

Artículo de investigación

Transformaciones territoriales y disponibilidad de recursos hídricos en la Región Oriente del estado de Tlaxcala, México (2010-2020)

Rafael de Jesús López Zamora* y Alfonso Pérez Sánchez¹

¹ El Colegio de Tlaxcala A.C. México.

* E-mail: lopezza@coltlax.edu.mx - alfonsops@coltlax.edu.mx

Recibido: 08/11/2022; Aceptado: 20/12/2022; Publicado: 29/12/2022

Resumen

El objetivo de la investigación es analizar los impactos sobre la disponibilidad de los recursos hídricos mediante la comparación y evolución en el tiempo de la extracción del agua subterránea en sus diferentes usos en la Región Oriente de Tlaxcala, México, durante el período 2010-2020. El estudio se realizó a través de la recopilación de información documental (informes, artículos, libros) y bases de datos oficiales, misma que una vez depurada, se clasificó y codificó para su análisis documental y estadístico, para disponerla a través de tablas que muestran su comportamiento, utilizando tasas de crecimiento, estimación de porcentajes y comparaciones. Mediante el análisis de la información y los resultados se muestra que la disponibilidad del recurso hídrico en la Región Oriente se ha reducido debido al aumento de la población, al proceso de industrialización y a la instalación de empresas manufactureras de la rama automotriz que demandan altas cantidades de agua para la producción. También, con la instalación del complejo automotriz AUDI y toda la gama de empresas proveedoras de insumos, se está generando una creciente desigualdad en el uso y distribución del recurso agua, lo que está provocando una nueva reconfiguración del territorio en términos económicos, sociales y ambientales.

Palabras clave: Acumulación; desposesión; reconfiguración territorial.

Territorial transformations and availability of water resources in the Eastern Region of the state of Tlaxcala, Mexico (2010-2020)

Abstract

The objective of the research is to analyze the impacts on the availability of water resources through the comparison and evolution over time of the extraction of groundwater in its different uses in the Eastern Region of Tlaxcala, Mexico, during the period 2010-2020. The study was carried out through the compilation of documentary information (reports, articles, books) and official databases, which, once purified, was classified and codified for its documentary and statistical analysis, to arrange it through tables that show their behavior, using growth rates, estimation of percentages and comparisons. Through the analysis of the information and the results, it is shown that the availability of water resources in the Eastern Region has been reduced due to the increase in population, the industrialization process and the installation of manufacturing companies in the automotive branch that demand high amounts of water for its production. Also, with the installation of the AUDI

automotive complex and the entire range of supply companies, it is generating a growing inequality in the use and distribution of water resources, which is causing a new reconfiguration of the territory in economic, social and environmental terms.

Keywords: Accumulation, dispossession, territorial reconfiguration.

1. Introducción

La disponibilidad de recursos hídricos en México es un tema crítico, que desafortunadamente y conforme pasa el tiempo es más grave y requiere de la atención prioritaria del Estado y la misma población mexicana. Fenómenos como las sequías, la falta de mantenimiento de infraestructura hidráulica, la contaminación de los cuerpos de agua y el consumo excesivo de la población con la expansión urbana y de las actividades económicas, compromete severamente la disponibilidad del agua de las regiones. El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2017) estima que un mexicano consume 1,978 metros cúbicos anuales de agua, mientras que el promedio mundial es de 1,385 lo que implica casi 43% más. Solo el 5% del agua se utiliza en actividades diarias como la preparación de alimentos, limpieza personal y del hogar, mientras que el 95% restante corresponde a consumo indirecto (hábitos alimenticios, patrones de consumo y estilos de vida).

La región objeto de estudio ha sido sometida a una fuerte presión y demanda de agua, la población ha crecido, se practica la agricultura de riego y hoy se enfrenta a un proceso de industrialización y urbanización inducida; en el año 2002 se instaló la Ciudad Industrial Xicohtencatl II, en el año 2016 se inauguró la fábrica de autos Audi y la llamada "ciudad Audi", lo cual ha detonado la instalación de diversas industrias del ramo manufacturero automotriz en los municipios de Huamantla, Cuapiaxtla y Trinidad Sánchez Santos (en el estado de Tlaxcala) y en San José Chiapa, Grajales y Nopalucan (en el estado de Puebla).

Ante esta situación, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo investigar los impactos sobre la disponibilidad de los recursos hídricos mediante la comparación y evolución en el tiempo de la disponibilidad y la extracción del agua subterránea en sus diferentes usos en la Región Oriente de Tlaxcala durante el período 2010-2020, con el fin de coadyuvar y contribuir con el diseño de una política pública que priorice el uso óptimo, la conservación y distribución equitativa del recurso agua y su saneamiento. Es necesario señalar que aquellos impactos se han visto reflejados en una creciente desigualdad en la distribución del recurso y una reconfiguración del territorio en términos económicos, sociales y ambientales. Para el logro de sus objetivos, el artículo consta de una introducción; materiales y métodos; resultados de investigación; conclusiones y referencias bibliográficas.

2. Materiales y métodos

2.1. Referentes teórico-conceptuales

De acuerdo con la problemática y el objetivo planteado se revisaron las evidencias de las principales afectaciones e impactos provocados por la extracción del agua en las localidades de la Región Oriente, a raíz de la instalación del Complejo Industrial Automotriz en el estado de Puebla: afectaciones sobre el acuífero, sobre el uso del agua para el desarrollo de la agricultura, sobre el agua de uso urbano-habitacional y sobre la calidad de vida de los habitantes; mediante el concepto de acumulación por desposesión de David Harvey (Harvey, 2004).

El proceso de acumulación por desposesión sucede en los lugares donde se gestiona la producción y reproducción de los excedentes económicos, sea en la minería, la agricultura o la industria, en los mercados de mercancías, bienes y/o servicios. El concepto de acumulación por desposesión nos

ayuda a explicar y descifrar cómo se da la acumulación que se origina mediante los procesos de simple expropiación por parte del capital, de los medios y bienes de producción, de los medios de trabajo y de los recursos naturales, en este caso del agua, lo que le da la posibilidad al capital de arrogarse para sí el derecho de propiedad, con la simple apropiación de la propiedad ajena. Para la teoría general, este hecho que se creía solo se daba en los albores y etapas tempranas del capitalismo y que Marx denominó “acumulación originaria del capital” (Citado por López, 2014), aun hoy, en la era moderna del capitalismo, aparece y se observa como una práctica común en las formas de capital más avanzadas, de las empresas transnacionales, ya no solo en las etapas y las formas de producción precapitalistas (a nivel internacional y claro, en los territorios locales); donde hoy se imponen como métodos de apropiación de la política colonial, del sistema de empréstitos internacionales, la guerra, el engaño, la opresión y la rapiña (Harvey, 2004).

Aquel fenómeno ha ocurrido y sigue ocurriendo de forma ampliada a través de la expropiación de los recursos naturales primarios, los territorios, además de la explotación del trabajo vivo en los mercados competitivos, mediante acuerdos institucionales que avalan la propiedad privada, el individualismo jurídico, libertad de contratar y una estructura legal apoyada por los Estados. La Acumulación por desposesión, se complementa con cuatro pilares fundamentales: privatización y mercantilización, financiarización, la gestión y la manipulación de la crisis, así como las redistribuciones estatales (Harvey, 2005).

Para nuestro caso de estudio, en la Región Oriente se observa una intervención de los territorios y la reestructuración del aparato productivo, fenómeno que profundiza las desigualdades socio territoriales, mediante la apropiación y privatización de la tierra y ha provocado la expulsión forzosa de la población rural al mundo urbano, a otros territorios y a otras actividades, cuando no al desempleo; la precarización y la pobreza, se da mediante la conversión de las diversas formas de derechos de propiedad; en derechos de propiedad exclusivos del capital industrial; esto es, la supresión del derecho a los bienes comunes; la apropiación de activos, pero sobre todo de los recursos naturales (Harvey, 2004).

Lo anterior está relacionado y nos ayuda a explicar y demostrar lo que sucede en el área de estudio, esto es, en las localidades de la Región Oriente de Tlaxcala, donde los efectos e impactos del aumento progresivo de la extracción del agua subterránea con la llegada del complejo industrial automotriz “AUDI” se manifiestan en una cada vez menor disponibilidad de agua para los diferentes usos y muestran el proceso de sobreexplotación a que ha sido sometido el acuífero; se observa una menor disponibilidad de agua para el desarrollo de la agricultura, así como para el agua de uso urbano-habitacional. La depredación, sobreexplotación y la comercialización del recurso hídrico se presenta acompañada por disputas entre diversos actores en el contexto socio territorial y desplazamiento rural forzoso, sin opción de sistemas productivos alternativos (Harvey, 2004).

Es muy probable una crisis hídrica producto del aumento en el consumo industrial por parte del complejo industrial de enclave, de sus nodos industriales, clústers y comercios, servicios adyacentes al complejo automotriz, que se han desarrollado de manera colateral y en torno a él en las diferentes poblaciones. Los agricultores han sido despojados de sus tierras, han visto reducir las hectáreas cultivadas, cambios sobre el uso del suelo y el agua provocando la disminución en los niveles de las fuentes y reducción de la calidad del agua. En nuestro caso, mediante aquel proceso de expropiación se ha visto disminuida la disponibilidad de agua para el uso agrícola de la región, se ha visto disminuida la disponibilidad del acuífero (mantos acuíferos) y se ha visto reducida la calidad de los servicios de distribución de agua proporcionados a las localidades, por lo que se ha afectado la calidad de vida.

Además, se ha dado un proceso de apropiación de la infraestructura dedicada a la extracción de los recursos naturales (agua), es decir, la apropiación y privatización de los medios de producción y medios de supervivencia de la población, agua, pero también el trabajo como fuentes de valor e intercambio (que se han convertido en mercancía). Una verdadera transformación en la apropiación y distribución del agua, de las instalaciones e infraestructura hídrica, de la administración, de la gestión pública y fuerza laboral dedicada a la prestación de esos servicios. Lo anterior aunado al concepto de acumulación por desposesión durante el proceso de transformación territorial va a configurar lo que Harvey (2021) ha denominado “desarrollo geográfico desigual”.

2.2. *Métodos y técnicas de investigación*

El estudio es de carácter longitudinal, es una investigación de carácter mixto, en donde se consideran técnicas de investigación cuantitativa pero también cualitativas, su abordaje va de lo general a lo particular, mediante una estrategia metodológica en dos ejes principales: el primero mediante el cual se hizo la recopilación de la información documental y un segundo eje de análisis y tratamiento de la información recopilada, para consiguientemente presentar los resultados.

Se eligieron los instrumentos y técnicas de recolección de datos, así como los instrumentos y técnicas para el análisis documental de información secundaria, de artículos, reportes, bases de datos y otras fuentes oficiales (CONAGUA, INEGI, entre otras), correspondientes al período en estudio, para obtener y recopilar información que en la etapa de extracción de resultados, se analizó, se depuró y codificó para su análisis documental y estadístico, para lo cual se expone a través de tablas que muestran su comportamiento, mediante tasas de crecimiento, estimación de porcentajes y comparaciones; igualmente se procedió con artículos, reportes y documentos, de manera longitudinal en el período en cuestión.

3. Resultados

3.1. *El contexto físico natural y espacio-territorial*

El suelo del estado de Tlaxcala es catalogado con grado de permeabilidad media a alta, lo que significa que el material geológico no opone mucha resistencia a la filtración del agua, lo que es benéfico para sus ecosistemas y por lo tanto ha sido determinante en la conformación de mantos acuíferos y la distribución de sus aguas subterráneas, mismas que se distribuyen en cuatro acuíferos en todo el territorio del Estado, mismo que forma parte de tres regiones hidrológicas: Balsas, Pánuco y Tuxpan-Nautla. La región hidrológica del Balsas se encuentra en prácticamente las seis regiones del estado, siendo su cobertura menor en la región Poniente (Calpulalpan) y Norte (Tlaxco). Dentro de esta región hidrológica se encuentra comprendida la cuenca del Río Atoyac, la cual coincide con la misma cobertura de la región hidrológica, ambas cubren el 74.46% de la superficie estatal; no obstante, existen cuatro subcuencas dentro de esta delimitación, la de mayor extensión corresponde al río Zahuapan que cubre gran parte de la región Norte (Tlaxco), Centro Norte (Apizaco), Centro Sur (Tlaxcala), Sur (Zacatelco), Poniente (Calpulalpan) y unas pequeñas porciones de Oriente (Huamantla) (POT, 2011-2016).

La Región Oriente de la entidad federativa está integrada por nueve municipios: Alzayanca, El Carmen Tequexquitla, Cuapiaxtla, Huamantla, Ixtenco, Terrenate, Zitlaltepec, Emiliano Zapata y Lázaro Cárdenas (POTDU-ET, 2013), con 919,084 kilómetros cuadrados y hace parte de la Cuenca de la Región Vertiente Interior Oriental del Balsas que ocupa el 25% del territorio del estado, recoge los escurrimientos provenientes de la vertiente sur de la sierra de la Caldera y los de las vertientes norte y oriente de La Malinche, formando numerosas barrancas que depositan sus aguas en las planicies de inundación de Huamantla y Cuapiaxtla, donde se han originado áreas de considerable aridez e incluso salitrosas, como ocurre en el municipio de El Carmen Tequexquitla. La cuenca es alimentada

por arroyos de caudal durante la época de lluvias, que desaguan en las pequeñas lagunas y ciénagas que existen en los valles de Terrenate, Huamantla y Cuapiaxtla (Vázquez, 2007).

En el municipio de Terrenate se ubican dos presas, Teometitla y Tenexac; en el municipio de El Carmen Tequexquitla se ubica una porción de la laguna de Totolcingo que tiene una gran importancia en el ámbito estatal, además de contar con tres manantiales y varios pozos para la extracción de agua destinada al consumo humano y riego agrícola. En los municipios de Ixtenco y Zitlaltépec existen arroyos de caudal intermitente, los cuales nacen y bajan de La Malinche; así mismo, se localizan en esta zona mantos y pozos profundos para extracción de agua. En la zona predomina la extracción de agua subterránea para el abastecimiento de los diferentes usos: público urbano, industrial y agrícola; siendo este último el de mayor consumo (Vázquez, 2007).

El 76.70% de la extensión territorial de la Región Oriente corresponde a terrenos con limitaciones para la construcción, dado a riesgos naturales y/o antrópicos; resalta el municipio de Huamantla al registrar 25,893 has. con tal característica. El 53.51% son suelos con algún factor limitante menor que hace necesaria la aplicación de técnicas específicas, predominando la agricultura estacional, con un cultivo anual, y el municipio de Huamantla tiene la mayor extensión territorial con 21,743.87 has. El 68.11% corresponde a suelos con potencial bajo, sólo útiles para el pastoreo de ganado caprino; los municipios de Huamantla y Atltzayanca concentran la mayor extensión territorial de este tipo de suelo. El 79.94% son suelos no aptos para la explotación forestal; en tanto, el 7.03% corresponde a suelos con orientación doméstica, localizados esencialmente en el municipio de Terrenate y Atltzayanca y finalmente, en relación a la aptitud territorial el 40.50% del territorio es apto para uso agrícola, el 9.00% para uso pecuario, el 3.62% uso urbano y el 0.33% forestal (POTDUT, 2017).

En la región se localiza el corredor industrial Apizaco Xaloztoc Huamantla que alberga 11 industrias, representando el 3.53% a nivel estatal industrial de esta categoría; asimismo, se ubica la Ciudad Industrial Xicohtécatl II con 12 industrias, también en el municipio de Zitlaltepec se cuenta con una reserva territorial para uso industrial llamada Ciudad Industrial Xicohtécatl IV; en el mismo sentido, en el municipio de Huamantla se cuenta con disponibilidad de suelo para la industria, a propósito de la proximidad del complejo automotriz AUDI que se ubica en San José Chiapa, Puebla (POTDUT, 2017).

3.2. Recursos hidrológicos y disponibilidad en la Región Oriente

El estado de Tlaxcala cuenta con cuatro acuíferos: Alto Atoyac (2901), Soltepec (2902), Huamantla (2903) y Emiliano Zapata (2904); de los cuales a la Región Oriente le corresponden los acuíferos de Huamantla y Emiliano Zapata. El primero ocupa la porción oriente del estado, con 970 km², con un decreto de veda de fecha 19 de agosto de 1954 con una disponibilidad actual de 15.69 millones de metros cúbicos; así mismo, el acuífero Emiliano Zapata se ubica en la porción nororiente del estado, con una extensión territorial de 177 km², es un acuífero con condición de libre alumbramiento que por sus condiciones geohidrológicas particulares y difíciles para la explotación del agua subterránea, no tiene gran desarrollo (CONAGUA, 2003, 2009).

Disponibilidad Huamantla (2903)¹: De acuerdo con el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) para Huamantla la recarga anual (RMA) es de 96 millones de metros cúbicos/año (Mm³), el volumen anual de extracción de agua subterránea (VEAS) es de 62.41 Mm³; la demanda natural

¹ Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica (DMA) = Recarga total media anual (RMA) – Descarga natural comprometida (DNC) - Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPGA (VEAS) (CONAGUA, 2020).

comprometida (DNC) es de 17.9 Mm³ y la disponibilidad de aguas subterráneas (DMA) de 15.69 Mm³ (CONAGUA, 2020; INEGI, 2020).

$$\text{DMA} = \text{RMA} - \text{DNC} - \text{VEAS}$$

$$15.69 = 96.00 - 17.9 - 62.41$$

Disponibilidad Emiliano Zapata (2904): Para el acuífero Emiliano Zapata la recarga anual (RMA) es de 6 millones de metros cúbicos/año (Mm³), el volumen anual de extracción de agua subterránea (VEAS) es de 0.74 Mm³; la demanda natural comprometida (DNC) es de 4.9 Mm³ y la disponibilidad de aguas subterráneas (DMA) de 0.36 Mm³ (CONAGUA, 2020; INEGI 2020).

$$\text{DMA} = \text{RMA} - \text{DNC} - \text{VEAS}$$

$$0.36 = 6.0 - 4.9 - 0.74$$

3.3. Fuentes de abastecimiento de agua

De acuerdo con la información disponible se observa que la Región Oriente en el año 2010 contaba con un total de 90 fuentes de abastecimiento de agua potable, de las cuales 72 eran pozos profundos y 18 manantiales, concentrándose en los municipios de Huamantla, Atltzayanca y Terrenate; con un volumen total de extracción concesionado en los 9 municipios de la Región Oriente de 11 millones 430 mil metros cúbicos de agua, volúmenes que se concentran en Huamantla, El Carmen e Ixtenco. Mientras que para el año 2017 se contaba con un total de 95 fuentes de abastecimiento de agua potable, de las cuales 76 son pozos profundos y 19 manantiales (INEGI, 2012). De acuerdo con la información lo anterior represento un incremento de 5 fuentes en el período, de los cuales 4 son pozos profundos, si observamos el volumen total extraído se redujo en el último año, lo que demuestra una menor extracción por unidad de fuente y por lo tanto un proceso de sobreexplotación de las fuentes impulsado por la fuerte competencia de demanda de agua desatada entre los diferentes usos en la zona (Tabla 1).

Tabla 1. Región Oriente. Fuentes de agua potable 2010-2017

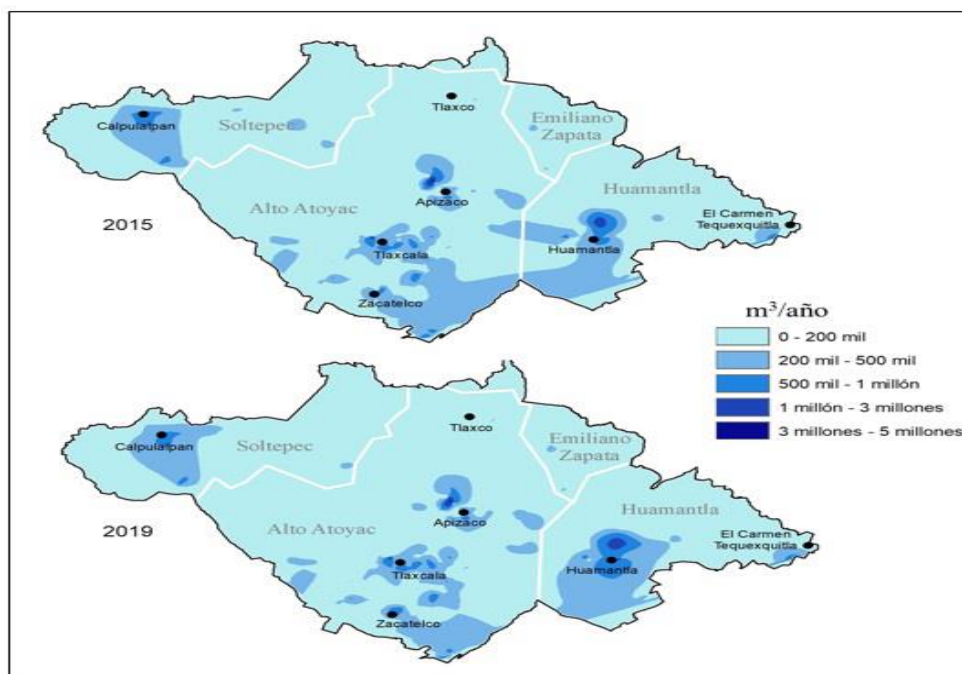
Municipio	Total 1 2010	Total 2017	Tipo de fuente				2010 Vol. Extr. miles m ³	2017 Vol. Extr. miles m ³
			Pozo 2010	Pozo 2017	Manantia 1 2010	Manantia 1 2017		
Altzayanca	20	20	15	15	5	5	808	802
El Carmen Tequexquitla	6	7	5	6	1	1	1,247	1,453
Cuapiaxtla	10	11	10	11	0		740	702
Huamantla	28	29	25	26	3	3	5,711	6,171
Ixtenco	3	3	2	2	1	1	1,249	344
Terrenate	15	15	10	10	5	5	797	797
Ziltlaltépec de T.S	2	2	2	2	0		511	460
Emiliano Zapata	3	4	1	1	2	3	242	242
Lázaro Cárdenas	3	4	2	3	1	1	125	125
Total	90	95	72	76	18	19	11,430	11,096

Fuente: elaboración propia con base en INEGI, Censos de Gobierno y Anuario Estadístico de Tlaxcala, 2012 y 2017.

3.4. La extracción por usos

De manera más específica y de acuerdo con Hernández y otros (2021) con base en los datos de los volúmenes de agua concesionados a los municipios para consumo humano, incluyendo uso doméstico y público urbano, los volúmenes extraídos para uso humano de los pozos correspondientes a los cuatro acuíferos del territorio tlaxcalteca se ilustran en la figura 1.

Figura 1. Volumen de agua subterránea extraído en el estado de Tlaxcala. Usos doméstico y público-urbano, Pozos 2015 y 2020



Fuente: Hernández y Otros (2021) con base en CONAGUA, 2021.

Se puede apreciar en general, que la mayor intensidad de extracción se realiza en áreas cercanas a los principales centros de población urbanos; pero particularmente y para el caso que nos ocupa, se aprecia una intensificación (color azul oscuro) de la extracción de agua en el área conurbada de la ciudad de Huamantla, cabecera de la región oriente, en el período que va del año 2015 a 2020. Por lo anterior, de acuerdo con los autores y los datos de volumen concesionado de agua subterránea para uso público urbano² se muestra qué en los municipios más poblados de la entidad como Huamantla, se ha extraído más agua hacia el año 2020.

Así mismo, de acuerdo con la misma investigación citada (Hernández, 2021), en donde según el cálculo de la “tasa de cambio en los volúmenes extraídos para consumo humano” entre el año 2015 y 2020, los municipios de la Región Oriente que registraron un mayor aumento en los volúmenes extraídos de agua para consumo humano fueron Huamantla y El Carmen Tequexquitta. Es evidente que lo anterior obedece al aumento del número de viviendas y por lo tanto al crecimiento del número

² Huamantla: todos los usos: 62.41 Mm³, Público urbano: 11.27/ E. Zapata: todos los usos: 0.74, Público urbano: 0.23 (CONAGUA, citado; Hernández, 2021).

de tomas domiciliarias, tanto domésticas- habitacionales, como de servicio público y comerciales que se da en los últimos años, provocado por la expansión industrial y urbana de la región, con la consiguiente competencia entre usos. Lo que se confirma cuando analizamos la información censal de los años 2010 y 2020 sobre servicios de agua potable en los municipios de la región en estudio, lo que refleja un aumento de la extracción de agua subterránea (como ya se vio en la tabla 1).

3.5. Población y viviendas con servicios de agua potable

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (POTDUT, 2017) y respecto al servicio de agua potable, la Región Oriente en el año de 1970 por grado de disponibilidad (“sin disponibilidad de agua”) se calificaba como “medio”, ya que 7,857 viviendas (el 72.06%) no tenían agua potable; en tanto, para el año 2015 el grado “sin disponibilidad de agua” fue “bajo”, al registrar solo 622 viviendas en esa situación (el 1.78%). De acuerdo con la misma fuente, el servicio de drenaje, en 1970 el grado sin disponibilidad de drenaje era muy alto, ya que 8,614 (79.68%) viviendas no tenían drenaje; en tanto, para el 2015 el grado sin disponibilidad de drenaje fue bajo, al registrar 3,343 (9.06%) viviendas. A continuación, y de acuerdo con la información censal se ilustra el crecimiento de la población, la evolución de las viviendas con agua potable y la cobertura en porcentaje (Tabla 2).

Tabla 2. Región Oriente. Población con servicio de agua potable 2010-2020

No	Municipio	Población		Crec. %	Viv.Par.Hab		Vph.Con Aguapot		Crec. %	Cobert.Ap%	
		2010	2020		2010	2020	2010	2020		2010	2020
004	Atltzayanca	15,935	18,111	14	3,593	4,535	3,585	4,531	26.39	99.78	99.91
	El										
007	C.Tequexquitla	15,368	17,332	13	3,331	4,163	3,312	4,154	25.42	99.43	99.78
008	Cuapiaxtla	13,671	16,222	19	3,171	3,875	3,166	3,859	21.89	99.84	99.59
					18,99	23,98	18,88	23,93			
013	Huamantla	84,979	98,764	16	1	9	4	2	26.73	99.44	99.76
016	Ixtenco	6,791	7,504	10	1,690	1,970	1,688	1,966	16.47	99.88	99.80
030	Terrenate	13,775	15,475	12	2,998	3,773	2,993	3,765	25.79	99.83	99.79
	Ziltlaltépec de										
037	T.	8,224	9,207	12	1,807	2,235	1,797	2,230	24.10	99.45	99.78
	Emiliano										
046	Zapata	4,146	4,951	19	939	1,240	936	1,234	31.84	99.68	99.52
	Lázaro										
047	Cárdenas	2,769	3,534	28	634	910	633	900	42.18	99.84	98.90
		165,65	191,10		37,15	46,69	36,99	46,57			
	Total R. Oriente	8	0	15	4	0	4	1	25.89	99.57	99.75

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI, Censos de población y vivienda 2010 y 2020.

Finalmente se estimó la disponibilidad y dotación de agua por habitante de la región (Tabla 3), resultando lo siguiente: de acuerdo a la información de disponibilidad anual, la disponibilidad promedio anual por habitante paso de 265 litros por habitante/día en el año 2010 a 230 litros en el 2020 (CONAGUA, 2020) y de acuerdo a los volúmenes extraídos la dotación media anual³ paso de 186 litros por habitante/día en el año 2010 a 164 en el año 2017, lo que hace evidente una fuerte reducción tendencial de la disponibilidad de agua total y per cápita en la región durante el período y en adelante (INEGI, CONAGUA, 2020).

Tabla 3. Región Oriente Disponibilidad 2010 - 2020 (l/h/d)

Parámetro/ Años	Disponibilidad			Dotación		
	2010	2020	Tasa de Crecimient o %	2010	2017	Tasa de Crecimient o %
Litros/año	16, 050,000,000	16, 050,000,000	0	11,430,000,00 0	11,096,000,00 0	-2.92
Población	165,658	191,100	15.30	165,658	185,126	11.75
Ltrs/hab/dí a	265	230	-13.20	185.67	164.21	-11.56

Nota: Dotación= D.lt.año/P/365= l/h/d. (litros por habitante día).

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI 2012, 2017; CONAGUA, 2020; INEGI, 2010 y 2020.

3.6. Contaminación y saneamiento del agua

Uno de los principales efectos del desarrollo urbano es su expansión indiscriminada sobre el entorno inmediato, mismo que se expresa en cambios en el uso del suelo y el deterioro de la cubierta vegetal, con la consecuente pérdida de los servicios ambientales ligados a ésta, como la captación de agua de lluvia, la recarga de acuíferos, la captura de gases de efecto invernadero y la regulación climática, entre otros. Las actividades urbanas generan diversos tipos de residuos sólidos y líquidos, así como de gases que son emitidos a la atmósfera. A medida que la población crece y aumenta la actividad económica, la cantidad de residuos asciende, las descargas de aguas residuales son el principal factor de contaminación, el deficiente e insuficiente tratamiento de las aguas residuales provoca la creciente contaminación de los cuerpos de agua, no solo los superficiales, sino también de las aguas subterráneas, lo que representa un impacto negativo sobre el medio. Es por ello que el tratamiento de las aguas residuales es esencial para la salud de los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana.

En el año 2010 se registraron 70 puntos de descargas de aguas residuales sin tratamiento en la entidad; el 40% de éstos se localiza en suelo o barranca y 39% en ríos o arroyos. Ello resume la problemática general a l respecto. Dieciséis municipios, concentran 40% del total de puntos de descargas de aguas

³ La disponibilidad se estima en base a la disponibilidad media anual (DMA) de CONAGUA 2000 y la dotación en base a los volúmenes de agua extraída en los años respectivos (ver Tabla 1).

residuales sin tratamiento en suelos o barrancas de la entidad: Atlangatepec, Calpulalpan, Cuapixtla, Cuaxomulco, Chiautempan, Españita, Hueyotlipan, Ixtenco, Tenancingo, Tepeyanco, Zitlaltépec de Trinidad Sánchez Santos, Tzompantepec, Xaltocan, San Jerónimo Zacualpan, San Lorenzo Axocomanitla y San Lucas Tecopilco (INEGI, 2013).

De acuerdo con la información, la Región Oriente cuenta actualmente con 44 plantas de tratamiento de aguas residuales, en su mayoría para tratamiento secundario, distribuidas en 8 de los 9 municipios; mientras que en el 2010 se contaba con solo 6 plantas con tratamiento mayoritariamente primario y en solo 5 municipios, como se puede apreciar en la tabla 4.

Tabla 4. Región Oriente. Saneamiento 2010-2017

Municipio	Total		Sitios de tratamiento de aguas residuales y nivel de saneamiento			
	2010	2017	Prim 2010	Prim 2017	Secundario 2010	Secundario 2017
Alzayanca	1	7	1	1		6
El Carmen	1				1	
Tequexquitla		5				5
Cuapixtla	1	2	1	1		1
Huamantla	1	15	1	1		14
Ixtenco		1				1
Terrenate		8				8
Zitlaltépec de T.		1				1
Emiliano Zapata	2	5	2	2		3
Lázaro Cárdenas						
Total	6	44	5	5	1	39

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI, Censo de Gobierno 2012 y POTDUT, 2017.

Lo anterior refleja un fuerte crecimiento de la infraestructura, de la mano del reciente aumento de las actividades industriales, particularmente de la industria automotriz en la zona. Así mismo e igual que la información analizada, se observa el aumento del número de plantas e infraestructura hidráulica de saneamiento en un corto período de tiempo, pero también su concentración en algunos de los 9 municipios, no obstante, continuará la contaminación provocada por aquellos procesos y la sobreexplotación de las fuentes de agua, lo que pone en riesgo de contaminación y de abatimiento a los acuíferos y las fuentes de abastecimiento de la Región.

Otro elemento de gran importancia que refleja y demuestra el fuerte impacto registrado sobre los recursos hídricos en la región en estudio, es el fuerte crecimiento de las unidades económicas y el personal ocupado en los principales municipios de la Región Oriente durante el período 2008 – 2018 (INEGI, 2019), toda vez que dichas actividades pasaron a ser fuertes demandantes de agua durante

el período en estudio. Como se puede apreciar en la siguiente tabla, se dio un notable crecimiento en las dos variables en el total municipal y en el sector manufacturas, en los 9 municipios, pero particularmente, en el subsector “fabricación de equipo de transporte” y en la rama “fabricación de partes de vehículos automotores” en unidades económicas y personal ocupado en el municipio de Huamantla y Cuapiaxtla (Tabla 5).

Tabla 5. Región Oriente. Unidades económicas y personal ocupado 2008-2018

Municipio	Actividad económica	2008		2018	
		U E	P. O	U. E	P.O.
004 Atltzayanca	Total	284	842	369	848
004 Atltzayanca	Sector 31-33 Industrias manufactureras	66	217	78	378
007 El Carmen T.	Total municipal	787	1,782	918	1,898
007 El Carmen T.	Sector 31-33 Industrias manufactureras	105	368	157	419
007 El Carmen T.	Subsector 336 Fabricación de equipo de trans.	2	0	2	0
008 Cuapiaxtla	Total municipal	375	955	581	1,649
008 Cuapiaxtla	Sector 31-33 Industrias manufactureras	56	186	89	611
008 Cuapiaxtla	Subsector 336 Fabricación de equipo de trans.	0	0	1	0
013 Huamantla	Total municipal	3,472	14,140	4,837	17,243
013 Huamantla	Sector 31-33 Industrias manufactureras	546	5,872	743	7,179
013 Huamantla	Subsector 336 Fabricación de equipo de trans.	1	0	5	1,962
013 Huamantla	Rama 3363 Fabricación de partes vehículos auto.	1	0	5	1,962
016 Ixtenco	Total municipal	376	796	562	957
016 Ixtenco	Sector 31-33 Industrias manufactureras	87	191	130	238
030 Terrenate	Total municipal	270	565	420	699
030 Terrenate	Sector 31-33 Industrias manufactureras	27	59	55	105
037 Ziltlaltépec T.	Total municipal	240	490	357	1,946
037 Ziltlaltépec T.	Sector 31-33 Industrias manufactureras	54	114	57	1,387

046 Emiliano Zapata	Total municipal	103	370	184	458
046 Emiliano Zapata	Sector 31-33 Industrias manufactureras	42	258	76	270
047 Lázaro Cárdenas	Total municipal	111	230	143	253
047 Lázaro Cárdenas	Sector 31-33 Industrias manufactureras	12	37	23	59

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI. Censos Económicos 2019. Resultados definitivos.
Fecha de la consulta: 10/11/2021. U.E.: Unidades económicas; P.O.: Personal ocupado.

4. Conclusiones

Los impactos ocasionados por el proceso de industrialización en la Región Oriente del estado de Tlaxcala, particularmente por la instalación del complejo automotriz AUDI y toda la gama de empresas que supone se han visto reflejados en una creciente desigualdad en el uso y distribución del recurso agua, aumento de la competencia entre usos que está provocando una nueva reconfiguración del territorio en términos económicos, sociales y ambientales.

La disponibilidad del recurso hídrico en la Región Oriente se ha reducido debido al aumento de la población, al proceso de industrialización y derivado de la instalación de empresas manufactureras de la rama automotriz que demandan altas cantidades de agua para sus procesos productivos.

Se observó que en la región que el total de agua extraído se redujo en el último año del período, al mismo tiempo se observó una menor extracción por unidad de fuente y por lo tanto un proceso de sobreexplotación de las fuentes impulsado por la fuerte competencia de demanda de agua desatada entre los diferentes usos en la zona.

La mayor intensidad de extracción se realiza en áreas cercanas a los principales centros de población urbanos, particularmente el área conurbada de la ciudad de Huamantla, derivado del aumento en el número de viviendas, del crecimiento del número de tomas domiciliarias, tanto domésticas- habitacionales, como de servicio público y comerciales que se da en los últimos años, provocado por la expansión industrial y urbana de la región.

Elemento de gran importancia que refleja y muestra el fuerte impacto registrado sobre los recursos hídricos en la región es el crecimiento de las unidades económicas y el personal ocupado en los principales municipios de la Región Oriente durante el período ya que dichas actividades son por naturaleza fuertes demandantes de agua.

Lo anterior hace evidente la fuerte reducción tendencial de la disponibilidad de agua total y per cápita en la región durante el período y en adelante. Es necesario diseñar de manera conjunta con las autoridades, las empresas y la participación activa de la población, un plan para aumentar la conservación, captación y optimizar el uso del agua.

5. Referencias bibliográficas

- CONAGUA (2003). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 31 de enero de 2003. Diario Oficial de la federación DOF. Acuerdo.
CONAGUA (2009). Programa Nacional Hídrico 2007-2012

- CONAGUA (2021). Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Información Geográfica del Agua. Disponibilidad Media Anual de Aguas Subterráneas. Consulta 25 de mayo 2021. <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/tlaxcala/tlaxcala.html>
- Carrasco Lozano, Maria Eugenia (2009). Mujer y Agua Potable: Un Análisis De Sustentabilidad y Gestión del Recurso a Partir Del Uso Doméstico En El Municipio De Tlaxcala. Tesis de grado. COLTLAX.
- Harvey, D. (2004). El Nuevo Imperialismo. Akal, Madrid.
- Harvey, D. (2005). El "nuevo" imperialismo: acumulación por desposesión. Socialist register 2004 (enero 2005). Buenos Aires: CLACSO, 2005. <http://biblioteca.clacso.org.ar/clacso/se/20130702120830/harvey.pdf>
- Harvey, D. (2021). Espacios del capitalismo global. Hacia una teoría del desarrollo geográfico desigual. España: Akal
- Hernández y Otros (2021). El agua para consumo humano en Tlaxcala: un escenario rumbo a la agenda 2030. En Grandes retos de Tlaxcala. El Colegio de Tlaxcala, A. C.
- IMTA (2017). Mexicanos por encima del promedio mundial en consumo de agua, <https://www.gob.mx/imta/articulos/mexicanos-por-encima-del-promedio-mundial-en-consumo-de-agua> consultado el 18 de noviembre de 2021.
- INEGI (2012). Censos de Gobierno. Medio Ambiente. Agua Potable y saneamiento.
- INEGI (2013). Estadística Básica Sobre Medio Ambiente. Datos De Tlaxcala. Boletín de Prensa Núm. 140/13 10 de abril, 2013 Tlaxcala, Tlax.
- INEGI (Varios años). Anuario Estadístico. Tlaxcala.
- López, Z. Rafael (2014). Los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en la Ciudad de Puebla. Sujetos sociales, poder y modelo de gestión 1984-2010. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Pérez, Lucía (2018). Audi niega que use tecnología para manipular la caída de lluvia en Tlaxcala. El Financiero 11 de septiembre 2018. <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/audi-niega-que-use-tecnologia-para-manipular-la-caida-de-lluvia-en-tlaxcala/>
- SECODUVI (2013). Programa de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Tlaxcala POT. Gobierno del estado de Tlaxcala 2011-2016.
- Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Vivienda (2017). Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano PEOTDU. Gobierno del estado de Tlaxcala 2017-2021.
- Secretaría de Planeación y Finanzas (2020). Agenda estadística 2020. Gobierno del Estado de Tlaxcala.
- Vázquez, José Dionicio (2007). La migración internacional como estrategia de reproducción familiar en la región oriente de Tlaxcala. Tesis de grado. El Colegio de Tlaxcala.



Esta obra se encuentra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0. Internacional. Reconocimiento - Permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando reconozca y cite al autor original. No Comercial – Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales, a menos que se obtenga el permiso.