áreas verdes, las zonas necesitadas de acciones y las zonas más urgentes. Así mismo, se hacen recomendaciones de sitios que podrían contribuir a mejorar su condición en cada municipio.

**Figura 3. Encuesta virtual de espacios verdes**

Encuesta: espacios verdes

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA SERÁ UTILIZADA CON FINES ACADÉMICOS Y DE INVESTIGACIÓN.

reunionimpactos2016@gmail.com (no compartidos)  
Cambiar de cuenta

\*Obligatorio

Esta investigación consiste en analizar la percepción social para una evaluación y gestión de espacios verdes socialmente sustentables, puesto que el cuidado, manejo y disposición de las especies arbóreas condicionan los servicios ambientales que en el contexto urbano se tienen que revalorizar, estableciendo las orientaciones que permitan establecer su uso apropiado. Por lo tanto, se podrá identificar los espacios urbanos ociosos o descuidados donde sea apto implementar espacios verdes. Así como la evaluación del uso de suelo, zonas de extracción abandonadas, cobertura vegetal endémica y modificada.

Fuente: Elaboración propia, febrero 2021, con base en Antonio, et. al, 2014<sup>8</sup>

Una vez realizada y aplicada la encuesta, fue contestada por 66 personas de los cuales 36 corresponden al municipio de Atitalaquia, 18 a Atotonilco de Tula y 12 a Apaxco, con participación del 59% de mujeres, 39.4% hombres y 1.5% prefirió no decirlo. La escolaridad reportada fue de más de 50% con educación superior y 28% con media superior y el resto no respondió. El 65% de los encuestados reporta que, si existen espacios verdes cercanos a su vivienda, mientras que 35% declara que no. Con respecto al uso de los mimos 38% los utiliza de manera regular, 47% lo hace de forma ocasional y el 15% no los usa.

También se pudo obtener que la población desea tener más espacios verdes y que la existencia de estos en cada comunidad es primordial por la problemática que presenta de contaminación, así como por los beneficios que brindan estos espacios verdes, no solo a la comunidad, a los municipios o a los estados, si no al resto de los estados vecinos y en conjunto combatir al cambio climático y coadyuvar a mejorar la calidad de vida de las personas. Proponen hacer campañas de reforestación y hacer uso de las canteras y predios abandonados, para darle un fin recreativo, que estén dotados con la infraestructura correspondiente, para poder llevar a cabo actividades en beneficio de la salud y del medio ambiente.

Se cuestionó si se tenía libre acceso a estos espacios verdes, el 75% si lo tiene, mientras que el 17%, tiene el acceso restringido y el 14% no tiene acceso, así mismo se pudo analizar que del acceso a estos espacios los que más utiliza la población son los deportivos, parques, jardines y camellones con un 72% (Gráfica 4).

Los siguientes reactivos corresponden a conocer las respuestas de los ciudadanos de con quién acuden a los espacios verdes y el 93% lo hace con su familia, el 50% con amigos y el 16% asisten solos (las respuestas a este reactivo no son restrictivas entre sí). Así pues, proponen mejoras a los espacios en los siguientes aspectos: limpieza, mantenimiento, aumento a la cantidad de flora, seguridad y alumbrado (Gráfica 5).

Sobre la frecuencia de uso, el 44% acude 1 ó 2 días a la semana, y el 35% los visita 3 a 4 días por semana, pese a la contingencia ambiental a causa

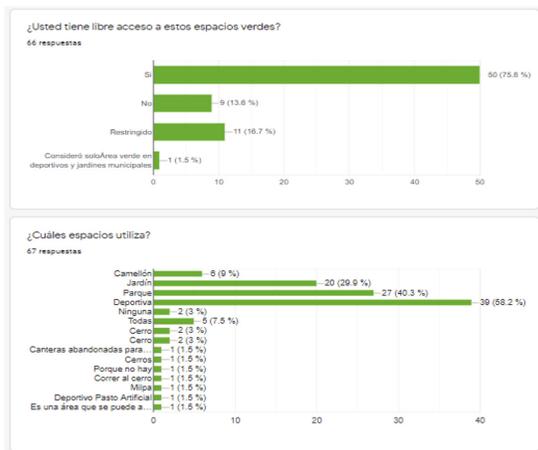
<sup>8</sup> La encuesta se encuentra disponible en la siguiente URL:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSekeTShWn7yEgJhmYRArGQJmrsdayNsS4fc\\_WXArOF1Ywh8RA/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSekeTShWn7yEgJhmYRArGQJmrsdayNsS4fc_WXArOF1Ywh8RA/viewform?usp=sf_link)

<sup>9</sup> La encuesta se aplicó durante los meses de febrero a abril de 2021.

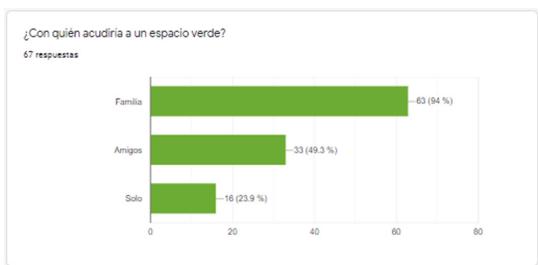
de la Pandemia por SARS-Covid 19, en el que en todo el mundo se sugirió un aislamiento para evitar más contagios, puesto que hay personas que ya cuentan con una rutina de ejercicios y la misma OMS, recomienda realizarlos, manteniendo la sana distancia, así como las medidas de higiene correspondientes. Es un buen momento para darse a la tarea de recuperar y hacer uso de estos espacios y sentirse mejor física y emocionalmente, pues se pudo obtener que el 45% hace uso de estos espacios para hacer ejercicio, mientras que el 30% realiza caminatas y al mismo tiempo se recrea. Utilizándolo también para relajación y tomar aire puro, aunque en este último se sabe que los árboles brindan un oxígeno limpio y recogen el dióxido de carbono, la contaminación aerea del lugar, impide que la cantidad de espacios verdes y árboles sean lo suficientes para codyuvar al respecto (Gráfica 6).

**Gráfica 4. Acceso y denominación de los espacios verdes**



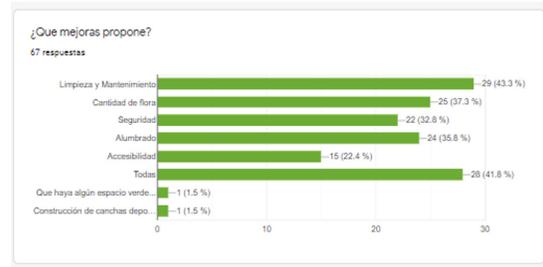
Fuente: Elaboración propia, con base en la encuesta virtual 2021

**Gráfica 5 (1). Asistencia y mejoras en los espacios verdes**

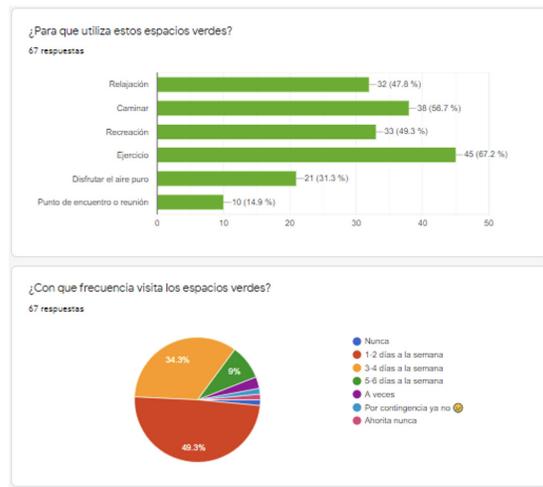


Fuente: Elaboración propia, con base en la encuesta virtual 2021

**Gráfica 5 (2). Asistencia y mejoras en los espacios verdes**



**Gráfica 6. Frecuencia y utilización de espacios verdes**



Fuente: Elaboración propia, con base en la encuesta virtual 2021

A continuación se indica el tiempo que las personas permanecen en un espacio verde y las respuestas han sido que pasan entre 30 minutos y más de 1 hora en estos, también se analizó si se han tenido problemas de salud. Lo anterior no obedece precisamente a la ausencia o presencia de los espacios verdes, sino a las condiciones de la población en el medio ambiente y a sus hábitos, en donde el 55% de la población si presenta algún malestar (Gráfica 7).

**Gráfica 7 (1). Tiempo de permanencia en un espacio verde y problemas de salud**



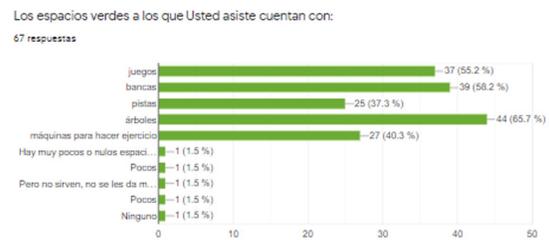
**Gráfica 7 (2). Tiempo de permanencia en un espacio verde y problemas de salud**



Fuente: Elaboración propia, con base en la encuesta virtual 2021

Bajo este penúltimo rubro se hizo la cuestión acerca de los rangos de edad que se aquejan por algún malestar en su salud y el grupo más afectado es el de la población de 35 a 39 años con un 16%, mientras que el rango anterior de 30 a 34, al que le sigue de 40 a 44 que presentan un porcentaje similar de 11%. Esto sin lugar a dudas pertenece a una población económicamente activa que esta siendo afectada de alguna manera por los problemas de contaminación y sus derivaciones, siendo las enfermedades crónicas las que más aquejan a la población, siguiéndolas enfermedades de la piel y las neumopatías obstructivas crónicas, así como las gastrointestinales, el cáncer y las intoxicaciones. Como se mencionó en un principio existen problemas de salud derivados de las industrias cementeras y caleras que existen en los municipios (Gráfica 8).

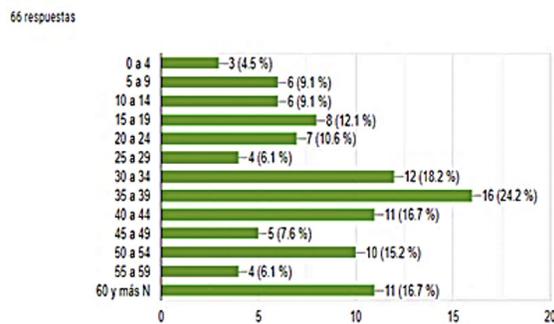
**Gráfica 9. Uso y equipamiento de los espacios verdes**



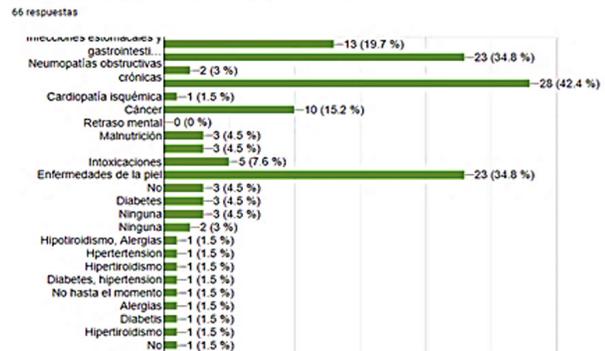
Fuente: Elaboración propia, con base en la encuesta virtual 2021

**Gráfica 8. Grupos quinquenales y tipos de enfermedades**

En que grupo de edad se encuentran:



Usted o su familia padecen alguna de las siguientes enfermedades:



Fuente: Elaboración propia, con base en la encuesta virtual 2021

## Conclusiones

La problemática ambiental de la zona de estudio es compleja ya que en ella confluyen diversos factores que potencian la contaminación, sin que a la fecha se haya activado un plan integral para la restauración medioambiental, sino por el contrario, se sigue aumentando las fuentes de emisiones contaminantes al continuar con la instalación de zonas industriales. Esta situación ubica a los municipios de estudio como una zona de sacrificio, que una vez impactada por las fuentes contaminantes, se convierte en receptora de nuevos impactos negativos.

En el análisis presentado concluimos que, en cuanto a la ubicación geográfica de la región, se observa que, al estar en el centro de México, resulta estratégica para la localización de industrias que doten de productos a las principales zonas metropolitanas del país como la del Valle de México, Puebla, Toluca, etc. Aunado a la concentración industrial se tiene que es una región afectada por los colectores de aguas negras que provienen de la Ciudad de México y de todos los municipios que atraviesan hasta desembocar en la presa Endhó en el municipio de Tula. Geográficamente la centralidad de la región lejos de representar una ventaja, la condena como receptora de actividades potencialmente dañinas para la salud humana y ambiental.

En cuanto a la ubicación geográfica de la región, se observa que, al estar en el centro de México, resulta estratégica para la localización de industrias que doten de productos a las principales zonas metropolitanas del país como la del Valle de México, Puebla, Toluca, etc. Aunado a la concentración industrial se tiene que es una región afectada por los colectores de aguas negras que provienen de la Ciudad de México y de todos los municipios que atraviesan hasta desembocar en la presa Endhó en el municipio de Tula. Geográficamente la centralidad de la región lejos de representar una ventaja, la condena como receptora de actividades potencialmente dañinas para la salud humana y ambiental.

Al analizar el RETC, instrumento proporcionado por la SEMARNAT encontramos que la cantidad de contaminantes reportados se ha incrementado del año 2010 al año 2018, principalmente en el municipio de Atotonilco de Tula. Los factores directamente vinculados al incremento de sustancias contaminantes son: el aumento de las instalaciones industriales (INEGI, 2019) y el incremento de la

incineración de residuos en cementeras y caleras, incluyendo la incineración de residuos sólidos urbanos a partir del año 2012, por el convenio que la ciudad de México y la fábrica de cemento Cemex, celebraran luego del cierre del bordo poniente, principal relleno sanitario de la ciudad (Carrasco y Vargas, 2015). Al ser Atotonilco de Tula el municipio que concentra tres de las cuatro cementeras y tres de las cuatro caleras en los municipios estudiados, y al presentar los mayores incrementos de sustancias contaminantes según lo encontrado en el RETC, se puede señalar la importancia del aporte a la contaminación que trae este tipo de industrias y la incineración de residuos.

La escasa localización de áreas verdes, debidamente distribuidas para garantizar la accesibilidad de todas las localidades urbanas, es muestra de una falta de planificación y/o atención a la dotación de este servicio público. Una evaluación de accesibilidad brinda una herramienta para que los municipios atiendan un área de oportunidad prioritaria, en beneficio de la población. La información que puede generarse mediante el análisis espacial es clave para ser integradas debidamente en zonas desprovistas de áreas verdes.

De la interpretación del cuadro de causas y efectos, producto del grupo focal tenemos que la población detecta la existencia de un meso problema: Los niveles de contaminación altos por las actividades productivas, ubicación estratégica como zona de servidumbre de las grandes metrópolis que la rodean. Al igual que un micro problema que proviene de la falta de observación y aplicación de las legislaciones ambientales, desinterés por solucionar el problema, abandono y saqueo de recursos naturales, que a fuerza de un desinterés histórico agrava la situación.

Luego de concluidos los análisis de caracterización cuantitativos y cualitativos, se buscó mediante la aplicación de la encuesta el acercamiento al objeto de análisis que es la dotación de espacios verdes que respondan a las necesidades de la región: 1) mitigar la contaminación ambiental, 2) dotar de áreas para el esparcimiento y la actividad física, que favorece la salud física y mental, y 3) contribuir al mejoramiento de la imagen urbana y dotación de equipamientos públicos.

Entre los hallazgos se tiene que no existe acceso universal a las áreas verdes ya sea por su ubicación o por no encontrarse en condiciones óptimas de uso. Se señala falta de arbolado,

limpieza, mantenimiento y seguridad de esos espacios. Para el aspecto de salud, se tiene que el 55% de los encuestados manifiesta padecer problemas de salud, este dato aporta a la argumentación sobre la importancia que cobran estas áreas para la mitigación de los efectos adversos de la contaminación.

Como se mencionara anteriormente, la solución a las problemáticas ambientales es compleja e involucra a diversos actores sociales como las autoridades en su rol de planificadoras del territorio, de reguladoras de las actividades de los particulares y como garantes del derecho de la población a la salud y a un medio ambiente sano. Involucra a los sectores empresariales, a trabajar con responsabilidad socioambiental, a disponer de las mejores técnicas posibles, a aplicar el principio precautorio para evitar los daños al medio ambiente. Asimismo, la población afectada puede ser participe de las soluciones, mientras exista la conciencia de los problemas a los que se enfrenta y se tomen acciones para intervenir, buscando mejoras en su entorno, como es el caso de los participantes del grupo focal. Es igualmente importante tomar en cuenta que las medidas de mitigación representan una parte fundamental para la restauración ambiental. En este caso la propuesta es evaluar el estado de las áreas verdes, para proporcionar una herramienta útil para la intervención en búsqueda de disminuir la contaminación en los municipios de Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco. 

## Agradecimientos

Se agradece la participación de los activistas de los colectivos Fundación para el Desarrollo Integral Apaxtle (Apaxco), Museo Comunitario Atotonilli (Atotonilco de Tula), Caminando por la Justicia Atitalaquia, Colectivo en Defensa de la Vida de la Región Tolteca, Unión Ecologista San Jerónimo Tlamaco (Atitalaquia) y Red de Conciencia Ambiental Queremos Vivir A.C. (Tula de Allende), por su disposición y confianza para participar de este proyecto, y por su lucha por la defensa del territorio.

## Créditos

La presente investigación se realiza con el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México, obtenido en la Convocatoria 2021-2022 PRONACE de investigación e incidencia sobre procesos contaminantes, daño tóxico y sus impactos socioambientales asociados con fuentes de origen natural y antropogénico, para el desarrollo del proyecto: “Evaluación del riesgo para la salud humana por agentes tóxicos de origen antrópico como herramienta de empoderamiento social. Región Estratégica Ambiental: Norte del Estado de México y Zona Tula, Hidalgo”, desarrollado en la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, B. Carrasco Gallegos, Responsable Técnica.

## Referencias bibliográficas

- Antonio, Xanat, Miguel Ángel Álvarez y Daniel Silva. (2014) “Los espacios verdes en Metepec, México: Percepción, estado y recomendaciones”, en Marcela Santana, María Galindo, Samuel Do Carmo, Giovanna Santana, Carlos Contreras, Jorge Pickenhayn, Inocencia Cadena: Geografía de la Salud sin fronteras, desde Iberoamérica, pág. 170-176, Toluca: UAEMex, UASLP. Disponible en: [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/58186/Geografia\\_de\\_la\\_Salud.pdf?sequence=1](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/58186/Geografia_de_la_Salud.pdf?sequence=1)
- Banco Mundial e Isabelle Schaeffer. (2016) “Cuatro maneras de construir las ciudades del futuro,” Portal del Banco Mundial 03/11/2016, Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/11/03/cuatro-maneras-construir-ciudades-futuros>
- Bonilla, Elssy y Penélope Rodríguez. (1997) Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales, 3ª Ed, Santafé Bogotá: Universidad de los Andes, Norma. Disponible en: <https://laboratoriociudadut.files.wordpress.com/2018/05/mas-alla-del-dilema-de-los-metodos.pdf>
- Carrasco, Brisa, Arely Anaya, Edel Cadena, Juan Campos, Alma Calderón, María Vicenta Esteller, Yanelly Estrada, José Luis Expósito, Edelmira García, Oliver Hernández, Raúl Hernández, Iván Hernández, Raquel Hinojosa, Libertad Juárez, Manuel Lara, Rosa Martínez y Jorge Paredes, (2021) “Diseño de una metodología para el monitoreo de toxicidad por contaminación industrial y urbana, como herramienta de empoderamiento social. REA norte del Estado de México y Zona Tula, Hidalgo”, Informe Técnico de Proyecto 309113, CONACyT, 2021.

- Carrasco, Brisa y Jorge Tadeo Vargas. (2015) “Basura cero como alternativa a la incineración de residuos en cementeras, Movimiento ProSalud, Apaxco, México,” *Ecología Política*, N.º 49. Barcelona: Fundación ENT, Icaria, e-ISSN: 2604-6091. Disponible en: <https://www.ecologiapolitica.info/novaweb2/wp-content/uploads/2016/01/49.pdf>
- CONABIO (2021) “Portal de Geoinformación 2021”, Portal de la CONABIO, Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Criollo de la Cruz, Sara. (2018) Evaluación de la cobertura vegetal de los parques del programa de Adopción de Parques y Zonas Verdes de la ciudad de Cali como estrategia para la mitigación de islas de calor. Tesis: Ingeniería Ambiental, Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia. <http://hdl.handle.net/10614/10518>
- INEGI (2019) Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), México: INEGI.
- FAO-Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018) “Los árboles están revolucionando las ciudades en el mundo,” Portal de la FAO, 21/03/2018. Disponible en <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1109576/>
- Flores, Ramiro. (2017) “Una reflexión teórica sobre estándares de áreas verdes empleados en la planeación urbana,” *Economía, sociedad y territorio*, Vol. XVII, Núm. 54, pp. 491-522. <https://doi.org/10.22136/est002017682>.
- Franco, Juan Felipe. (2012) “Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá,” *Revista Escuela de Administración de Negocios*, Núm. 72, pp. 193-205, ISSN: 0120-8160. Disponible en: <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/576/564>
- Galindo, Andrés Salvador y Ricardo Victoria. (2012) “La vegetación como parte de la sustentabilidad urbana: beneficios, problemáticas y soluciones, para el Valle de Toluca,” *Quivera*, vol. 14, núm. 1, pp. 98-108 Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México. ISSN: 1405-8626. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/401/40123894006.pdf>
- INEGI-Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020) “Censo General de Población y Vivienda”, México: INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html>
- Krueger, Richard. (1991). *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research*. Beverly Hills: Sage. <https://doi.org/10.1177/109019819101800210>
- Mayorga, Marisol y Lina María Luna. (2018) Diseño e implementación de talleres lúdico-pedagógicos con enfoque ecológico como aporte al programa de servicio social ambiental del jardín botánico de Bogotá, Tesis: Licenciado en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14997/MayorgaPalacioMarisol2019.pdf?sequence=1>
- Miller, Carlos Alberto. (2018) Gestión de áreas verdes y la percepción de la calidad de vida urbana desde la perspectiva ambiental en el Distrito de Tacana, año 2016, Tesis: Maestro en Gestión Ambiental, Universidad Nacional José Basadre Grohmann, Tacna Perú. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3462>
- Ojeda, Luna e Ileana Espejel. (2014) Cuando las áreas verdes se transforman en paisaje urbano. Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte. ISBN: 978-607-479-144-0.
- OMS-Organización Mundial de la Salud. (2016) “La OMS publica estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire y sus repercusiones para la salud,” 27/09/2016 Comunicado de prensa GINEBRA. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact>
- ONU-Organización de las Naciones Unidas. (2020) “Objetivo 11—Las ciudades desempeñarán un papel importante en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.” Disponible en: <https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-11-las-ciudades-desempenaran-un-papel-importante-en-la-consecucion-de-los-objetivos-de>
- Ramírez, Erika. (2017) “Zona de sacrificio de Apaxco, entre las peores del mundo,” *Contralínea*, 28/05/2017, Ciudad de México. Disponible en: <https://contralinea.com.mx/zona-de-sacrificio-de-apaxco-entre-las-peores-del-mundo/>
- Rea-Padilla, Diego. (2020) Estrategias de planeación territorial y ambiental para procurar el equilibrio

- sustentable entre el desarrollo de la ciudad y sus áreas verdes en el sur poniente del AMG, Tesis: Maestría en Ciudad y Espacio Público Sustentable, ITESO, Guadalajara, México. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11117/6120>
- Röbbel, Nathalie. (2020) “Los espacios verdes: un recurso indispensable para lograr una salud sostenible en las zonas urbanas,” Portal de Naciones Unidas, Crónicas ONU. Disponible en: <https://www.un.org/es/chronicle/article/los-espacios-verdes-un-recurso-indispensable-para-lograr-una-salud-sostenible-en-las-zonas-urbanas>
- Segovia, Olga y Enrique Oviedo. (2020) “Capítulo III. Espacios públicos en la ciudad y el barrio,” en Olga Segovia y Guillermo Dascal: Espacio público, participación y ciudadanía, Santiago de Chile: Ediciones Sur, ISBN: 956-208-061-7
- SEMARNAT (2021) Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) Datos Generales de Establecimientos, Emisiones contaminantes 2018 Actualización 2020. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes-retc>
- Toledo, Víctor. (2019) “Infiernos ambientales de México”, La Jornada, Opinión, 30/07/ 2019. Disponible en: <https://www.jornada.com.mx/2019/07/30/opinion/016a1pol>