



Apropiación social del agua en Puebla

Una mirada desde el metabolismo social



Enrique Zunzunegui Escamilla
Miguel Ángel Morales Mora

Apropiación social del agua en Puebla

Una mirada desde el metabolismo social

Las opiniones vertidas en el presente documento son responsabilidad única de las y los autores, y no representa la postura de la institución que edita.

Enrique Zunzunegui Escamilla
Miguel Ángel Morales Mora

Apropiación social del agua en Puebla

Una mirada desde el metabolismo social

Enrique Zunzunegui Escamilla
Miguel Ángel Morales Mora

Apropiación social del agua en Puebla
Una mirada desde el metabolismo social

Enrique Zunzunegui Escamilla
Miguel Angel Morales Mora
Autores

Eduardo Jáuregui Sainz de Rozas
Aranza Damaris Ortega Contreras
María Ixel Hernández Hernández
Corrección de estilo

Laura Alejandra Fernández Gutiérrez
Diseño editorial y de portada

Sergio Salomón Céspedes Peregrina
Gobernador Constitucional del Estado de Puebla

Javier Aquino Limón
Secretario de Gobernación del Estado de Puebla

Gabriela Bonilla Parada
Presidenta del Sistema Estatal para el
Desarrollo Integral de la Familia

Charbel Jorge Estefan Chidiac
Secretario de Educación del Estado de Puebla

Edgar Valentín Garmendia de los Santos
Presidente de la Junta de Gobierno y Coordinación Política del
H. Congreso del Estado Libre y Soberano de Puebla

María Belinda Aguilar Díaz
Presidenta del Tribunal Superior de Justicia del Estado de Puebla

Victoriano Gabriel Covarrubias Salvatori
Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Puebla

Luis Gerardo Aguirre Rodríguez
Editor Jefe del Área de Publicaciones

María Ixel Hernández Hernández
Editora del Área de Publicaciones

Primera edición, México, 2024

Publicado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla
(CONCYTEP)
B Poniente de La 16 de Sept. 4511,
Col. Huexotitla, 72534. Puebla, Pue.

ISBN: 978-607-8963-23-2

CÓDIGO IDENTIFICADOR CONCYTEP: C-L-2024-03-33

La información contenida en este documento puede ser reproducida total
o parcialmente por cualquier medio, indicando los créditos
y las fuentes de origen respectivas.

Contenido

Presentación	15
Introducción.....	16
Capítulo 1. Situación de los recursos hídricos en Puebla.....	17
1.1 Agua de lluvia.....	17
1.2 Agua subterránea	22
1.3 Agua superficial.....	23
Capítulo 2. Una mirada desde el metabolismo social.....	25
2.1 El enfoque sistémico	25
2.2 El metabolismo social	26
2.3 El nexo agua-alimentos	27
2.4 El metabolismo hídrico	28
2.5 El MuSIASEM	29
Capítulo 3. Apropiación social del agua por región.....	32
3.1 Región 1 Xicotepec.....	34
3.2 Región 2 Huauchinango.....	40
3.3 Región 3 Zacatlán	44
3.4 Región 4 Huehuetla	48
3.5 Región 5 Zacapoaxtla	52
3.6 Región 6 Teziutlán.....	56
3.7 Región 7 Chignahuapan.....	61
3.8 Región 8 Libres	65
3.9 Región 9 Quimixtlán	71
3.10 Región 10 Acatzingo	75
3.11 Región 11 Ciudad Serdán	79
3.12 Región 12 Tecamachalco	84
3.13 Región 13 Tehuacán.....	88
3.14 Región 14 Sierra Negra	93
3.15 Región 15 Izúcar de Matamoros.....	97
3.16 Región 16 Chiautla.....	101
3.17 Región 17 Acatlán.....	105
3.18 Región 18 Tepexi de Rodríguez	110
3.19 Región 19 Atlixco.....	116
3.20 Región 20 San Martín Texmelucan	120
3.21 Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla.....	125
3.22 Región 32 Tepeaca.....	130
Capítulo 4 Reflexión final.....	136
Bibliografía.....	138

Presentación

A través de este estudio se da a conocer el estado y la dinámica del agua a partir de su apropiación social en los 217 municipios, agrupados en 32 regiones económicas del estado de Puebla. Es importante mencionar que dicha apropiación se refiere al agua que ha sido concesionada o asignada —individual o colectivamente— por la autoridad competente en la materia. Esta aproximación al conocimiento del agua toma en cuenta los efectos de las restricciones biofísicas del territorio sobre la disponibilidad del recurso hídrico y su impacto en el ciclo hidrológico, y analiza cómo se distribuye, consume y transforma el agua por sector (agropecuario, económico y social) durante los procesos del metabolismo socioeconómico que realiza la sociedad poblana.

El estudio reconoce que el agua es un tema de alta complejidad que requiere ser analizado bajo un enfoque sistémico y que la mejor vía para hacer un diagnóstico, también sistémico, es mediante la aplicación de marcos teóricos y metodológicos basados en el metabolismo social. Los resultados se presentan a través de múltiples tablas, mapas y figuras, así como a través de indicadores de presión hídrica.

Con este documento se pretende contribuir con una fuente de información esencial para investigadores, sectores social y económico y tomadores de decisiones que requieran conocer sobre el metabolismo hídrico sectorial e identificar los puntos críticos de la apropiación del agua destinada al consumo humano y su competencia con el resto de los sectores, en especial, con el agropecuario.

Introducción

El agua es el motor del bienestar social, del desarrollo económico, de la generación de energía y de la sustentabilidad de los ecosistemas. Por esta consideración, es necesario conocer el estado y la dinámica del agua: cómo es apropiada, consumida y transformada, las presiones que sus usos sectoriales ejercen sobre las fuentes de aprovechamiento y cómo la variabilidad climática, la deforestación y la contaminación alteran el ciclo hidrológico y afectan la disponibilidad del recurso hídrico.

En este sentido, *Apropiación social del agua en Puebla* es un documento que caracteriza y describe los procesos del metabolismo hídrico desde un enfoque sistémico que permitió analizar las interrelaciones entre los subsistemas social, económico y natural como parte del sistema socionatural del agua en Puebla. El presente documento incluye el índice de presión hídrica causada por el agua destinada al uso público urbano y muestra aquellos municipios que requieren de una urgente intervención para mejorar la gestión integral que permita cubrir la demanda de agua que cada habitante requiere para su consumo e higiene.

Para analizar la apropiación social del agua, se agruparon los diferentes usos en tres sectores: agropecuario, que incluye el uso para la acuicultura, la agricultura y la ganadería; el económico, considera diferentes usos, doméstico, industrial y servicios; y el social, que toma en cuenta el uso público urbano, es decir, el agua destinada al consumo humano.

El documento está integrado por cuatro capítulos. En el primero se da cuenta de las restricciones biofísicas del territorio, en el capítulo dos se describe una síntesis de marco teórico y metodológico, el capítulo tres aborda la apropiación del agua por cada una de las 32 regiones de Puebla y, finalmente, el capítulo cuatro recoge los resultados de las regiones y los presenta a nivel estatal a manera de reflexión final.

La realización de este documento solo fue posible gracias al apoyo del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (CONCYTEP), principal promotor de la investigación y generación de conocimiento en la entidad.

Capítulo 1. Situación de los recursos hídricos en Puebla

Las restricciones biofísicas del territorio —especialmente la variabilidad climática y la deforestación—, el crecimiento poblacional y el desarrollo económico son la causa principal de la alteración de los ciclos hidrológicos y del incremento de la presión sobre acuíferos y cuencas para disponer de agua suficiente que la sociedad poblana requiere para su metabolismo socioeconómico.

1.1 Agua de lluvia

La distribución de la precipitación pluvial es muy variada: va desde los 300 mm en la zona de Tehuacán, hasta los 4,500 mm en la zona de Cuetzalan, ubicada en la sierra Nororiental (INEGI, 2006) Figura 1). Entre 1990 y 2022 el año con mayor lluvia fue 1999 (2,139 mm) y el año con menor lluvia se presentó en 2022 (939 mm); el promedio anual es de 1,390 mm (SMN, 2023) (Tabla 1).

Figura 1. Distribución de la precipitación anual.

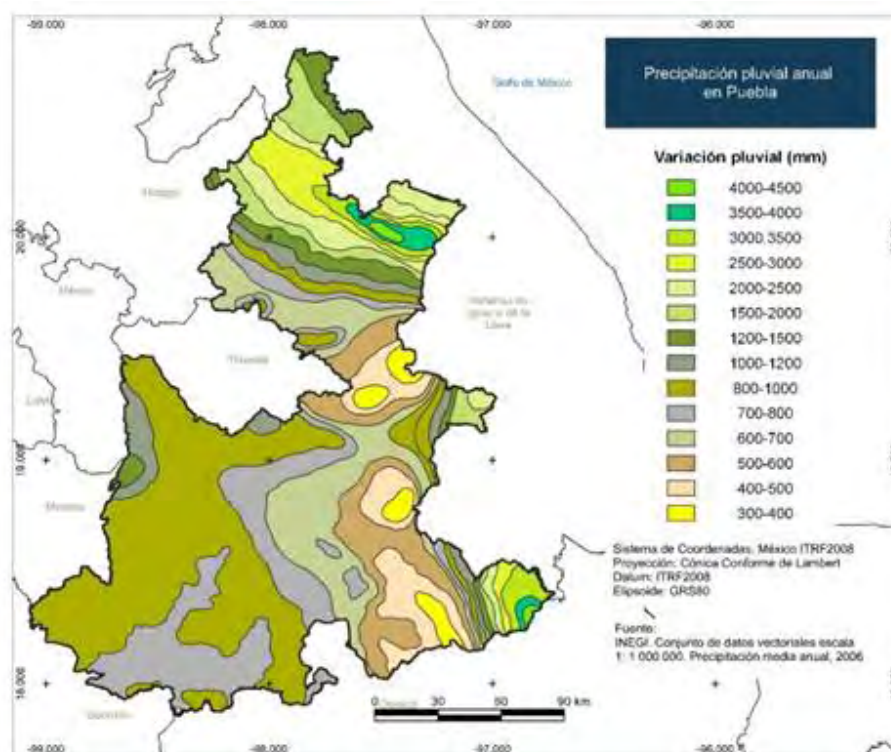


Tabla 1. Precipitación mensual, 1990-2022.

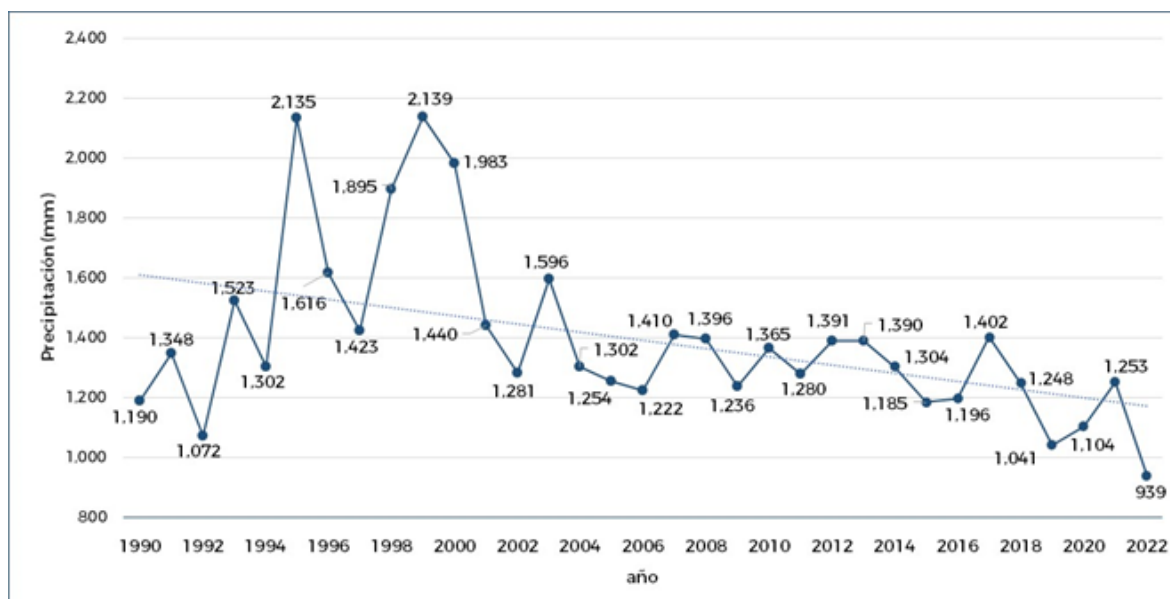
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
1990	23.7	41.6	40.0	73.6	101.2	146.9	188.3	138.1	171.6	161.5	65.2	38.3	1,190
1991	15.3	16.2	6.8	34.0	123.9	232.7	224.8	98.0	310.1	183.1	67.7	35.0	1,348
1992	72.8	23.6	16.5	34.6	95.4	134.6	131.9	148.9	196.3	160.3	50.5	6.4	1,072
1993	8.7	15.8	45.1	28.4	31.8	190.1	176.6	351.1	489.1	118.5	59.0	8.3	1,523
1994	29.0	26.7	6.7	49.6	65.1	107.1	124.4	365.8	243.3	160.6	85.0	39.0	1,302
1995	42.9	48.9	33.2	32.2	164.6	223.3	342.8	518.2	282.3	263.9	111.2	71.5	2,135
1996	7.3	19.9	25.8	35.8	34.7	310.6	256.6	419.1	244.5	144.4	88.3	29.4	1,616
1997	8.0	28.4	81.6	60.3	82.0	96.2	321.3	183.0	267.7	190.8	77.5	26.4	1,423
1998	24.3	6.6	18.9	19.7	2.1	120.7	362.5	234.9	456.2	475.9	146.2	26.7	1,895
1999	15.4	26.5	20.3	41.1	42.5	304.3	334.0	364.0	462.3	414.9	75.7	37.7	2,139
2000	39.0	54.6	26.7	135.7	185.0	419.8	212.9	364.7	245.2	139.3	74.5	85.7	1,983
2001	23.4	40.8	43.7	63.4	75.8	207.4	221.9	239.6	282.8	163.8	47.1	30.3	1,440
2002	29.0	31.3	19.2	21.4	53.0	217.6	247.2	141.6	273.9	172.9	61.3	12.3	1,281
2003	33.8	8.0	14.9	34.3	64.8	233.5	201.7	283.5	431.8	202.5	60.1	27.1	1,596
2004	29.4	8.7	66.2	76.4	93.8	218.5	187.1	212.3	232.3	145.1	14.5	18.0	1,302
2005	13.6	20.8	22.2	28.6	65.2	168.6	193.5	306.9	129.7	257.9	33.0	13.9	1,254
2006	29.8	35.0	28.0	27.5	119.9	146.5	191.4	203.7	213.9	109.0	83.3	33.7	1,222
2007	18.9	44.4	21.9	49.6	75.0	130.8	190.5	365.2	310.4	131.5	46.4	25.5	1,410
2008	35.8	17.9	12.7	82.0	63.6	312.8	266.2	163.3	264.6	138.4	24.9	13.7	1,396
2009	23.5	58.9	12.8	29.8	91.7	168.8	153.0	164.3	349.9	132.6	30.8	20.3	1,236
2010	59.8	61.1	15.4	55.1	37.2	117.1	354.4	279.2	273.6	62.5	43.0	6.7	1,365
2011	15.8	7.4	26.6	39.1	71.3	225.8	290.5	261.1	167.9	85.9	59.8	28.8	1,280
2012	44.7	57.5	29.3	42.1	60.5	231.1	273.7	333.3	201.7	63.2	42.2	11.2	1,391
2013	8.3	11.7	16.3	20.5	92.5	204.5	203.2	227.9	349.1	125.2	104.9	26.0	1,390
2014	11.2	5.8	33.7	35.4	161.2	308.0	147.8	144.1	217.5	171.4	33.1	34.3	1,304
2015	30.6	10.9	92.8	45.6	124.2	164.6	132.7	132.9	236.0	113.9	89.3	11.7	1,185
2016	27.6	5.6	54.2	53.9	69.5	225.8	174.9	218.5	200.0	81.2	48.8	35.9	1,196
2017	4.4	8.0	32.3	37.4	130.5	217.0	204.3	311.3	322.5	114.8	12.0	7.9	1,402
2018	32.4	14.3	29.7	84.6	72.1	260.1	76.9	238.8	173.1	167.3	84.8	13.6	1,248
2019	6.8	9.1	11.4	8.0	51.7	223.2	164.5	150.6	182.7	194.1	29.1	9.4	1,041
2020	25.9	12.8	9.6	41.3	68.5	171.9	172.2	239.0	285.1	40.5	29.6	7.9	1,104
2021	33.0	7.2	14.1	31.5	147.5	243.7	135.7	231.7	265.0	101.2	36.5	5.4	1,253
2022	24.3	12.6	10.3	38.3	27.0	152.6	129.7	194.7	220.5	82.1	32.0	15.3	939
Promedio	26	24	28	45	83	207	212	249	271	160	59	25	1,390

Fuente: SMN, 2023.

Como se muestra en la Figura 2, a partir del 2003 existe una clara tendencia hacia la disminución de la precipitación pluvial promedio: en 2022 el agua de lluvia disminuyó 41 % (657 mm) respecto a 2003. <

Por su parte, en la Figura 3 se observa que la distribución del agua de lluvia no es homogénea en las distintas épocas del año y que su ciclo es, cada vez, más errático. Por ejemplo: mientras que en 2010 la precipitación de julio fue de 354.4 mm, en 2020 apenas llegó a 172.2 mm

Figura 2. Precipitación media anual histórica 1990-2022.



Fuente: Elaborada con información de SMN, 2023.

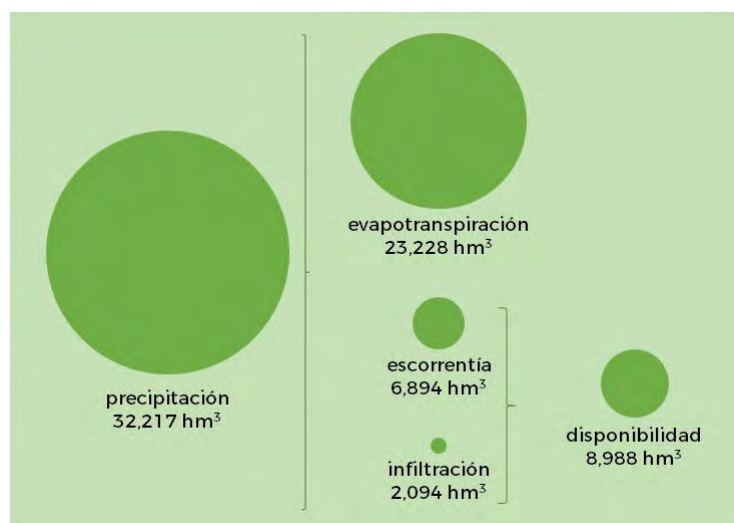
Figura 3. Precipitación mensual 2010,2015 y 2020.



Fuente: Elaborada con información de SMN, 2023.

De acuerdo con el ciclo hidrológico, 32,217 hm³ de agua de precipitación total en Puebla en 2022, 72.1 % (23,228 hm³/año) se evapotranspira y regresa a la atmósfera, 21.4 % (6,894 hm³/año) escurre por las corrientes de agua y el restante 6.5 % (2,094 hm³/año) se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos. Esto significa que se dispone de una oferta de 27.9 % (8,988 hm³/año) para mantener las necesidades metabólicas del sistema socioambiental (Figura 4).

Figura 4. Componentes del ciclo hidrológico en 2022



Fuente: Elaborada con información de Conagua, 2018. Adaptada de Carabias, 2005.

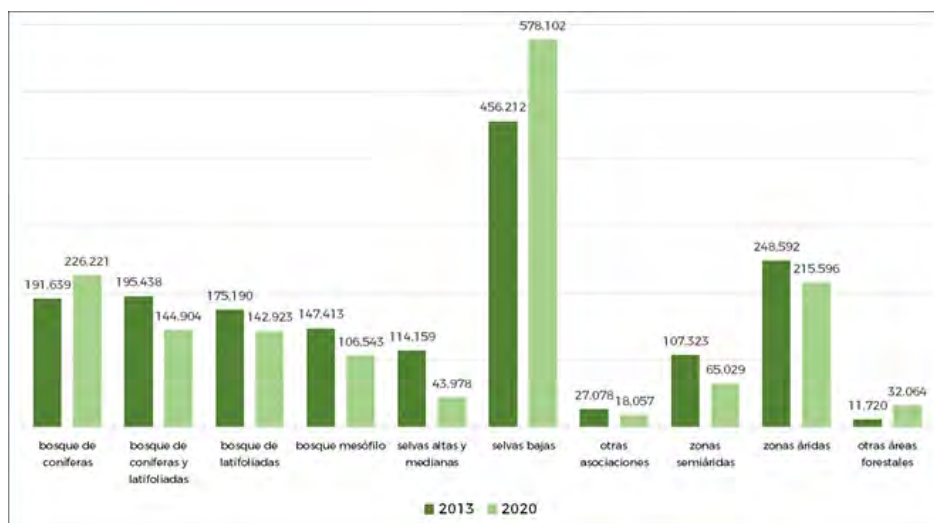
Otro factor a tomar en cuenta que incide en el ciclo hidrológico es la deforestación. En la Tabla 2 y en la Figura 5 se muestra que entre 2013 y 2020 la superficie forestal disminuyó 6 % (101,346 ha), en mayor medida se redujo 61 % las selvas altas y medianas; 28 % los bosques mesófilos de montaña; 26 % los bosques de coníferas y latifoliadas, y 18 % los bosques de latifoliadas (INEGI, 2023).

Tabla 2. Variación de la superficie forestal 2013-2020

Formación forestal	2013			2020			Diferencia formación	
	Primario	Secundario	Suma	Primario	Secundario	Suma	ha	Fracción
Bosque de coníferas	95,828	95,811	191,639	139,589	86,632	226,221	34,582	18%
Bosque de coníferas y latifoliadas	124,066	71,372	195,438	83,907	60,997	144,904	-50,534	-26%
Bosque de latifoliadas	36,773	138,417	175,190	37,994	104,929	142,923	-32,268	-18%
Bosque mesófilo	59,011	88,402	147,413	27,934	78,609	106,543	-40,869	-28%
Selvas altas y medianas	965	113,194	114,159	1,088	42,890	43,978	-70,182	-61%
Selvas bajas	109,523	346,689	456,212	115,866	462,236	578,102	121,890	27%
Otras asociaciones	27,078		27,078	18,057		18,057	-9,021	-33%
Zonas semiáridas	30,978	76,345	107,323	26,512	38,517	65,029	-42,294	-39%
Zonas áridas	237,100	11,492	248,592	211,378	4,218	215,596	-32,996	-13%
Otras áreas forestales	11,720		11,720	25,336	6,728	32,064	20,344	174%
Suma	733,042	941,721	1,674,763	687,661	885,756	1,573,417	-101,346	-6%

Fuente: SNIB, 2023 e INEGI, 2023.

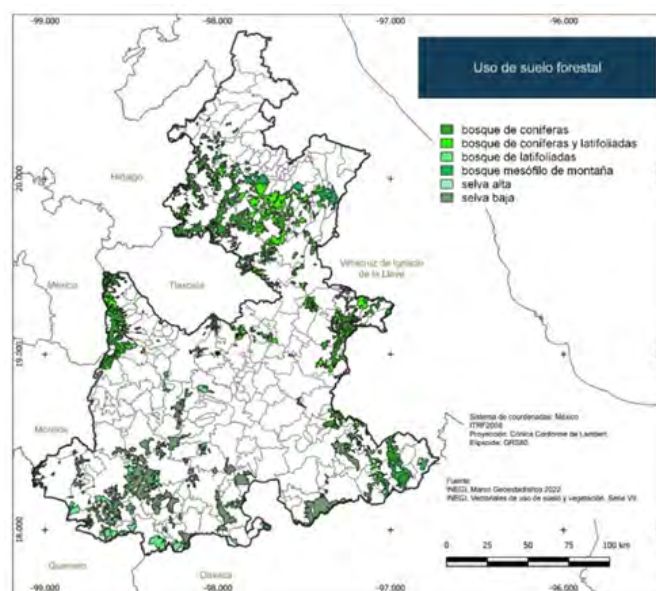
Figura 5. Variación de la superficie forestal 2013-2020



Fuente: SNIB, 2023 e INEGI, 2023.

La distribución espacial de la superficie forestal al 2020 se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Distribución espacial de la superficie forestal al 2020



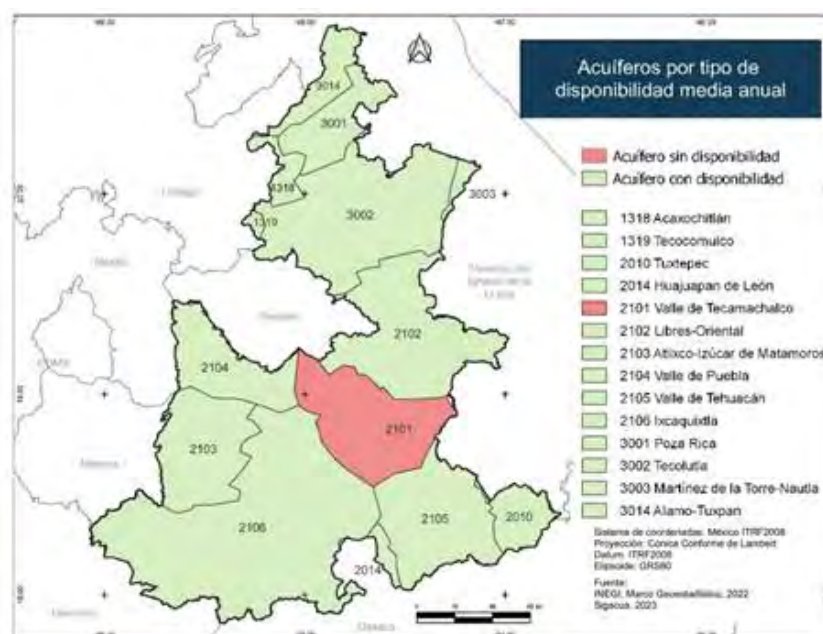
Fuente: SNIB, 2023 e INEGI, 2023.

La variabilidad en el ciclo de lluvia y la deforestación provocan una menor recarga de acuíferos y escurrimientos a cuencas y, en consecuencia, disminuye la disponibilidad de agua subterránea y superficial, poniendo en riesgo la sostenibilidad de actividades económicas, el uso y aprovechamiento en beneficio de los habitantes, y el mantenimiento de los ecosistemas.

1.2 Agua subterránea

En la Figura 7 se muestra que en el estado se localizan catorce acuíferos. Seis de ellos corresponden a Puebla: i) Valle de Tecamachalco, ii) Libres-Oriental, iii) Atlixco-Izúcar de Matamoros, iv) Valle de Puebla, v) Valle de Tehuacán y vi) Ixcaquixtla; dos se comparten con el estado de Hidalgo: vii) Acaxochitlán y viii) Tecocomulco; dos con el estado de Oaxaca: ix) Huajuapán de León y x) Tuxtepec, y los restantes cuatro con Veracruz: xi) Poza Rica, xii) Tecolutla, xiii) Martínez de la Torre-Nautla y xiv) Álamo-Tuxpan (Sigacua, 2023).

Figura 7. Distribución espacial de acuíferos localizados de en Puebla



Fuente: Sigacua, 2023.

El 98.5 % del agua subterránea se extrae de los seis acuíferos de Puebla. De acuerdo a la Tabla 3 el acuífero del Valle de Tecamachalco presenta un déficit en la disponibilidad media anual que rebasa los 63 hm³/año y está considerado dentro de los más sobreexplotados del país; en este acuífero se practica la más importante actividad agropecuaria del estado.

Los acuíferos Libres-Oriental y Valle de Puebla se encuentran bajo una creciente presión, con índices de extracción de 0.88 hm³/año y 0.77 hm³/año, respectivamente. La disponibilidad media anual total es de 63.936 hm³/año (DOF, 2020).

Tabla 3. Disponibilidad media anual de acuíferos de Puebla, 2020.

Clave	Acuífero	Recarga natural	Descarga comprometida	Extracciones	Disponibilidad media anual	IER	IDR
2101	Valle de Tecamachalco	157.100	0.000	220.331	-63.231	140%	-0.40
2102	Libres-Oriental	179.300	20.000	157.296	2.004	88%	0.01
2103	Atlixco-Izúcar de Matamoros	244.300	83.900	122.521	37.879	50%	0.16
2104	Valle de Puebla	360.700	61.200	278.832	20.668	77%	0.06
2105	Valle de Tehuacán	246.900	81.900	136.801	28.199	55%	0.11
2106	Ixcaquixtla	110.300	1.300	70.582	38.418	64%	0.35
Sumas		1,298.600	248.300	986.364	63.936	0.76	0.05

IER: índice de extracción/recarga natural

IDR: índice de disponibilidad media anual/recarga natural

Fuente: DOF, 2020.

1.3 Agua superficial

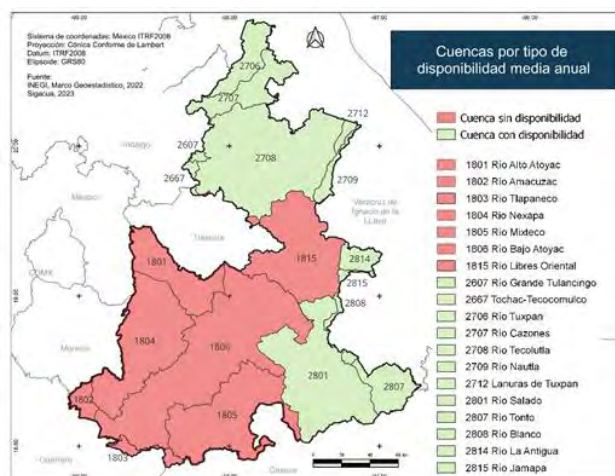
De acuerdo con el INEGI (2000) y el SIGA Sigacua (2023), el estado forma parte de cuatro grandes regiones hidrológicas: RH18 Río Balsas; RH27 Ríos Tuxpan-Nautla; RH28 Río Papaloapan y RH26 Río Pánuco. En Puebla se localizan diecinueve cuencas hidrográficas (Figura 8); siete de ellas están declaradas sin disponibilidad y doce cuentan con disponibilidad media anual (DOF, 2020).

La Tabla 4 muestra que el escurrimiento natural de las cuencas es de 34,248 hm³/año, se importa un volumen de agua de 3,849 hm³/año y se exportan 827 hm³/año.

La extracción de agua superficial es de 23,558 hm³/año y el volumen que puede concesionarse o asignarse es de 16,213 hm³/año; las siete cuencas sin disponibilidad tienen un déficit de 1,313 hm³/año, y la cuenca Río Bajo Atoyac es la de mayor déficit (739 hm³/año).

En resumen, Puebla dispone de un volumen de 41,962 hm³ de agua, 76 % es agua superficial, 21 % es agua de lluvia y 3 % es agua subterránea.

Figura 8. Disponibilidad media anual de las cuencas de Puebla



Fuente: Sigacua, 2023.

Tabla 4. Situación de las cuencas hidrográficas al 2020 (valores en hm³/año).

Clave	Nombre	Escorrentamiento	Extracción	Importaciones	Exportaciones	Evaporación	Disponibilidad	Clasificación
1801	Río Alto Atoyac	551.059	337.497	0.000	348.731	54.055	-6.549	Déficit
1802	Río Amacuzac	2,305.189	1179.386	0.000	6.000	13.682	-239.771	Déficit
1803	Río Tlapaneco	1,053.306	33.349	0.000	0.000	0.000	-176.820	Déficit
1804	Río Nexapa	342.518	593.925	97.864	0.000	2.396	-4.309	Déficit
1805	Río Mixteco	866.167	102.326	0.000	0.000	4.167	-137.313	Déficit
1806	Río Bajo Atoyac	775.087	262.914	176.965	0.000	0.000	-738.810	Déficit
1815	Río Libres Oriental	294.067	12.925	0.000	0.000	0.000	-9.238	Déficit
2607	Río Grande de Tulancingo	49.040	60.295	0.000	0.000	0.000	2.080	Disponibilidad
2667	Tochac-Tecomulco	82.156	8.835	0.000	0.000	37.277	0.022	Disponibilidad
2706	Río Tuxpan	2,068.744	39.835	0.000	0.000	0.000	2,049.558	Disponibilidad
2707	Río Cazones:	2,077.137	77.741	0.000	165.028	0.000	1,884.938	Disponibilidad
2708	Río Tecolutla:	6,181.090	2495.082	165.028	0.000	0.000	6,244.099	Disponibilidad
2709	Río Nautla	2,413.309	697.806	0.000	0.000	0.000	2,374.452	Disponibilidad
2712	Llanuras de Tuxpan	553.160	7.475	0.000	0.000	0.000	547.466	Disponibilidad
2801	Río Salado	422.222	111.917	137.396	0.000	0.000	40.332	Disponibilidad
2807	Río Tonto	8,808.130	15514.189	3,271.354	0.000	336.400	2,901.002	Disponibilidad
2808	Río Blanco	2,664.159	1487.747	0.000	186.801	0.000	588.408	Disponibilidad
2814	Río La Antigua	2,152.785	356.238	0.000	120.722	0.000	756.174	Disponibilidad
2815	Río Jamapa	588.912	178.348	0.000	0.000	0.000	137.503	Disponibilidad
Sumas		34,248.237	23,557.830	3,848.607	827.282	447.977	16,213.224	

DOF 2020

Fuente: DOF, 2020.

Capítulo 2. Una mirada desde el metabolismo social

En este capítulo se presenta una síntesis del enfoque sistémico y de los marcos teóricos y metodológicos que se emplearon para su operacionalización, como son metabolismo social, nexo agua-alimentos, análisis multiescala del metabolismo social y ecosistémico (MuSIASEM) y el metabolismo hídrico.

2.1 El enfoque sistémico

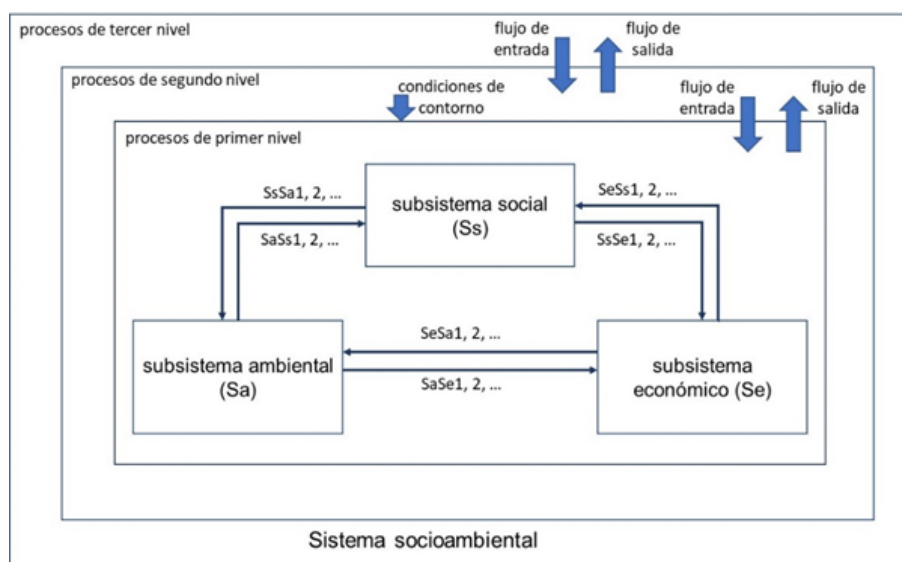
La problemática relacionada con el agua es un fenómeno de alta complejidad que no debe analizarse de manera fragmentaria bajo una óptica lineal de causa-efecto que ofrece aparentes soluciones en el corto plazo sin considerar las afectaciones que pudieran ocasionar a la sustentabilidad ambiental, en especial, a la sustentabilidad hídrica. Se deja de lado que existen interrelaciones entre los seres humanos (dinámica poblacional) y la naturaleza (disponibilidad de agua) como parte de un sistema socioambiental.

Con base en lo anterior, el enfoque sistémico está considerado como la mejor vía para reformular dicha problemática desde la perspectiva de los sistemas complejos (Bertalanffy, 1976; Castañares, 2009; García, 1988, 2006; Ortiz y Duval, 2008; Piaget *et al.*, 1987; Prigogine, 1988) y mediante un diagnóstico, también sistémico, posibilitar intervenciones precisas para resolver los problemas relacionados con el agua.

En el presente estudio el sistema socioambiental está integrado por tres subsistemas como unidades complejas: ambiental, social y económico (Figura 9). Según Soto (2019), los componentes básicos de un sistema son: i) límites y condiciones de contorno, ii) elementos y subsistemas, iii) funciones y estructura y iv) niveles de proceso, escalas territoriales y dimensiones. Para su funcionamiento, el sistema está determinado por una serie de procesos (Tabla 5) que requieren diferentes tipos de análisis.

En el sistema socioambiental los elementos se interdefinen y las interrelaciones entre los subsistemas generan impactos, cambios e influencias, de manera que lo que ocurre en el elemento o subsistema afecta a los demás.

Figura 9. Interrelaciones del sistema socioambiental



Fuente: Adaptado de García, 2006.

Tabla 5. Procesos del sistema socioambiental.

Proceso	Descripción
Primer nivel o básico	Son cambios que afectan el entorno físico, las relaciones socioeconómicas de la población en el área y sus condiciones de vida. En general están asociados con modificaciones introducidas dentro del sistema productivo de la región.
Segundo nivel o metaproceso	Son cambios introducidos dentro del sistema productivo (tales como la introducción de cultivos comerciales, la industrialización o la emergencia de ciertos polos de desarrollo) y que genera cambios significativos en los procesos de primer nivel.
Tercer nivel	Son cambios en las políticas de desarrollo nacional, en el comercio internacional, los flujos de capital, etc., que generan cambios en los procesos de segundo nivel.

Fuente: Soto, 2019.

2.2 El metabolismo social

El metabolismo social (MS) describe los procesos de interacción entre los sistemas sociales y los sistemas ecológicos (Malo, 2015) en los que la sociedad se apropia de materiales y energía (*input*), los consume, transforma y retornan a la naturaleza (*output*), generando energía que no puede ser reciclada (Fisher-Kowalski, 1997; Georgescu-Roegen, 1971). En dichos procesos metabólicos ocurren tres tipos de flujos de energía

y materiales: de entrada, internos y de salida (Tejedor, 2018); el análisis de estos flujos tiene como base el modelo flujo-fondo que permite visualizar roles no equivalentes que cumple la energía y los materiales, tanto en el metabolismo social como en el metabolismo ecológico, a diferentes escalas y dimensiones de (Georgescu-Roegen, 1971; Morales, *et al.* 2022).

El concepto del MS ha derivado, al paso del tiempo, en nuevas acepciones dependiendo de su aplicación, por ejemplo: metabolismo socioeconómico, interesado en el análisis de los flujos monetarios en los sistemas sociales (Fisher-Kowalski, 1997; Grúnbugel, *et al.*, 2003); metabolismo socioecológico, que considera los ciclos de materiales y los flujos de energía y de información, tanto al interior de las relaciones y dinámicas sociales como de las ecológicas (Haberl *et al.*, 2006; Hall, 2011); metabolismo urbano, utilizado para analizar sistemas urbanos y municipales a nivel de ciclos de materiales y flujos de energía (Kennedy *et al.*, 2007); metabolismo industrial, que analiza los flujos de materiales y energía en sistemas industriales y empresas, en especial, con el proceso de transformación (Ayres y Simonis, 1994; Fisher-Kowalski, 2003); metabolismo rural, el cual estudia los flujos de energía y materiales de sistemas rurales campesinos e indígenas (Toledo, 2008); metabolismo hídrico, que surge como un nuevo marco de análisis para la gestión de la demanda de agua mediante la incorporación del estudio de los flujos de agua virtual (AV) en la agricultura (Madrid y Velázquez, 2008), y el MuSIASEM, que integra conceptos científicos multidisciplinarios y permite el uso simultáneo de variables técnicas, económicas, sociales, demográficas y ecológicas en el estudio del patrón metabólico de las sociedades modernas, y también permite contabilizar la información cuantitativa generada por distintos tipos de modelos convencionales basados en diferentes dimensiones y escalas (Giampetro *et al.*, 2013).

2.3 El nexa agua-alimentos

El nexa agua-alimentos es un enfoque que integra, analiza y gestiona las diversas y complejas interrelaciones de sus sectores (Figura 10). El agua es el primer punto de entrada porque no puede reemplazarse, es el centro de la sociedad, la economía y la política (Bellfield, 2015).

Figura 10: Esquema conceptual del nexo agua-energía-alimentos



Fuente: Elaboración propia.

Este enfoque surge en los Estados Unidos para evaluar la vulnerabilidad de la seguridad hídrica y energética (Hoff, 2011). En la actualidad, ha sido aplicado con varios propósitos, por ejemplo, para analizar posibles conflictos por la competencia del agua que genera movilizaciones sociales en búsqueda de soluciones (Oswald y Breuer, 2020; Ballesteros, 2017); para conocer la interdependencia entre el agua, energía y territorio en España, y analizar las mejoras en la eficiencia de la producción agrícola, incluso, para contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero (Willaarts *et al.*, 2016); para analizar la opción de producir biocombustible de caña de azúcar en la República de Mauricio; una exploración del futuro del grano producido en el estado indio de Punjab y para evaluar fuentes alternativas de energía para generar electricidad en la República de Sudáfrica (Giampetro *et al.*, 2013). De igual manera, resulta útil para identificar las interrelaciones críticas o prioritarias para una región específica como pueden ser: generación hidroeléctrica, minería y petróleo, expansión y modernización de sistemas de riego, sobreexplotación de acuíferos y cuencas, agricultura y alimentación, servicios de agua potable y saneamiento, y biocombustibles (Embid y Limber, 2017).

2.4 El metabolismo hídrico

El concepto de metabolismo hídrico (MH) surge como un marco de análisis para la gestión de la demanda de agua mediante la incorporación del estudio de los flujos de agua virtual (AV), que puede ser aplicado en los diversos sectores socioeconómicos (Beltrán, 2012). Es un proceso que considera los flujos de agua del sistema socioeconómico en dos dimensiones: (i) flujos internos, que ocurren en la interrelación economía-sistema hídrico dentro del espacio territorial de estudio, y (ii) flujos externos, que son aquellos que se importan o exportan desde o hacia otros sistemas hídricos (Madrid y Velázquez, 2008), como se muestra en la Figura 11.

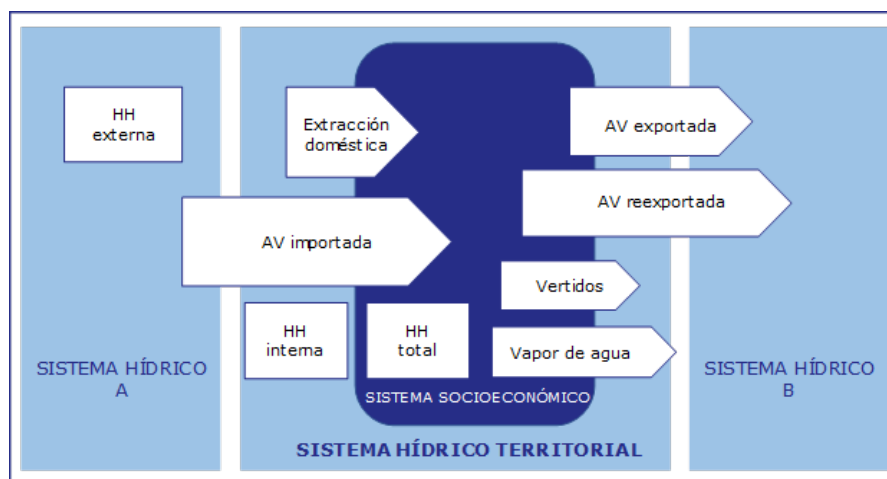
Madrid y Velázquez (2008, pp. 31-32) mencionan que, conceptualmente, el MH tiene tres características principales:

La territorialidad y temporalidad, porque la disponibilidad hídrica está sujeta a parámetros físicos que dependen de su ubicación geográfica y de su estacionalidad, como el clima o el tipo de suelo.

Considera al enfoque sistémico-evolutivo (Norgaard, 1994), el cual plantea que el estudio del MH debe ayudar no solo a integrar los aspectos territoriales en la gestión del agua, sino también a integrar el agua en los análisis territoriales. Con esta finalidad, y para ayudar a conservar la territorialidad en el estudio del MH, se deben introducir las variables territoriales mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG).

Toma en cuenta la interconexión entre los flujos físicos y monetarios, ya que a la vez que se producen flujos de agua en un sentido, se producen flujos monetarios en sentido contrario. Por este motivo, es importante incorporar al estudio del MH ambas dimensiones y relativizar unos y otros flujos poniéndolos en relación.

Figura 11: Gramática del metabolismo hídrico



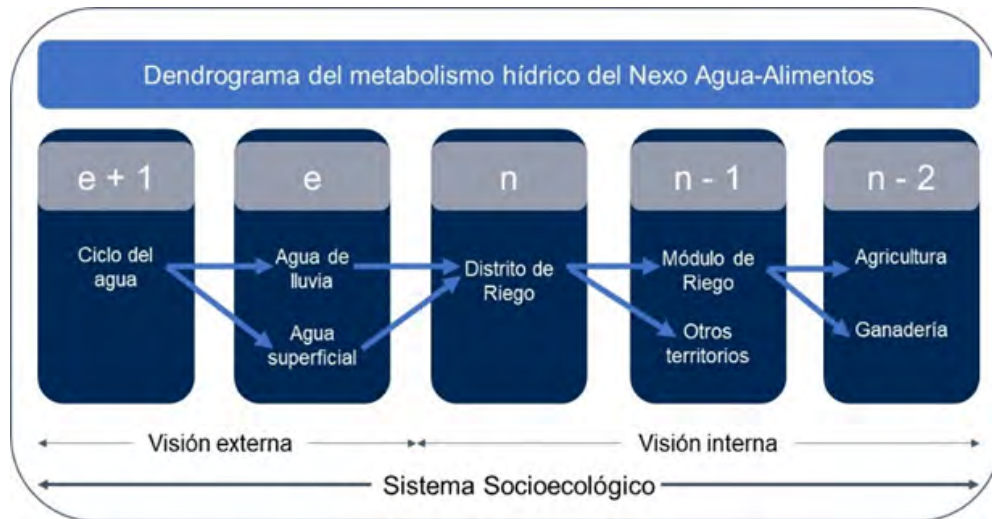
Nota: HH = Huella Hídrica; AV = Agua Virtual

Fuente: Adaptado de Madrid, 2008.

2.5 El MuSIASEM

El análisis multiescala del metabolismo social y ecosistémico (MuSIASEM) integra conceptos multidisciplinarios que utilizan simultáneamente variables técnicas, económicas, sociales, demográficas y ambientales para evaluar las relaciones, intercambios y propiedades emergentes de los sistemas sociales (SS), ecológico (SE) y socioecológico (SSE) en su conjunto a diferentes dimensiones y escalas (Giampietro y Mayumi, 2002; Giampietro, 2004; Giampietro *et al.*, 2012). En la Figura 12 se muestran las conexiones, relaciones y niveles del sistema SE (visión externa) con el SS (visión interna) para evaluar sistémicamente la viabilidad, factibilidad y deseabilidad del SSE respecto al suministro por el ciclo del agua y recarga en el ecosistema y cómo se distribuye, consume, transforma sectorialmente y retorna a los espacios naturales (Giampietro, 2003; Giampietro *et al.*, 2009; Giampietro *et al.*, 2014; Madrid *et al.*, 2013; Madrid y Giampietro, 2014; 2015).

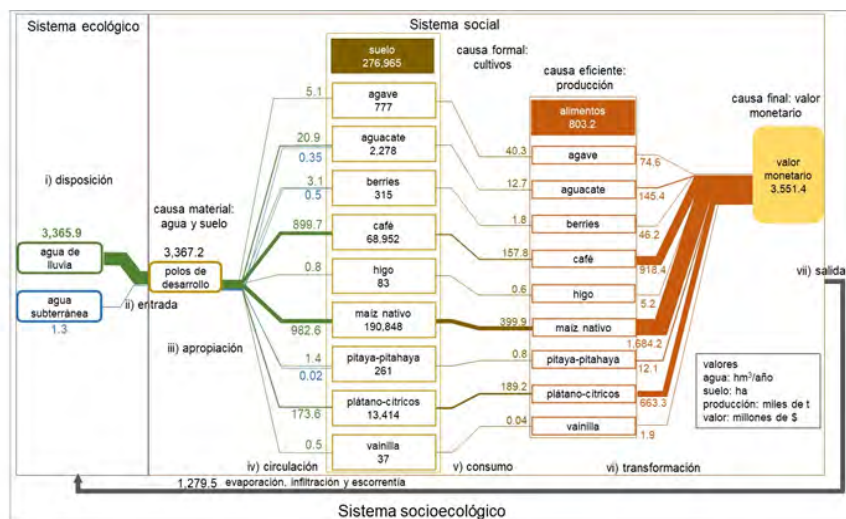
Figura 12: Ejemplo de niveles jerárquicos y relaciones del SS y el SE dentro del SSE



Fuente: Zunzunegui, 2023. Adaptado de Madrid *et al.*, 2013.

Para interpretar el metabolismo del agua en los diferentes procesos socioeconómicos se utiliza la gramática del MuSIASEM (Giampietro *et al.*, 2012) basada en el modelo flujo-fondo (Georgescu-Roegen, 1971). La categoría flujos explica lo que el *sistema hace* y se refiere a los elementos que se modifican en los procesos, como el agua, alimentos, materiales y energía; por su parte, la categoría fondos explica lo que el *sistema es* y hace referencia a los elementos que no se modifican como son la tierra utilizada en el proceso, el valor monetario, las personas y los jornales empleados en las actividades productivas. Un ejemplo de la gramática MuSIASEM se observa en la Figura 13.

Figura 13: Ejemplo de gramática del agua del sistema socioecológico para la producción de alimentos en el estado de Puebla



Fuente: Zunzunegui, 2023.

Con MuSIASEM, la relación flujo-fondo permite calcular tasas metabólicas a través de indicadores de intensidad y densidad metabólicos de uso de un flujo y hace posible la comparación entre sistemas, niveles y escalas que de otra manera no sería posible. Por ejemplo, en la Figura 14 se muestra las tasas e indicadores del sistema socioecológico de un distrito de riego, en el que se comparó cuatro indicadores de intensidad metabólica y cinco indicadores de densidad metabólica de nueve cultivos, en dos escalas: la producción agrícola a nivel de distrito y los rendimientos por hectárea del distrito en relación con los rendimientos de la agricultura a nivel estatal.

Figura 14. Ejemplo de tasas e indicadores de intensidad y densidad metabólicos de un distrito de riego

Tasas metabólicas	Cultivo									valores promedio DR
	alfalfa	avena	ebo	frijol	haba	maíz forajero	maíz grano	tomate de cascara	otros pastos	
tasas de intensidad metabólica										
Uso del agua. Relación agua disponible-agua requerida (%)	208.2%	413.8%	412.7%	247.6%	362.8%	158.3%	191.5%	386.3%	170.9%	216.2%
Uso del agua. Relación agua efectiva-agua requerida (%)	146.9%	249.1%	259.1%	175.5%	233.0%	120.1%	140.4%	255.0%	125.4%	153.0%
Interrelación agua efectiva-sierra (m³/ha)	11,240	4,939	5,133	3,761	4,355	6,199	7,169	7,432	8,899	7,203
Metabolismo del agua en valor de producción (adimensional) y calificación cualitativa	0.91	1.47	1.52	0.19	0.52	1.83	1.63	0.49	1.12	1.07
	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Alta	Baja	Muy baja	Muy baja	Media	Muy baja	Muy baja
tasas de densidad metabólica										
Relación producción/agua efectiva (kg/m³)	5.85	4.45	5.10	0.50	1.22	5.57	0.81	1.96	5.45	2.75
Relación valor de producción/agua efectiva (\$/m³)	4.53	2.80	2.70	5.87	7.89	2.24	2.52	8.34	3.67	3.77
Rendimiento promedio en el Distrito de Riego (t/ha)	65.80	22.00	26.20	1.90	5.30	34.50	5.80	14.53	48.50	N/A
Rendimiento promedio en el estado (t/ha)	69.47	21.44	18.80	0.98	3.93	44.27	4.57	19.35	39.43	N/A
Fracción del rendimiento promedio DR/rendimiento promedio estatal	95%	103%	141%	194%	135%	78%	127%	75%	123%	N/A
* valores de 2019										

Fuente: Zunzunegui, 2023.

Finalmente, estos nuevos marcos teóricos y metodológicos han sido aplicados recientemente en México para abordar la sustentabilidad del agua desde la perspectiva del metabolismo social (Morales *et al.*, 2021; Zunzunegui, 2023) y fuera del país (Cabello, 2014; Cadillo, 2015; Giampietro, 2003; Giampietro *et al.*, 2009; Giampietro *et al.*, 2014; Madrid y Velázquez, 2008; Madrid *et al.*, 2013; Madrid y Giampietro, 2014; 2015; Malo, 2015; Ruggerio, 2015), lo que ha permitido visualizar los roles no equivalentes que cumple el agua tanto en el metabolismo social, como en el metabolismo ecológico. En este contexto, MuSIASEM es considerado por la FAO como el enfoque más adecuado para caracterizar simultáneamente el patrón metabólico del nexo agua-energía-alimentos en relación con variables socioeconómicas y ambientales (Giampietro *et al.*, 2013).

Capítulo 3. Apropiación social del agua por región

Este capítulo caracteriza los procesos de apropiación social del agua en las 32 regiones económicas de Puebla y los 217 municipios que las integran (Figura 15 y Tablas 6 y 7). Dichos procesos se refieren a la apropiación, consumo, transformación y retorno a los espacios naturales del recurso hídrico que la sociedad requiere para su metabolismo socioeconómico.

Los diferentes usos del agua —según la clasificación de Conagua— se agruparon en tres sectores: i) agropecuario (uso acuícola, agrícola y pecuario), ii) económico (uso diferentes usos, doméstico, industrial y servicios, y iii) social (uso público urbano).

Figura 15. Regiones económicas del estado de Puebla

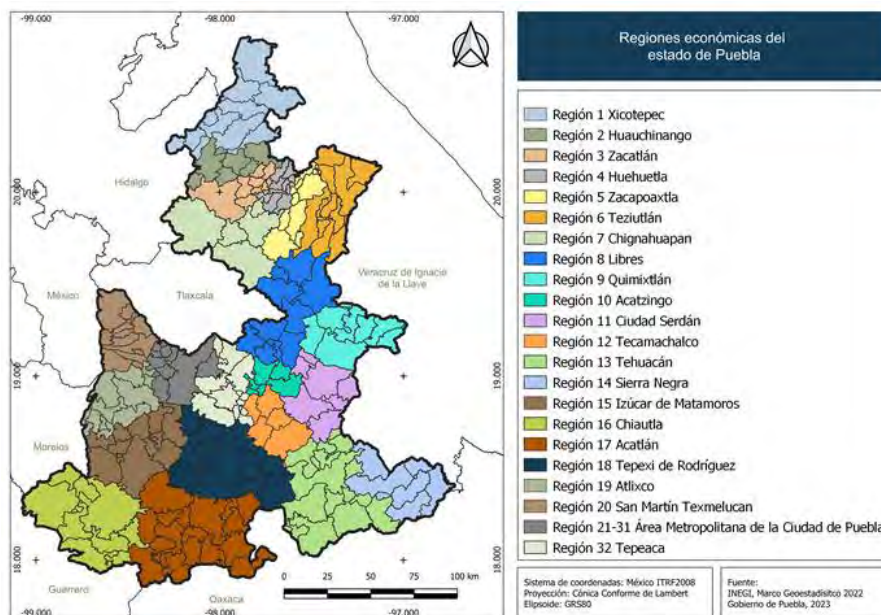


Tabla 6. Municipios que integran las regiones económicas 1-16.

Región económica	Municipio	Región económica	Municipio
1	Xicotepec	9	Quimixtlán
2	Huauchinango	10	Acatzingo
3	Zacatlán	11	Ciudad Serdán
4	Huehuetla	12	Tecamachalco
5	Zacapoaxtla	13	Tehuacán
6	Teziutlán	14	Sierra Negra
7	Chignahuapan	15	San Diego La Mesa Tochimiltzingo
8	Libres	16	Chiautla

Fuente: Puebla, 2019.

Tabla 7. Municipio que integran las regiones económicas 17-32.

Región económica		Región económica	
17	Acatlán	20	San Martín Texmelucan
18	Tepexi de Rodríguez	21-31	Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla
19	Atlixco	32	Tepeaca

Fuente: Puebla, 2019.

3.1 Región 1 Xicotepec

Está integrada por 11 municipios en los que habitan 253,136 personas (3.7 % de la población total del estado) (Conapo, 2023) y el municipio con la mayor población es Xicotepec con 34.8 %. El 53 % (132,943 habitantes) de la población de la región tiene un grado de marginación alto, 13 % (32,040 habitantes) medio y 35 % (88,153 habitantes) bajo (Coneval, 2020), como se indica en la Tabla 8.

Tabla 8. Población y grado de marginación por municipio de la Región 1 Xicotepec, 2023.

Region 1			
Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Francisco Z. Mena	18,519	7.3%	Alto
Honey	8,613	3.4%	Alto
Jalpan	13,011	5.1%	Alto
Naupan	10,691	4.2%	Alto
Pahuatlán	24,007	9.5%	Alto
Pantepec	19,931	7.9%	Alto
Tlacuilotepec	17,998	7.1%	Alto
Tlaxco	5,785	2.3%	Alto
Venustiano Carranza	32,040	12.7%	Medio
Xicotepec	88,153	34.8%	Bajo
Zihuateutla	14,388	5.7%	Alto
Suma	253,136	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023; Coneval, 2020.

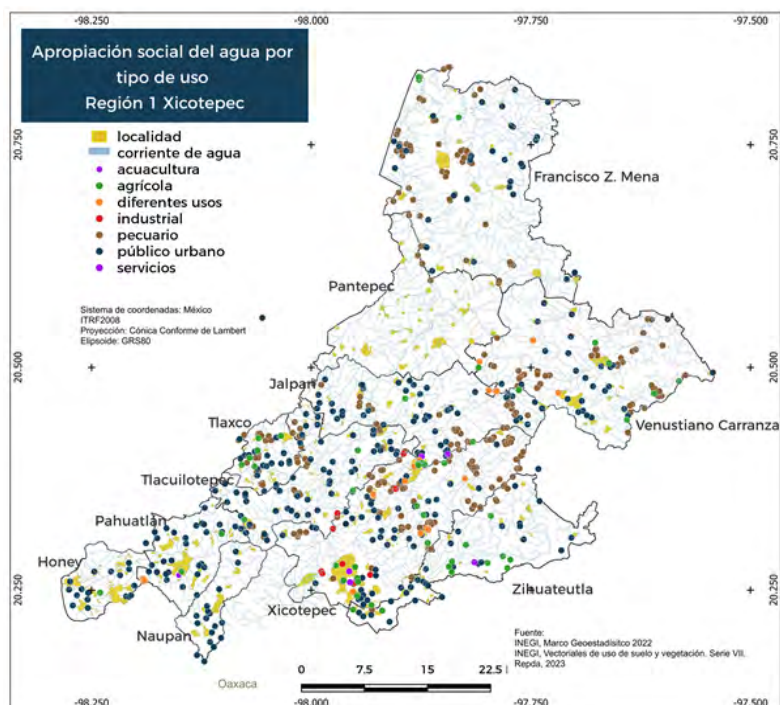
El volumen de agua apropiado es de 22.897 hm³/año (0.92 % del volumen total del estado) integrado por 88 % de aguas superficiales y 12 % de aguas subterráneas (Repda, 2023). El municipio de Xicotepec se apropia del 29 % del agua de la región, seguido de Venustiano Carranza con 18.6 %, Pantepec con 15 %, y Francisco Z. Mena y Honey con 6.8 % cada uno por tipo de uso, los principales apropiadores de agua son el sector social con el 64.8 % y el sector agropecuario con el 30.83 % (Tabla 9). La Figura 16 muestra los puntos de apropiación por tipo de uso.

Tabla 9. Apropiación social del agua (m³/año) por municipio y tipo de uso de la Región 1 Xicotepec, 2022.

Municipio	Acuacultura	Agrícola	Diferentes Usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público Urbano	Servicios	Suma	Fracción
Francisco Z. Mena		713,140				59,099	791,317		1,563,556	6.8%
Honey		756,000					807,438		1,563,438	6.8%
Jalpan		482,544	8,000			33,301	641,811	5,314	1,170,970	5.1%
Naupan							440,638		440,638	1.9%
Pahuatlán	63,072	2,010	123,442				1,138,403		1,326,927	5.8%
Pantepec		2,116,800	36,913	548		29,955	1,253,743		3,437,959	15.0%
Tlacuilotepec		73,183			83,386	17,323	1,141,109		1,315,001	5.7%
Tlaxco		7,026				10,509	350,073		367,608	1.6%
Venustiano Carranza		2,627,496	27,493			56,329	1,555,582		4,266,900	18.6%
Xicotepec		214,474	290,750		61,503	71,464	5,981,241	16,688	6,636,120	29.0%
Zihuateutla		66,364				822	736,780	3,960	807,926	3.5%
Suma	63,072	7,059,037	486,598	548	144,889	278,802	14,838,134	25,962	22,897,042	100.0%
	0.28%	30.83%	2.13%	0.002%	0.63%	1.22%	64.80%	0.11%	100.00%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 16. Puntos de apropiación social del agua por tipo de uso de la Región Xicotepec, 2022.



Fuente: Repda, 2023

En cuanto al sector agropecuario, el subsector agrícola se apropió de 7,059,037 m³/año (Repda, 2023) de agua, destacando Venustiano Carranza con 37.2 % y Pantepec con 30 %. Con esta agua se riegan 70,337 ha en las que se siembran 29 cultivos (Tabla 10). El 94.3 % de dicha superficie la ocupan café cereza con 26,589 ha (37.8 %), naranja con 25,673 ha (36.5 %) y maíz grano con 14,076 ha (20 %). En cuanto a la producción, la naranja aporta 20.4 %, el café cereza 6.9 % y el maíz grano 1.5 %. Respecto al valor monetario, la naranja genera 35.5 %, el café cereza 35.5 % y el maíz grano 5.6 % (Siap, 2023).

El municipio de Pahuatlán presenta el mejor desempeño metabólico de agua a valor monetario al pasar de 0.03 % a 1.9 %; le sigue Tlaxco, que pasó de 0.1 % a 2.8 %; Zihuateutla metabolizó 0.9 % de agua a 9.4 % del valor, y Xicotepec con 3 % de agua alcanzó 17.3 % del valor monetario (Tabla 11).

Tabla 10. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 1 Xicotepec, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Árbol De Navidad (Planta)	22	0.03%	19,019	1.6%	6,276,270	0.4%
Cacahuete	193	0.27%	298	0.03%	3,752,907	0.2%
Café Cereza	26,589	37.80%	80,943	6.9%	597,373,360	33.5%
Calabaza Semilla O Chihua	81	0.12%	82	0.01%	1,429,320	0.1%
Caña De Azúcar Fruta	19	0.03%	213	0.02%	204,894	0.01%
Caña De Azúcar Piloncillo	52	0.07%	710	0.1%	637,935	0.04%
Chile Verde	92	0.13%	400	0.03%	6,009,638	0.3%
Frijol	395	0.56%	238	0.02%	3,556,269	0.2%
Jengibre	208	0.30%	2,298	0.2%	48,735,200	2.7%
Lima	163	0.23%	2,139	0.2%	6,176,862	0.3%
Limón	643	0.91%	6,145	0.5%	75,999,504	4.3%
Litchi	463	0.66%	7,308	0.6%	136,900,400	7.7%
Macadamia	224	0.32%	830	0.1%	18,396,470	1.0%
Maíz Grano	14,076	20.01%	17,126	1.5%	99,321,372	5.6%
Mamey	8	0.01%	48	0.004%	371,940	0.02%
Mandarina	263	0.37%	3,216	0.3%	12,182,740	0.7%
Mango	39	0.05%	396	0.03%	1,662,276	0.1%
Naranja	25,673	36.50%	239,389	20.4%	632,159,469	35.5%
Nochebuena (Planta)	1	0.00%	75,153	6.4%	3,316,164	0.2%
Papaya	22	0.03%	259	0.02%	2,419,864	0.1%
Pastos Y Praderas	120	0.17%	2,600	0.2%	1,445,860	0.1%
Pimienta	73	0.10%	195	0.02%	2,464,852	0.1%
Plantas De Ornato (Planta)	336	0.48%	712,400	60.6%	91,165,425	5.1%
Plátano	146	0.21%	1,293	0.1%	7,276,580	0.4%
Tomate Rojo (Jitomate)	1	0.00%	280	0.02%	2,231,873	0.1%
Tomate Verde	225	0.32%	1,060	0.1%	10,443,778	0.6%
Toronja (Pomelo)	160	0.23%	1,962	0.2%	6,537,389	0.4%
Vainilla	45	0.06%	54	0.005%	2,893,006	0.2%
Zempoalxochitl	6	0.01%	40	0.003%	240,815	0.01%
Suma	70,337	100.00%	1,176,095	100.0%	1,781,582,431	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Tabla 11. Metabolismo del agua apropiada en el subsector agrícola por municipio de la Región 1 Xicotepec, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m³/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Francisco Z. Mena	713140	10.1%	21925.84	31.2%	195783.32	16.6%	558762248	31.4%
Honey	756000	10.7%	2492.63	3.5%	2831.54	0.2%	20187367	1.1%
Jalpan	482544	6.8%	5010.09	7.1%	60971.39	5.2%	120826814	6.8%
Naupan			1792.05	2.5%	4024.93	0.3%	30624544	1.7%
Pahuatlán	2010	0.0%	1893.36	2.7%	5154.84	0.4%	33837850	1.9%
Pantepec	2116800	30.0%	6059.68	8.6%	33636.26	2.9%	125676814	7.1%
Tlacuiloteppec	73183	1.0%	4262.99	6.1%	11277.05	1.0%	82233197	4.6%
Tlaxco	7026	0.1%	2619.94	3.7%	7289.1	0.6%	49788172	2.8%
Venustiano Carranza	2627496	37.2%	7467.93	10.6%	167054.11	14.2%	284343250	16.0%
Xicotepec	214474.4	3.0%	9043.66	12.9%	531303.01	45.2%	307596793	17.3%
Zihuateutla	66364	0.9%	7769.12	11.0%	156769.47	13.3%	167705381	9.4%
Suma	7059037.4	100.0%	70337.29	100.0%	1176095	100.0%	1.782E+09	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Por su parte, el subsector pecuario se apropió de 278,802 m³/año (ver Tabla 9), principalmente por los municipios de Xicotepec (25.6 %) y Francisco Z. Mena (21.2 %); sin embargo, Honey, Naupan y Pahuatlán no registran volumen de agua para uso pecuario, por lo que se infiere que utilizan agua de lluvia. La región metabolizó el agua en la producción de los productos de la Tabla 12, con un valor de 737,513 pesos. Francisco Z. Mena es el principal aportante al valor de la producción pecuaria con 19.6 %, y el producto carne genera 49.1 % del volumen de producción.

Tabla 12. Estadísticas pecuarias 2022 por municipio, producción (t) y valor monetario de la Región 1 Xicotepec, 2022.

Municipio	Agua apropiada			Producción			Valor por municipio	
	m³/año	Carne	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Francisco Z. Mena	59,099	1,356	2,193	35	552	40	144,892	19.6%
Honey	0	462	694	18	1,220		48,486	6.6%
Jalpan	33,301	810	1,403	34	193	9	83,189	11.3%
Naupan	0	260	410	35	85		25,775	3.5%
Pahuatlán	0	315	491	20	78	46	33,098	4.5%
Pantepec	29,955	918	1,558	54	288	48	99,879	13.5%
Tlacuiloteppec	17,323	339	550	30	172	13	34,430	4.7%
Tlaxco	10,509	276	445	29	151	7	28,475	3.9%
Venustiano Carranza	56,329	969	1,663	34	436	3	102,872	13.9%
Xicotepec	71,464	947	1,496	51	399	33	97,342	13.2%
Zihuateutla	822	385	623	34	180	10	39,077	5.3%
Suma	278,802	7,038	11,526	374	3,754	210	737,513	100.0%
Valor por producto		361,983	328,257	11,675	25,646	9,952	737,513	
		49.1%	44.5%	1.6%	3.5%	1.3%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Respecto al sector económico, 10,159 unidades económicas (Denué, 2023) se apropiaron de 657,997 m³/año (Repda, 2023). La mayor apropiación del agua corresponde a Xicotepec con 47.1 % para las actividades de 4,788 unidades, Venustiano Carranza con 22.1 % para 2,245 unidades y Pahuatlán con 10.9 % para 1,105 unidades (Tabla 13). En los municipios que no tienen agua concesionada o asignada por Conagua se infiere que para el desarrollo de sus actividades utilizan agua destinada al consumo humano.

Tabla 13. Agua apropiada por el sector económico por municipio de la Región 1 Xicotepec, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Francisco Z. Mena	0	0.0%	494	4.9%
Honey	0	0.0%	171	1.7%
Jalpan	13,314	2.0%	28	0.3%
Naupan	0	0.0%	119	1.2%
Pahuatlán	123,442	18.8%	1,105	10.9%
Pantepec	37,461	5.7%	689	6.8%
Tlacuilotepec	83,386	12.7%	176	1.7%
Tlaxco	0	0.0%	144	1.4%
Venustiano Carranza	27,493	4.2%	2,245	22.1%
Xicotepec	368,941	56.1%	4,788	47.1%
Zihuateutla	3,960	0.6%	200	2.0%
Suma	657,997	100.0%	10,159	100.0%

Fuente: Denué, 2023.

En cuanto al agua para uso público urbano, la región se apropió de un volumen bruto de 14,838,134 m³/año (64.8 % del volumen total del agua apropiado de la región) (Repda, 2023), al que se descontó pérdidas por deficiencias en la infraestructura hidráulica, quedando un volumen neto de agua de 8,902,880 m³/año, el cual es insuficiente para satisfacer la demanda de 100 litros/habitante/día, equivalente a 9,239,464 m³/año (Conagua, 2015), existiendo un déficit de 336,584 m³/año. A nivel municipal, la oferta de agua solo cubre la demanda diaria en Honey, Pantepec, Tlacuilotepec y Xicotepec y, de los 7 municipios restantes que no cubren la demanda, 6 tienen un grado de marginación alto y uno tiene un grado de marginación medio (Tabla 14).

El índice de presión hídrica (IPH) es alto en Francisco Z. Mena, Naupan y Pahuatlán; medio en Jalpan, Venustiano Carranza y Zihuateutla; y bajo en Honey, Pantepec, Tlacuilotepec, Tlaxco y Xicotepec. Es decir, que 118,441 habitantes (47 % de la región) reciben menos agua de la que recomienda Conagua, 2015.

Tabla 14. Balance hídrico, cobertura disponible e índice de presión hídrica, uso público urbano de la Región 1 Xicotepec, 2023.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua entubada	Oferta	Demanda	Balance	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica	
			m³/año	m³/año	m³/año		valor	categoría
Francisco Z. Mena	18,519	4,048	474,790	675,944	-201,153	70	1.42	alto
Honey	8,613	397	484,463	314,375	170,088	154	0.65	bajo
Jalpan	13,011	3,507	385,087	474,902	-89,815	81	1.23	medio
Naupan	10,691	225	264,383	390,222	-125,839	68	1.48	alto
Pahuatlán	24,007	265	683,042	876,256	-193,214	78	1.28	medio
Pantepec	19,931	3,444	752,246	727,482	24,764	103	0.97	bajo
Tlacuilotepec	17,998	5,019	684,665	656,927	27,738	104	0.96	bajo
Tlaxco	5,785	868	210,044	211,153	-1,109	99	1.01	medio
Venustiano Carranza	32,040	7,882	933,349	1,169,460	-236,111	80	1.25	medio
Xicotepec	88,153	7,713	3,588,745	3,217,585	371,160	112	0.90	bajo
Zihuateutla	14,388	958	442,068	525,162	-83,094	84	1.19	medio
Suma	253,136	34,326	8,902,880	9,239,464	-336,584	94	1.12	medio

Fuente: Repda, 2023, Conapo, 2023.

3.2 Región 2 Huauchinango

La región está integrada por siete municipios con una población de 199,419 (2.9 % de la población del estado) (Conapo, 2023). El 30.5 % (60,881 habitantes) de esa población tiene un grado de marginación alto, 60.6 % (126,858 habitantes) bajo y 5.9 % (11,680 habitantes) muy bajo (Coneval, 2020) (Tabla 15).

Tabla 15. Población y grado de marginación por municipio de la Región 2 Huauchinango, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Ahuazotepec	12,440	6.2%	Bajo
Chiconcuautila	18,099	9.1%	Alto
Huauchinango	114,418	57.4%	Bajo
Jopala	14,071	7.1%	Alto
Juan Galindo	11,680	5.9%	Muy bajo
Tlaola	21,710	10.9%	Alto
Tlapacoya	7,001	3.5%	Alto
Suma	199,419	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023; Coneval, 2023.

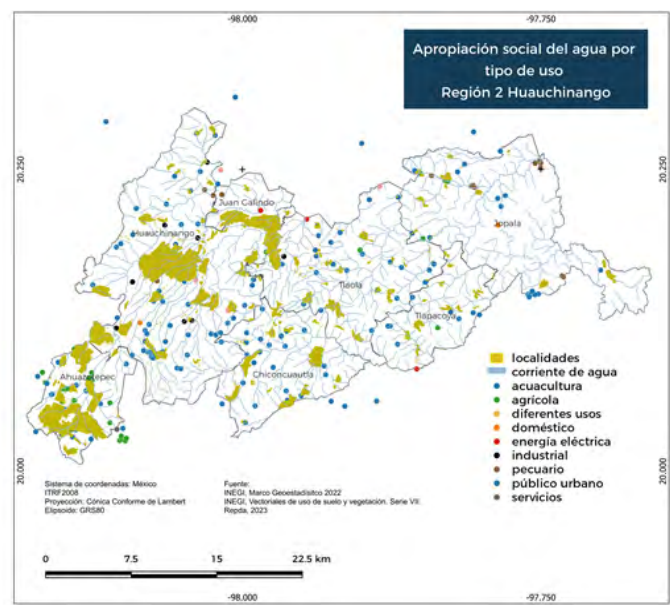
La región se apropió de un volumen de agua de 30,212,340 (m³/año), principalmente utilizada en la acuacultura (46.6 %) y para servicio público urbano (30.3 %) (Repda, 2023). El municipio con la mayor apropiación es Huauchinango con 68.1 %, y Juan Galindo no registra volumen apropiado, por lo que se infiere que depende del agua de lluvia para su metabolismo socioeconómico (Tabla 16 y Figura 17).

Tabla 16. Apropiación social del agua (m³/año) por municipio y tipo de uso de la Región 2 Huauchinango, 2022.

Municipio	Acuacultura	Agrícola	Diferentes Usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público Urbano	Servicios	Suma	Fracción
Ahuazotepec		5,633,580	51,840	25,859	471,024		508,495		6,690,798	22.1%
Chiconcuautla							816,707		816,707	2.7%
Huauchinango	14,082,815	5,095	223,823		343,521	14,087	5,909,119	5,986	20,584,446	68.1%
Jopala		93,126				5,537	769,627	960	869,250	2.9%
Juan Galindo										
Tlaola		75,709	15,833		2,113		893,176		986,831	3.3%
Tlapacoya		22,125					242,183		264,308	0.9%
Suma	14,082,815	5,829,635	291,496	25,859	816,658	19,624	9,139,307	6,946	30,212,340	100.0%
	46.6%	19.3%	1.0%	0.1%	2.7%	0.1%	30.3%	0.02%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 17. Puntos de apropiación social del agua por tipo de uso de la Región 2 Huauchinango, 2022



Fuente: Repda, 2023.

En cuanto al sector agropecuario, el subsector agrícola se apropió de 5,829,635 m³/año (Repda, 2023) de agua, principalmente por Ahuazotepec con 96.6 %. Con el agua apropiada se riegan 18,670 ha con los 17 cultivos que se indican en la Tabla 17, destacando el café cereza con 47.3 % y maíz grano con 38.3 %; la nochebuena aporta 45.1 % de la producción y el café cereza genera 36.3 % del valor monetario (Siap, 2023).

Tabla 17. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 2 Huauchinango, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Arándano	22	0.1%	340	0.02%	5,710,320	1.0%
Árbol De Navidad (Planta)	190	1.0%	166,959	10.63%	56,713,935	10.3%
Avena Forrajera En Verde	143	0.8%	1,118	0.07%	627,902	0.1%
Café Cereza	8,836	47.3%	27,998	1.78%	199,821,991	36.3%
Cebada Grano	205	1.1%	328	0.02%	1,575,253	0.3%
Chile Verde	1,113	6.0%	6,635	0.42%	87,062,147	15.8%
Col (Repollo)	11	0.1%	110	0.01%	715,000	0.1%
Ebo (Janamargo O Veza)	10	0.1%	104	0.01%	83,200	0.0%
Frijol	33	0.2%	19	0.001%	290,665	0.1%
Macadamia	180	1.0%	687	0.04%	15,372,200	2.8%
Maíz Grano	7,150	38.3%	7,829	0.50%	49,702,142	9.0%
Manzana	31	0.2%	306	0.02%	800,545	0.1%
Nochebuena (Planta)	11	0.1%	707,999	45.06%	33,798,826	6.1%
Plantas De Ornato (Planta)	296	1.6%	649,056	41.31%	83,883,576	15.2%
Semilla De Avena Grano	160	0.9%	230	0.01%	1,147,392	0.2%
Tomate Verde	266	1.4%	1,354	0.09%	13,050,654	2.4%
Zempoalxochitl	13	0.1%	86	0.01%	542,629	0.1%
Suma	18,670	100.0%	1,571,157	100.00%	550,898,377	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

El municipio de Huauchinango presenta el mejor desempeño metabólico de agua a valor monetario al pasar de 0.01 % a 26.2 %, seguido de Tlaola que pasó de 1.3 % a 26.3 %; en contraste, Ahuazotepec se apropió del 96.6 % del agua y la metabolizó en solo 4.5 % del valor monetario, como se indica en la Tabla 18.

Tabla 18. Metabolismo del agua apropiada en el subsector agrícola por municipio de la Región 2 Huauchinango, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m ³ /año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Ahuazotepec	5,633,580	96.6%	1,771	9.5%	35,208	2.2%	24,567,483	4.5%
Chiconcuautla			2,387	12.8%	237,448	15.1%	82,328,766	14.9%
Huauchinango	5,095	0.1%	3,223	17.3%	984,897	62.7%	144,205,074	26.2%
Jopala	93,126	1.6%	4,754	25.5%	13,873	0.9%	98,817,660	17.9%
Juan Galindo			54	0.3%	91	0.01%	554,325	0.1%
Tlaola	75,709	1.3%	4,023	21.5%	293,438	18.7%	144,924,730	26.3%
Tlapacoya	22,125	0.4%	2,457	13.2%	6,202	0.4%	55,500,339	10.1%
Suma	5,829,635	100.0%	18,670	100.0%	1,571,157	100.0%	550,898,377	100.0%

Fuente: Repda, 2023; Siap, 2023.

Por su parte, el subsector pecuario se apropió de 19,624 m³/año, pero solo por dos municipios: Huauchinango con el 78 % y Jopala con el 22 %; los restantes cinco municipios no registran volumen de agua para uso pecuario, por lo que se infiere que utilizan agua de otros usos, o bien, se abastecen de agua de lluvia. La región metabolizó el agua en la producción de los productos de la Tabla 19, con un valor de 484,405 pesos. Huauchinango es el principal aportante al valor de la producción pecuaria con 66.5 %, y la producción de carne genera 45.4 % del volumen total producido.

Tabla 19. Estadísticas pecuarias 2022 por municipio, producción y valor de la Región 2 Huauchinango.

Municipio	Agua apropiada		Producción				Valor por municipio	
	m ³ /año	Carne	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Ahuazotepec		306	487	19	903		36,084	7.4%
Chiconcuautla		280	441	15	86	0.3	27,002	5.6%
Huauchinango	14,087	2,977	4,802	69	456	42	322,355	66.5%
Jopala	5,537	261	427	23	51		26,264	5.4%
Juan Galindo		169	269	13	44	6	16,455	3.4%
Tlaola		287	458	28	136	2	28,423	5.9%
Tlapacoya		277	451	17	151	2	27,821	5.7%
Suma	19,624	4,558	7,334	184	1,826	53	484,405	100.0%
Valor por producto		243,755	219,927	5,713	12,503	2,508	484,405	
		50.3%	45.4%	1.2%	2.6%	0.5%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023; Siap, 2023.

Respecto al sector económico, 8,557 unidades económicas (Denué, 2023) se apropiaron de 1,140,959 m³/año (Repda, 2023). Huauchinango concentra el mayor número de unidades económicas con 6,560 y el mayor volumen de agua apropiada con el 50.2 % (Tabla 20). En los municipios que no tienen agua concesionada o asignada por Conagua se infiere que para el desarrollo de sus actividades utilizan agua destinada al consumo humano.

Tabla 20. Agua apropiada por el sector económico de la Región 2 Huauchinango, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Ahuazotepec	548,723	48.1%	334	3.9%
Chiconcuautla			227	2.7%
Huauchinango	573,330	50.2%	6,560	76.7%
Jopala	960	0.1%	423	4.9%
Juan Galindo			591	6.9%
Tlaola	17,946	1.6%	353	4.1%
Tlapacoya			69	0.8%
Suma	1,140,959	100.0%	8,557	100.0%

Fuente: Denué, 2023.

En cuanto al agua para uso público urbano, la región se apropió de un volumen bruto de 9,139,307 m³/año (Repda, 2023), al que se descontó pérdidas por deficiencias en la infraestructura hidráulica, quedando un volumen neto de agua de 5,483,584 m³/año, el cual es insuficiente para abastecer de 100 litros/habitante/día equivalente a 7,278,794 m³/año (Conagua, 2015), existiendo un déficit de 1,368,890 m³/año (Tabla 21).

El índice de presión hídrica (IPH) es alto en Ahuazotepec, Chiconcuautila, Tlaola y Tlapacoya; medio en Huauchinango y Jopala, y para Juan Galindo no se pudo analizar por carecer de información de agua apropiada para este uso. La totalidad de los habitantes de la región reciben menos agua de la que recomienda Conagua.

Tabla 21. Balance hídrico e índice de presión hídrica de la Región 2 Huauchinango, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura l/habitante/día	Índice de presión hídrica Valor	Categoría
Ahuazotepec	12,440	208	305,097	454,060	-148,963	67	1.49	Alto
Chiconcuautila	18,099	218	490,024	660,614	-170,589	74	1.35	Alto
Huauchinango	114,418	6,167	3,545,471	4,176,257	-630,786	85	1.18	Medio
Jopala	14,071	649	461,776	513,592	-51,815	90	1.11	Medio
Juan Galindo	11,680	47	sin dato	426,320				
Tlaola	21,710	1,167	535,906	792,415	-256,509	68	1.48	Alto
Tlapacoya	7,001	432	145,310	255,537	-110,227	57	1.76	Alto
Suma	199,419	8,888	5,483,584	7,278,794	-1,368,890	73	1.39	Alto

Fuente: Repda, 2023; Coneval, 2023.

3.3 Región 3 Zacatlán

Está integrada por nueve municipios con una población de 145,809 habitantes; el 30 % de ellos se encuentran con grado de marginación muy alto y alto (Conapo, 2023; Coneval, 2020). Zacatlán concentra 61.9 % de la población y en contraste Coatepec solo tiene 819 habitantes (0.6 %), como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Población y grado de marginación por municipio de la Región 3 Zacatlán, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Ahuacatlán	17,226	11.8%	Alto
Amixtlán	5,345	3.7%	Alto
Camocuautila	2,871	2.0%	Alto
Coatepec	819	0.6%	Alto
Hermenegildo Galeana	8,327	5.7%	Alto
San Felipe Tepatlán	4,205	2.9%	Muy alto
Tepango de Rodríguez	4,422	3.0%	Alto
Tepetzintla	12,404	8.5%	Bajo
Zacatlán	90,190	61.9%	Bajo
Suma	145,809	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023; Coneval, 2020.

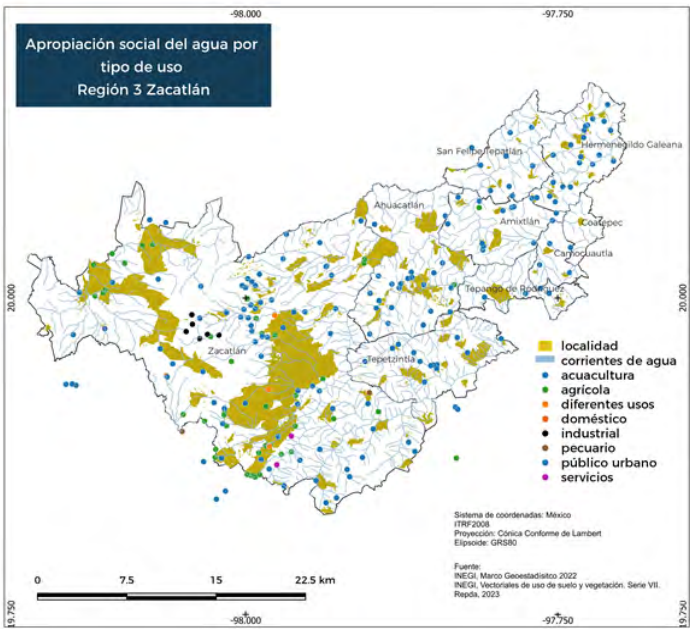
La región se apropió de 25,638,670 metros cúbicos de agua, en mayor medida para uso agrícola (39.4 %) y para uso público urbano (35.6 %). Zacatlán es el municipio con mayor apropiación de agua (86.3 %) (Tabla 23 y Figura 18).

Tabla 23. Apropiación social de agua (m³/año) por municipio y tipo de uso de la Región 3 Zacatlán, 2022.

Municipio	Acuacultura	Agrícola	Diferentes Usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público Urbano	Servicios	Suma	Fracción
Ahuacatlán		222,000					791,456		1,013,456	4.0%
Amixtlán		84					261,425		261,509	1.0%
Camocuautla							125,815		125,815	0.5%
Coatepec							58,657		58,657	0.2%
Hermenegildo Galeana							511,655		511,655	2.0%
San Felipe Tepatlán							326,768		326,768	1.3%
Tepango de Rodríguez		504,430					75,692		580,122	2.3%
Tepetzintla							644,679		644,679	2.5%
Zacatlán	4,867,582	9,378,276	46,421	2,190	1,379,631	61,930	6,322,083	57,896	22,116,009	86.3%
Suma	4,867,582	10,104,790	46,421	2,190	1,379,631	61,930	9,118,230	57,896	25,638,670	100.0%
	19.0%	39.4%	0.2%	0.01%	5.4%	0.2%	35.6%	0.2%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 18. Puntos de apropiación social de agua de la Región 3 Zacatlán, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Respecto al sector agropecuario, la agricultura se apropió de 10,104,790 metros cúbicos de agua al año, con la que se regaron 23,950 ha sembradas con 29 cultivos (Siap, 2023). Los cultivos de mayor importancia son el maíz grano, que ocupa 55.3 % de la superficie agrícola y aporta 18.7 % de la producción, y el café cereza, que contribuye con 27.2 % del valor de la producción (Tabla 24).

Tabla 24. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 3 Zacatlán, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Aguacate	65	0.3%	224	0.3%	3,278,619	0.8%
Ajo	83	0.3%	647	0.8%	21,182,338	5.5%
Alfalfa Verde	62	0.3%	5,006	6.2%	2,682,315	0.7%
Arándano	197	0.8%	753	0.9%	25,310,880	6.5%
Árbol De Navidad (Planta)	12	0.1%	2,464	3.1%	936,202	0.2%
Arvejón	47	0.2%	79	0.1%	468,180	0.1%
Avena Forrajera En Verde	249	1.0%	3,296	4.1%	1,820,801	0.5%
Avena Grano	48	0.2%	71	0.1%	414,655	0.1%
Café Cereza	4,646	19.4%	14,951	18.6%	105,387,273	27.2%
Calabaza	2	0.01%	8	0.0%	33,200	0.01%
Cebada Grano	1,314	5.5%	3,876	4.8%	17,147,821	4.4%
Chicharo	55	0.2%	158	0.2%	1,386,000	0.4%
Chile Verde	125	0.5%	817	1.0%	8,409,866	2.2%
Ciruella	218	0.9%	953	1.2%	4,001,046	1.0%
Durazno	117	0.5%	444	0.6%	6,731,599	1.7%
Ebo (Janamargo O Veza)	37	0.2%	678	0.8%	507,093	0.1%
Fresa	3	0.01%	54	0.1%	972,172	0.3%
Frijol	471	2.0%	329	0.4%	5,239,077	1.4%
Haba Grano	347	1.4%	388	0.5%	3,877,095	1.0%
Haba Verde	37	0.2%	240	0.3%	865,974	0.2%
Maguey Pulquero (Miles De Lts.)	326	1.4%	1,773	2.2%	7,027,490	1.8%
Maíz Grano	13,247	55.3%	14,994	18.7%	99,207,399	25.6%
Manzana	1,882	7.9%	8,049	10.0%	46,204,885	11.9%
Papa	56	0.2%	628	0.8%	4,319,368	1.1%
Pastos Y Praderas	80	0.3%	2,446	3.0%	1,020,700	0.3%
Pera	187	0.8%	776	1.0%	3,363,752	0.9%
Rosa (Gruesa)	9	0.04%	14,536	18.1%	3,942,745	1.0%
Tomate Rojo (Jitomate)	8	0.03%	1,553	1.9%	11,782,424	3.0%
Trigo Grano	22	0.1%	50	0.1%	233,080	0.1%
Suma	23,950	100.0%	80,241	100.0%	387,754,050	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

En cuanto a la producción agrícola por municipio, Zacatlán es el mayor apropiador de agua con 92.8 %, pero su metabolismo hídrico se redujo a 63.9 % del valor de la producción (Tabla 25).

Tabla 25. Metabolismo del agua en el subsector agrícola de la Región 3 Zacatlán, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m³/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Ahuacatlán	222,000	2.2%	1,741	7.3%	2,793	3.5%	20,473,427	5.3%
Amixtlán	84	0.001%	1,289	5.4%	3,103	3.9%	21,624,468	5.6%
Camocuautla			551	2.3%	1,122	1.4%	7,671,217	2.0%
Coatepec			451	1.9%	844	1.1%	5,725,009	1.5%
Hermenegildo Galeana			1,696	7.1%	4,880	6.1%	33,760,913	8.7%
San Felipe Tepatlán			1,195	5.0%	3,736	4.7%	27,180,663	7.0%
Tepango de Rodríguez	504,430	5.0%	485	2.0%	1,080	1.3%	7,747,145	2.0%
Tepetzintla			1,495	6.2%	2,103	2.6%	15,859,435	4.1%
Zacatlán	9,378,276	92.8%	15,047	62.8%	60,580	75.5%	247,711,774	63.9%
Suma	10,104,790	100.0%	23,950	100.0%	80,241	100.0%	387,754,050	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Por su parte, el subsector pecuario se apropió de 61,930 metros cúbicos de agua en el año, pero solo por Zacatlán; se infiere que el resto de los municipios se abastecen de agua de lluvia o de otros usos para la actividad pecuaria. El ganado en pie es el producto que mayormente contribuye al volumen total de la producción con 8,240 t, el producto carne aporta 49.4 % del valor productivo y Zacatlán genera 37.9 % de dicho valor (Siap, 2023).

Tabla 26. Metabolismo del agua en valor de producción del subsector pecuario de la Región 3 Zacatlán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Producción (t)						Valor por municipio	
	m ³ /año	Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Lana	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Ahuacatlán		782	0.2	1,171	34	2		5	81,752	13.9%
Amixtlán		605	0.3	900	28	2		6	62,971	10.7%
Camocuautla		253	0.2	380	17	0.1		4	26,216	4.4%
Coatepec		249	0.1	377	16	0.2		3	26,163	4.4%
Hermenegildo Galeana		279		436	19		316	3	28,179	4.8%
San Felipe Tepatlán		198		322	21		70		19,694	3.3%
Tepango de Rodríguez		500	0.4	750	29	1		8	53,089	9.0%
Tepetzintla		648	0.4	970	37	1		9	67,877	11.5%
Zacatlán	61,930	1,972	1	2,933	90	36	3,152	25	223,556	37.9%
Suma	61,930	5,487	3	8,240	293	43	3,539	62	589,497	100.0%
Valor por producto		291,356	210	263,193	8,493	168	23,042	3,036	589,497	100.0%
		49.4%	0.0%	44.6%	1.4%	0.0%	3.9%	0.5%	100.0%	

Fuente: Siap, 2023.

El sector económico está integrado por 5,563 unidades, de las que 80.7 % se concentran en Zacatlán (Denué, 2023) y es el único municipio con agua apropiada por tener un volumen de 1,486,138 m³/año (Tabla 27). En los municipios que no tienen agua concesionada o asignada por Conagua se infiere que para el desarrollo de sus actividades utilizan agua destinada al consumo humano o agua de lluvia.

Tabla 27. Agua apropiada por el sector económico de la Región 3 Zacatlán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Ahuacatlán			346	6.2%
Amixtlán			165	3.0%
Camocuautla			70	1.3%
Coatepec			37	0.7%
Hermenegildo Galeana			122	2.2%
San Felipe Tepatlán			28	0.5%
Tepango de Rodríguez			216	3.9%
Tepetzintla			90	1.6%
Zacatlán	1,486,138	100.0%	4,489	80.7%
Suma	1,486,138	100.0%	5,563	100.0%

Fuente: Denué, 2023.

En cuanto al agua para uso público urbano, la región se apropió de un volumen bruto de 9,118,230 m³/año (Repda, 2023), con una pérdida estimada de 40 % por deficiencias en la infraestructura hidráulica, quedando un volumen neto de agua de 5,470,938 m³/año, el cual es suficiente para abastecer de 100 litros/habitante/día, equivalente a 5,322,029 m³/año (Conagua, 2015), resultando un superávit de 148,910 m³/año. Sin embargo, a nivel municipal Ahuacatlán, Amixtlán, Camocuautla, Tepetzintla y Tepango de Rodríguez están por debajo de la cobertura recomendada por habitantes, y en mayor medida el último municipio que sólo puede dotar de 28 litros/habitante/día.

El índice de presión hídrica (IPH) es alto en Ahuacatlán, Camocuautla y Tepango de Rodríguez; medio en Amixtlán y Tepetzintla y bajo en el resto de los municipios (Tabla 28).

Tabla 28. Balance hídrico e índice de presión hídrica por municipio del agua para uso público urbano, Región 3 Zacatlán, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua entubada	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura l/habitante/día	Índice de presión hídrica	
							Valor	Categoría
Ahuacatlán	17,226	456	474,874	628,749	-153,875	76	1.32	Alto
Amixtlán	5,345	292	156,855	195,093	-38,238	80	1.24	Medio
Camocuautla	2,871	22	75,489	104,792	-29,303	72	1.39	Alto
Coatepec	819		35,194	29,894	5,301	118	0.85	Bajo
Hermenegildo Galeana	8,327	133	306,993	303,936	3,058	101	0.99	Bajo
San Felipe Tepatlán	4,205	87	196,061	153,483	42,578	128	0.78	Bajo
Tepango de Rodríguez	4,422	316	45,415	161,403	-115,988	28	3.55	Alto
Tepetzintla	12,404	670	386,807	452,746	-65,939	85	1.17	Medio
Zacatlán	90,190	2,782	3,793,250	3,291,935	501,315	115	0.87	Bajo
Suma	145,809	4,758	5,470,938	5,322,029	148,910	89	1.35	Bajo

Fuente: Elaboración propia con información de Conapo, 2023; Conagua, 2015; Coneval, 2020 y Repda, 2023.

3.4 Región 4 Huehuetla

La región está integrada por 10 municipios con una población de 94,795 habitantes (Conapo, 2023). El 41 % de ellos tienen un grado de marginación muy alto, 53 % alto y 6 % medio (Coneval, 2020), como se indica en la Tabla 29. El municipio que concentra a la mayor población es Huehuetla, representando el 21.5 %.

Tabla 29. Población y grado de marginación por municipio de la Región 4 Huehuetla, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Atlequizayan	2,842	3.0%	Alto
Caxhuacan	3,996	4.2%	Alto
Huehuetla	20,343	21.5%	Muy alto
Hueytlalpan	5,911	6.2%	Muy alto
Huitzilán de Serdán	16,334	17.2%	Alto
Ixtepéc	7,643	8.1%	Alto
Olintla	12,584	13.3%	Muy alto
Xochitlán de Vicente Suárez	13,685	14.4%	Alto
Zapotitlán de Méndez	6,079	6.4%	Medio
Zongozotla	5,378	5.7%	Alto
Suma	94,795	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

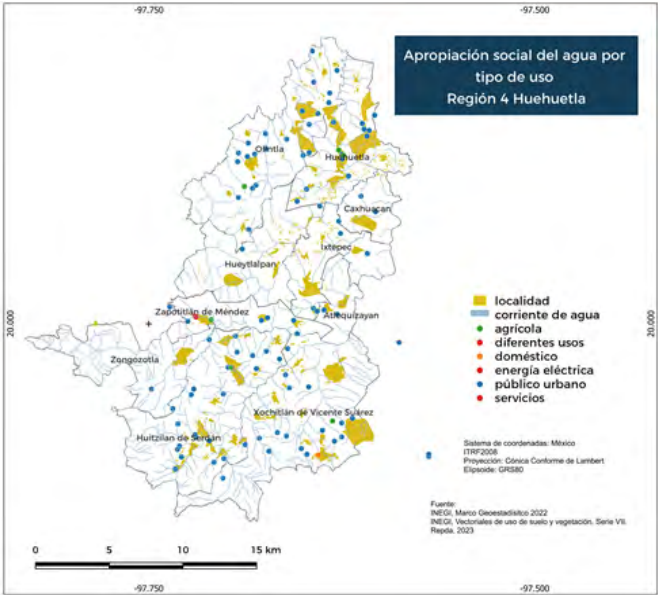
Para realizar su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 5,217,457 m³/año, principalmente para uso público urbano con 99.1 % y Huehuetla se apropió de 22.7 % del recurso hídrico total (Tabla 30). La Figura 19 muestra los puntos de apropiación de agua por tipo de uso.

Tabla 30. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 4 Huehuetla, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Atlequizayan				166,936		166,936	3.2%
Caxhuacan				19,444		19,444	0.4%
Huehuetla	2,603			1,183,674		1,186,277	22.7%
Hueytlalpan	1,500	1,219		488,094		490,813	9.4%
Huitzilán de Serdán	2,160			712,638	1,080	715,878	13.7%
Ixtepec				339,017		339,017	6.5%
Olintla	86			727,557		727,643	13.9%
Xochitlán de Vicente Suárez	20,736	1,096	365	819,182		841,379	16.1%
Zapotitlán de Méndez	726	877		429,650	13,132	444,385	8.5%
Zongozotla				285,685		285,685	5.5%
suma	27,811	3,192	365	5,171,877	14,212	5,217,457	100.0%
	0.5%	0.1%	0.01%	99.1%	0.3%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 19. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 4 Huehuetla, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

El subsector agrícola se apropió de 27,811 m³ anuales para regar 12,661 hectáreas de solo siete cultivos (Repda, 2023; Siap, 2023). El principal cultivo es el café cereza, que ocupa 64 % de la superficie agrícola, genera 78 % de la producción y aporta 80 % del valor monetario, lo que significa que la economía de los agricultores se base en dicho cultivo.

Tabla 31. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 4 Huehuetla, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Café Cereza	8,143	64%	23,455	78%	139,950,305	80%
Chile Verde	27	0.2%	74	0.2%	753,328	0.4%
Jatropha	12	0.1%	6	0.02%	78,668	0.05%
Maíz Grano	4,442	35%	6,443	21%	31,090,320	18%
Pimienta	25	0.2%	189	1%	1,972,542	1%
Tomate Rojo (Jitomate)	1	0.0%	42	0.1%	288,310	0.2%
Vainilla	12	0.1%	2	0.01%	347,017	0.2%
Suma	12,661	100%	30,211	100%	174,480,489	100%

Fuente: Repda, 2023.

La Tabla 32 indica que Atlequizayan, Caxhuacan, Ixtepec y Zongozotla dependen totalmente del ciclo de lluvia para la producción de alimentos. Huitzilán de Serdán muestra el mejor comportamiento metabólico al apropiarse del 7.8 % de agua y pasar a 24 % del valor monetario de la producción (Repda, 2023 y Siap, 2023).

Tabla 32. Metabolismo hídrico en la agricultura por municipio de la Región 4 Huehuetla, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m ³ /año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Atlequizayan			515	4.1%	965.17	3.2%	5,673,206	3.3%
Caxhuacan			492	3.9%	796.83	2.6%	4,513,520	2.6%
Huehuetla	2,603	9.4%	2,013	15.9%	4147.11	13.7%	25,086,097	14.4%
Hueytlalpan	1,500	5.4%	1,243	9.8%	2464	8.2%	13,161,625	7.5%
Huitzilán de Serdán	2,160	7.8%	2,369	18.7%	7149.91	23.7%	41,819,548	24.0%
Ixtepec			829	6.5%	2122.05	7.0%	12,055,368	6.9%
Olintla	86	0.3%	2,102	16.6%	3947.32	13.1%	22,521,910	12.9%
Xochitlán de Vicente Suárez	20,736	74.6%	1,246	9.8%	2895.65	9.6%	16,437,815	9.4%
Zapotitlán de Méndez	726	2.6%	732	5.8%	1935.8	6.4%	10,775,110	6.2%
Zongozotla			1,119	8.8%	3,787	12.5%	22,436,290	12.9%
Suma	27,811	100.0%	12,661	100.0%	30,211	100.0%	174,480,489	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

En cuanto al subsector pecuario, la producción ganadera de la región depende totalmente del agua de lluvia. En cuanto al volumen de producción, el producto ganado en pie es el mayor generado con 2,703 toneladas y Xochitlán de Vicente Suárez aporta 17 % al valor monetario del subsector.

Tabla 33. Metabolismo hídrico en valor de producción por municipio y producto de la Región 4 Huehuetla, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Producción (t)				Valor por municipio	
	m ³ /año	Carne	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Atlequizayan		126	171	1	94		11,073	6%
Caxhuacan		216	316	14	73	1	20,297	11%
Huehuetla		258	402	14	90	2	26,103	15%
Huitzilán de Serdán		126	173	15	42	28	12,812	7%
Ixtepec		217	340	11	64	12	22,375	13%
Olintla		232	366	15	69	3	23,452	13%
Xochitlán de Vicente Suárez		296	465	15	80	3	29,418	17%
Zapotitlán de Méndez		149	200	12	51	28	14,362	8%
Zongozotla		178	271	12	41	7	17,542	10%
Suma		1,798	2,703	109	604	84	177,434	100%
valor por producto		87,707	78,585	3,020	4,023	4,098	177,434	
		49%	44%	2%	2%	2%	100%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Respecto al sector económico, 2,323 unidades económicas se apropiaron de 17,769 m³/año. Seis municipios realizan sus actividades productivas, ya sea con agua de lluvia o utilizando agua destinada al consumo humano (Tabla 34).

Tabla 34. Agua apropiada por unidades económicas y municipio de la Región 4 Huehuetla, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Atlequizayan			74	3%
Caxhuacan			183	8%
Huehuetla			325	14%
Hueytlalpan	1,219	7%	116	5%
Huitzilán de Serdán	1,080	6%	232	10%
Ixtepec			233	10%
Olintla			221	10%
Xochitlán de Vicente Suárez	1,461	8%	477	21%
Zapotitlán de Méndez	14,009	79%	224	10%
Zongozotla			238	10%
Suma	17,769	100%	2,323	100%

Fuente: Repda, 2023 y Denué, 2023.

En cuanto al agua para uso público urbano, la región se apropió de un volumen bruto de 5,171,877 m³/año (Repda, 2023), con una pérdida estimada de 40 % por deficiencias en la infraestructura hidráulica, quedando un volumen neto de agua de 3,103,126 m³/año, el cual es insuficiente para abastecer de 100 litros/habitante/día, equivalente a 3,460,018 m³/año (Conagua, 2015), resultando un déficit de 356,891 m³/año. Caxhuacan es el municipio más afectado porque solo tiene la posibilidad de dotar de 8 litros/habitante/día.

El índice de presión hídrica (IPH) es alto en Caxhuacan, Huitzilan de Serdán e Ixtepec; medio en Atlequizayan, Huehuetla, Olintla, Xochitlán de Vicente Suárez y Zongozotla; y es bajo en Hueytlalpan y Zapotitlán de Méndez (Tabla 35).

Tabla 35. Balance hídrico e índice de presión hídrico de agua para consumo humano por municipio de la Región 4 Huehuetla, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m³/año	Demanda m³/año	Balance m³/año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica Valor	Categoría
Atlequizayan	2,842	47	100,162	103,733	-3,571	97	1.04	Medio
Caxhuacan	3,996	48	11,666	145,854	-134,188	8	12.50	Alto
Huehuetla	20,343	2302	710,204	742,520	-32,315	96	1.05	Medio
Hueytlalpan	5,911	1338	292,856	215,752	77,105	136	0.74	Bajo
Huitzilan de Serdán	16,334	230	427,583	596,191	-168,608	72	1.39	Alto
Ixtepec	7,643	555	203,410	278,970	-75,559	73	1.37	Alto
Olintla	12,584	5978	436,534	459,316	-22,782	95	1.05	Medio
Xochitlán de Vicente Suárez	13,685	1093	491,509	499,503	-7,993	98	1.02	Medio
Zapotitlán de Méndez	6,079	84	257,790	221,884	35,907	116	0.86	Bajo
Zongozotla	5,378	41	171,411	196,297	-24,886	87	1.15	Medio
Suma	94,795	11,716	3,103,126	3,460,018	-356,891	88	1.12	Medio

Fuente: Elaboración propia con información de Conapo, 2023; Conagua, 2015; Coneval, 2020 y Repda, 2023.

3.5 Región 5 Zacapoaxtla

Esta región está conformada por 9 municipios con una población de 172,386 habitantes; 34.9 % de ellos se ubican en Zacapoaxtla. Cinco municipios con 83,914 habitantes (49 %) se encuentran con un grado de marginación alto, 70,785 habitantes (41 %) con grado medio y 60,079 habitantes con grado muy bajo, y 17,687 habitantes con grado de marginación muy bajo (Tabla 36).

Tabla 36. Población y grado de marginación por municipio de la Región 5 Zacapoaxtla, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Cuetzalan del Progreso	52,154	30.3%	Alto
Jonotla	4,921	2.9%	Alto
Nauzontla	3,733	2.2%	Medio
Tuzamapan de Galeana	6,973	4.0%	Medio
Xochiapulco	3,650	2.1%	Alto
Zacapoaxtla	60,079	34.9%	Medio
Zaragoza	17,687	10.3%	Muy bajo
Zautla	20,580	11.9%	Alto
Zoquiapan	2,609	1.5%	Alto
Suma	172,386	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

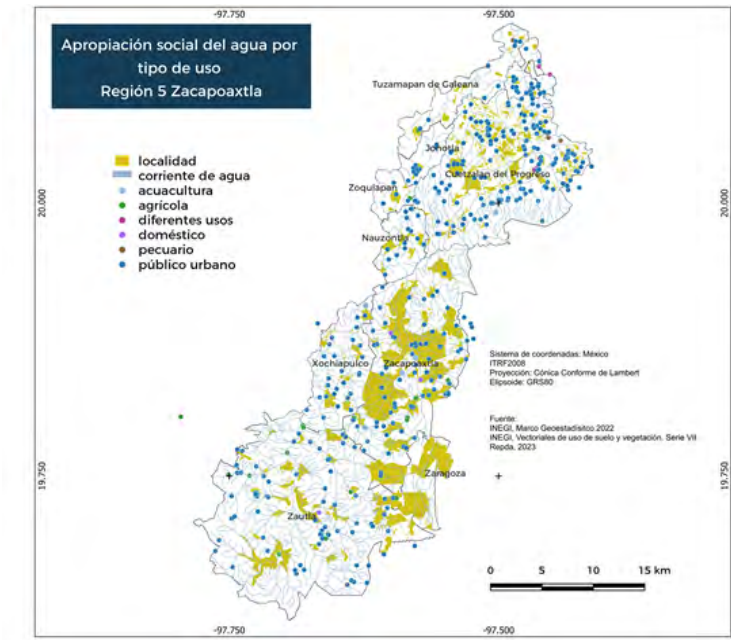
Para su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 30,558,167 metros cúbicos de agua en 2022, utilizada principalmente en la acuicultura (56.3 %) y para el consumo humano (35 %); Zacapoaxtla se apropió de 69.6 % del volumen total y Zoquiapan de sólo 0.8 % (Repda, 2023) (Tabla 37). Los puntos de apropiación social de agua se muestran en la Figura 20.

Tabla 37. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.

Municipio	Acuicultura	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Cuetzalan del Progreso	315,360		552			4,016	3,338,954		3,658,882	12.0%
Jonotla			175,205				340,407		515,612	1.7%
Nauzontla							433,989		433,989	1.4%
Tuzamapan de Galeana		960				7,148	282,120		290,228	0.9%
Xochiapulco		312,000					253,929		565,929	1.9%
Zacapoaxtla	16,903,296	487,752		1,059		265	3,879,734		21,272,106	69.6%
Zaragoza		230,013					372,878		602,891	2.0%
Zautla		1,404,988		15,768			1,554,106		2,974,862	9.7%
Zoquiapan		6,000					237,668		243,668	0.8%
Suma	17,218,656	2,441,713	175,757	16,827		11,429	10,693,785		30,558,167	100.0%
	56.3%	8.0%	0.6%	0.1%		0.0%	35.0%		100.0%	0.0%

Fuente: Repda, 2023.

Figura 20. Puntos de apropiación social de agua de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Para la producción de alimentos, el subsector agrícola se apropió de 2,441,713 m³/año de agua (Repda, 2023), con excepción de Cuetzalan del Progreso, Jonotla y Nauzontla, que dependen en su totalidad del ciclo de lluvia (Tabla 38). Con el agua apropiada se

riegan 32 cultivos establecidos en 26,319 hectáreas que generaron una producción de 88,836 toneladas con un valor de 570,408 pesos (Siap, 2023) (Tabla 39).

Tabla 38. Estadísticas agrícolas por municipio de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Produccion		Valor	
	m³/año	Fraccion	ha	Fraccion	t	Fraccion	\$	Fraccion
Cuetzalan del Progreso			7,946	30.2%	22,266	25.1%	121,716,902	21.3%
Jonotla			2,620	10.0%	8,563	9.6%	44,035,770	7.7%
Nauzontla			456	1.7%	1,886	2.1%	13,528,097	2.4%
Tuzamapan de Galeana	960	0.04%	2,256	8.6%	7,568	8.5%	47,532,669	8.3%
Xochiapulco	312,000	12.8%	927	3.5%	2,163	2.4%	17,234,250	3.0%
Zacapoaxtla	487,752	20.0%	3,661	13.9%	20,882	23.5%	166,709,849	29.2%
Zaragoza	230,013	9.4%	2,930	11.1%	9,232	10.4%	70,660,770	12.4%
Zautla	1,404,988	57.5%	4,143	15.7%	10,601	11.9%	61,960,575	10.9%
Zoquiapan	6,000	0.2%	1,380	5.2%	5,673	6.4%	27,028,941	4.7%
Suma	2,441,713	100.0%	26,319	100.0%	88,836	100.0%	570,407,822	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

El cultivo de mayor importancia es maíz grano, que ocupa 52.3 % de la superficie agrícola, genera 23.5 % de la producción, pero el cultivo de papa aporta 29.7 % al valor monetario (Siap, 2023).

Tabla 39. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.

Cultivo	Superficie		Produccion		Valor	
	ha	Fraccion	t	Fraccion	\$	Fraccion
Aguate	154	0.6%	867	1.0%	13,251,679	2.3%
Arvejon	22	0.1%	32	0.04%	155,342	0.03%
Avena Forrajera En Verde	390	1.5%	2,814	3.2%	2,280,845	0.4%
Bambu	192	0.7%	2,580	2.9%	7,222,992	1.3%
Café Cereza	6,869	26.1%	18,754	21.1%	112,174,179	19.7%
Calabaza	3	0.01%	13	0.01%	78,690	0.01%
Cebada Grano	1,380	5.2%	3,270	3.7%	14,695,627	2.6%
Chayote	5	0.02%	32	0.04%	136,050	0.02%
Chicharo	8	0.03%	45	0.1%	646,553	0.1%
Chile Verde	31	0.1%	76	0.1%	644,984	0.1%
Ciruella	41	0.2%	165	0.2%	723,641	0.1%
Durazno	272	1.0%	1,420	1.6%	20,018,897	3.5%
Frijol	31	0.1%	15	0.02%	204,468	0.04%
Guanábana	54	0.2%	258	0.3%	1,859,256	0.3%
Haba Grano	390	1.5%	553	0.6%	10,463,802	1.8%
Higo	75	0.3%	616	0.7%	5,205,240	0.9%
Jatropha	11	0.04%	5	0.01%	55,162	0.01%
Lima	67	0.3%	627	0.7%	1,849,650	0.3%
Limon	296	1.1%	2,968	3.3%	29,716,002	5.2%
Litchi	8	0.03%	54	0.1%	596,530	0.1%
Maíz Grano	13,774	52.3%	20,918	23.5%	125,827,777	22.1%
Mamey	28	0.1%	266	0.3%	2,373,145	0.4%
Mandarina	444	1.7%	5,460	6.1%	23,925,759	4.2%
Manzana	177	0.7%	928	1.0%	5,057,100	0.9%
Naranja	340	1.3%	4,011	4.5%	11,056,858	1.9%
Papa	1,070	4.1%	20,257	22.8%	169,685,171	29.7%
Pera	34	0.1%	315	0.4%	1,243,800	0.2%
Pimienta	58	0.2%	409	0.5%	4,252,768	0.7%
Tangerina	57	0.2%	631	0.7%	2,145,366	0.4%
Tomate Rojo (jitomate)	2	0.01%	206	0.2%	1,488,756	0.3%
Toronja (Pomelo)	23	0.1%	269	0.3%	965,191	0.2%
Vainilla	14	0.1%	2	0.002%	406,541	0.1%
Suma	26,319	100.0%	88,836	100.0%	570,407,822	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Por su parte, la Tabla 40 muestra que el subsector pecuario se apropió de 11,429 m³ de agua para generar 295,202 pesos por la comercialización de 6 productos, destacando ganado en pie que produjo 4,317 toneladas, carne generó 47.8 % del valor de producción y el municipio de Zaragoza aportó 19.2 % a dicho valor.

Tabla 40. Agua apropiada en el subsector pecuario por municipio de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.

Municipio	Agua apropiada m ³ /año	Producción (t) Ganado en						Valor por municipio	
		Carne	Cera	pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Cuetzalan del Progreso	4,016	427		672	33	347	145	51,279	17.4%
Jonotla		265		414	13	86	4	26,634	9.0%
Nauzontla		251		395	12	70		25,275	8.6%
Tuzamapan de Galeana	7,148	348		575	12	90	3	36,224	12.3%
Xochiapulco		151		213	12	180	32	16,181	5.5%
Zacapoaxtla	265	393		609	27	359	3	40,566	13.7%
Zaragoza		571		817	30	607	0.2	56,800	19.2%
Zautla		290	0.168	404	27	257	5	28,207	9.6%
Zoquiapan		162		219	14	2		14,037	4.8%
Suma	11,429	2,858	0.168	4,317	179	1,997	192	295,202	100.0%
Valor por producto		141,177	12	126,185	5,038	13,458	9,331	295,202	100.0%
		47.8%	0.0%	42.7%	1.7%	4.6%	3.2%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Siap, 2023.

Respecto al sector económico, 5,819 unidades (Denue, 2023) se apropiaron de 192,854 m³/año de agua (Repda, 2023), en especial, Jonotla utiliza 91 % de dicha agua, pero en Zacapoaxtla se concentra el mayor número de unidades económicas (45.7 %), como se indica en la Tabla 41.

Tabla 41. Agua apropiada por el sector económico de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	número	Fracción
Cuetzalan del Progreso	552	0.3%	1,423	24.5%
Jonotla	175,205	91.0%	113	1.9%
Nauzontla			89	1.5%
Tuzamapan de Galeana			155	2.7%
Xochiapulco			129	2.2%
Zacapoaxtla	1,059	0.5%	2,661	45.7%
Zautla			1,171	20.1%
Zoquiapan	15,768	8.2%	78	1.3%
Suma	192,584	100.0%	5,819	100.0%

Fuente: Denue, 2023.

En cuanto al sector social, la región se apropió de un volumen bruto de agua de 10,693,785 m³/año (Repda, 2023), pero descontando pérdidas en la infraestructura hidráulica se reduce a 6,416,271 m³/año para abastecer la demanda de 100 litros/habitante/día (Conagua, 2015) resultando un superávit de 124,182 m³/año, sin embargo, Tuzamapan de Galeana y Zaragoza solo cubren una demanda de 67 y 35 litros/habitante/día, respectivamente.

El índice de presión hídrica es bajo en siete municipios y alto en los dos restantes, como se observa en la Tabla 42.

Tabla 42. Balance hídrico e índice de presión hídrica por municipio del agua apropiada para consumo humano de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica Valor	Categoría
Cuetzalan del Progreso	52,154	3,255	2,003,372	1,903,621	99,751	105	0.95	Bajo
Jonotla	4,921	137	204,244	179,617	24,628	114	0.88	Bajo
Nauzontla	3,733	255	260,393	136,255	124,139	191	0.52	Bajo
Tuzamapan de Galeana	6,973	160	169,272	254,515	-85,243	67	1.50	Alto
Xochiapulco	3,650	138	152,357	133,225	19,132	114	0.87	Bajo
Zacapoaxtla	60,079	1,696	2,327,840	2,192,884	134,957	106	0.94	Bajo
Zaragoza	17,687	93	223,727	645,576	-421,849	35	2.89	Alto
Zautla	20,580	929	932,464	751,170	181,294	124	0.81	Bajo
Zoquiapan	2,609	22	142,601	95,229	47,372	150	0.67	Bajo
Suma	172,386	6,685	6,416,271	6,292,089	124,182	112	0.98	Bajo

Fuente: Conapo, 2023; Coneval, 2020; y Repda, 2023.

3.6 Región 6 Teziutlán

Está integrada por doce municipios con una población de 362,079 habitantes (Conapo, 2023). Los municipios con mayor población son Teziutlán (29.7 %) y Tlatlauquitepec (16.2 %).

La Tabla 43 muestra que 7.5 % de la población tiene un grado de marginación alto, 42.5 % un grado medio, 18.6 % un grado bajo y 31.4 % muy bajo (Coneval, 2020).

Tabla 43. Población y grado de marginación por municipio de la Región 6 Teziutlán, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Acateno	9,968	2.8%	Alto
Atempan	30,843	8.5%	Medio
Ayotoxco de Guerrero	9,313	2.6%	Alto
Chignautla	37,261	10.3%	Medio
Hueyapan	13,830	3.8%	Medio
Hueytamalco	28,245	7.8%	Medio
Tenampulco	7,774	2.1%	Alto
Teteles de Avila Castillo	6,378	1.8%	Muy Bajo
Teziutlán	107,387	29.7%	Muy Bajo
Tlatlauquitepec	58,752	16.2%	Bajo
Xiutetelco	43,646	12.1%	Medio
Yaonáhuac	8,682	2.4%	Bajo
Suma	362,079	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

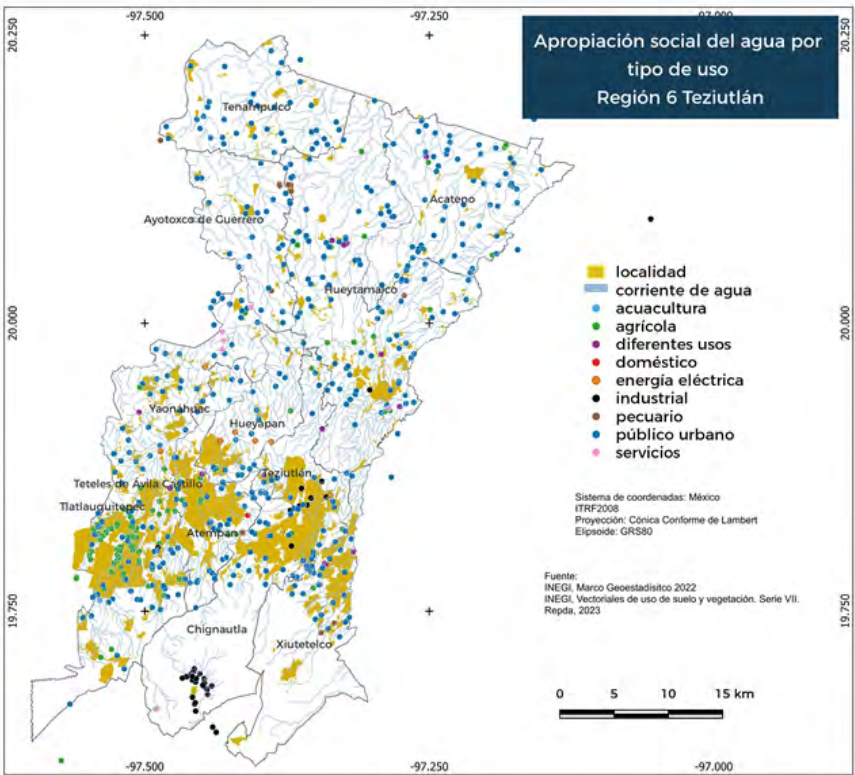
La apropiación social de agua es de 67,308,426 m³/año, el 38.7 % de esta se destina para consumo humano y 33.2 % en diferentes usos, principalmente. El municipio con mayor apropiación de agua es Chignautla con 43.7 %, seguido de Teziutlán con 19.9 % (Repda, 2023) (Tabla 44). Los puntos de apropiación de agua por tipo de uso se muestran en la Figura 21.

Tabla 44. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 6 Teziutlán, 2022.

Municipio	Acuacultura	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Acaten		787,720					405,425		1,193,145	1.8%
Atempan		151,888		1,040		3,035	2,264,217		2,420,180	3.6%
Ayotoxco de Guerrero					1,040	10,293	441,704		453,037	0.7%
Chignautla		60,000	21,736,188		6,324,729		1,296,874	3,650	29,421,441	43.7%
Hueyapan		33,124	26,472				814,280		873,876	1.3%
Hueytamalco		2,207,280	434,768		13,478	8,396	1,599,133	9,180	4,272,235	6.3%
Tenampulco						946	611,159		612,105	0.9%
Teteles de Avila Castillo		239,141					52,944		292,085	0.4%
Teziutlán	62,050	89,900	87,789		671,594		12,469,663		13,380,996	19.9%
Tlatlauquitepec	145,381	7,824,739	33,072		200,000		3,727,828	30,573	11,961,593	17.8%
Xiutetelco			21,570	10,407		39,420	1,879,786		1,951,183	2.9%
Yaonáhuac		20,953					455,597		476,550	0.7%
Suma	207,431	11,414,745	22,339,859	11,447	7,210,841	62,090	26,018,610	43,403	67,308,426	100.0%
	0.3%	17.0%	33.2%	0.02%	10.7%	0.1%	38.7%	0.1%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 21. Puntos de apropiación de agua por tipo de uso de la Región 6 Teziutlán, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Respecto al subsector agrícola, en la región se siembran 30 cultivos en 48,264 hectáreas que producen 309,333 toneladas de productos, con un valor de \$1,607,265,914 (Siap, 2023). Destacan los siguientes cultivos: la mayor superficie se siembra de maíz grano (51.7 %), naranja genera la mayor producción (21.7 %) y papa aporta el mayor porcentaje al valor de producción (24.9 %), como se puede observar en la Tabla 45.

Para la producción de dichos cultivos, el subsector se apropió de 11,414,745 m³/año de agua, con excepción de los municipios Ayototco de Guerrero, Tenampulco y Xiutetelco, cuya agricultura es de temporal y depende del ciclo de lluvia. La mayor apropiación de agua y mayor volumen de producción ocurren en Tlatlauquitepec, la mayor superficie sembrada y la mayor producción se localizan en Hueytamalco (Tabla 46).

Tabla 45. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 6 Teziutlán, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Aguacate	607	1.3%	3,525	1.1%	55,082,019	3.4%
Arandano	10	0.02%	40	0.01%	1,047,015	0.1%
Arbol De Navidad (Planta)	43	0.1%	21,179	6.8%	8,652,980	0.5%
Arvejón	59	0.1%	51	0.02%	298,432	0.02%
Avena Forrajera En Verde	975	2.0%	7,716	2.5%	6,274,485	0.4%
Bambú	107	0.2%	1,192	0.4%	3,465,602	0.2%
Catè Gereza	3,932	8.1%	12,121	3.9%	72,869,446	4.5%
Cebada Grano	1,742	3.6%	4,100	1.3%	18,493,462	1.2%
Chayote	31	0.1%	136	0.0%	533,417	0.03%
Chicharo	18	0.04%	15	0.005%	138,320	0.01%
Ciruela	531	1.1%	1,752	0.6%	7,345,728	0.5%
Durazno	124	0.3%	514	0.2%	6,840,750	0.4%
Frijol	72	0.1%	46	0.02%	661,901	0.04%
Haba Grano	1,565	3.2%	1,874	0.6%	35,955,002	2.2%
Higo	25	0.1%	184	0.1%	2,392,000	0.1%
Jatropha	7	0.01%	3	0.001%	41,179	0.003%
Limón	1,831	3.8%	26,528	8.6%	246,096,744	15.3%
Litchi	70	0.1%	520	0.2%	5,580,049	0.3%
Maiz Grano	24,976	51.7%	44,367	14.3%	263,577,288	16.4%
Mandarina	3,004	6.2%	43,632	14.1%	175,616,668	10.9%
Manzana	660	1.4%	3,430	1.1%	21,261,500	1.3%
Naranja	4,279	8.9%	67,270	21.7%	182,867,070	11.4%
Papa	1,891	3.9%	47,635	15.4%	400,126,353	24.9%
Pera	431	0.9%	2,477	0.8%	10,312,700	0.6%
Pimienta	44	0.1%	259	0.1%	2,645,676	0.2%
Plátano	222	0.5%	3,255	1.1%	20,166,613	1.3%
Tangerina	717	1.5%	10,317	3.3%	38,217,390	2.4%
Tomate Rojo (Jitomate)	4	0.01%	427	0.1%	3,272,766	0.2%
Toronja (Pomelo)	271	0.6%	4,764	1.5%	16,816,209	1.0%
Vainilla	17	0.04%	3	0.001%	617,150	0.04%
Suma	48,264	100.0%	309,333	100.0%	1,607,265,914	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Tabla 46. Estadísticas agrícolas por municipio de la Región 6 Teziutlán, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Produccion		Valor	
	m³/año	Fraccion	ha	Fraccion	t	Fraccion	\$	Fraccion
Acateno	787,720	6.9%	8,993	14.7%	109,949	25.7%	491,592,264	23.2%
Atempan	151,888	1.3%	2,100	3.4%	8,928	2.1%	36,775,432	1.7%
Ayotoxco de Guerrero			4,757	7.8%	30,575	7.1%	144,819,897	6.8%
Chignautla	60,000	0.5%	3,165	5.2%	6,747	1.6%	49,045,674	2.3%
Hueyapan	33,124	0.3%	2,091	3.4%	5,410	1.3%	35,990,580	1.7%
Hueytamalco	2,207,280	19.3%	12,713	20.8%	118,770	27.7%	511,506,044	24.1%
Tenampulco			6,835	11.2%	37,470	8.8%	166,533,220	7.9%
Teteles de Ávila Castillo	239,141	2.1%	879	1.4%	2,412	0.6%	15,589,626	0.7%
Teziutlán	89,900	0.8%	1,492	2.4%	10,444	2.4%	41,352,640	2.0%
Tlatlauquitepec	7,824,739	68.5%	12,576	20.6%	77,370	18.1%	536,263,305	25.3%
Xiutetelco			3,903	6.4%	16,535	3.9%	63,819,630	3.0%
Yaonáhuac	20,953	0.2%	1,472	2.4%	3,494	0.8%	25,483,646	1.2%
Suma	11,414,745	100.0%	60,977	100.0%	428,103	100.0%	2,118,771,958	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

En cuanto al subsector pecuario, la región se apropió de 62,090 m³/año de agua. El producto con la mayor producción es ganado en pie con 13,545 toneladas y el de mayor valor es carne; en cuanto a productividad económica por municipio, destaca Hueytamalco con 18.0 % (Siap, 2022), como se muestran en la Tabla 47.

Tabla 47. Agua apropiada, producción y valor del subsector pecuario de la Región 6 Teziutlán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Produccion (t)					Valor por municipio	
	m³/año	Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Acateno		1,176	0.3	2,012	32	206	8	127,971	14.5%
Atempan	3,035	366	1.0	513	28	416	25	36,239	4.1%
Ayotoxco de Guerrero	10,293	1,263		2,168	36	187	1	139,585	15.8%
Chignautla		285		416	29	120		27,745	3.1%
Hueyapan		197	0.2	279	24		5	17,779	2.0%
Hueytamalco	8,396	1,459	1.9	2,450	28	235	46	159,478	18.0%
Tenampulco	946	1,256	0.1	2,137	33		3	134,337	15.2%
Teteles de Ávila Castillo		240		348	23	391		25,186	2.8%
Teziutlán		858	0.2	1,233	94	672	6	81,579	9.2%
Tlatlauquitepec		734	1.7	1,119	61	601	35	77,757	8.8%
Xiutetelco	39,420	414		603	29	82	3	39,874	4.5%
Yaonáhuac		193		266	18	123	1	17,824	2.0%
Suma	62,090	8,442	5.5	13,545	436	3,034	132	885,354	100.0%
Valor por producto		444,019	414	401,242	12,803	20,527	6,349	885,354	
		50%	0.05%	45%	1%	2%	1%	100%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Por su parte, el sector económico se apropió de 29,605,550 m³/año (Repda, 2023) de agua, con excepción de Acateno, Tenampulco, Teles de Ávila Castillo y Yaonáhuac, que para sus actividades dependen del agua de lluvia, o bien, utilizan agua destinada al consumo humano. En la región se ubican 15,453 unidades económicas y el 42.3 % se concentra en Teziutlán (Denué, 2023) (Tabla 48).

Tabla 48. Agua apropiada por el sector económico de la Región 6 Teziutlán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Acateno			307	2.0%
Atempan	1,040	0.004%	1,212	7.8%
Ayotoxco de Guerrero	1,040	0.004%	395	2.6%
Chignautla	28,064,567	94.8%	1,154	7.5%
Hueyapan	26,472	0.1%	748	4.8%
Hueytamalco	457,426	1.5%	653	4.2%
Tenampulco			183	1.2%
Teteles de Ávila Castillo			422	2.7%
Teziutlán	759,383	2.6%	6,544	42.3%
Tlatlauquitepec	263,645	0.9%	1,974	12.8%
Xiutetelco	31,977	0.1%	1,519	9.8%
Yaonáhuac			342	2.2%
Suma	29,605,550	100.0%	15,453	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Denué, 2023.

Respecto al sector social, los doce municipios se apropiaron de un volumen bruto de 26,018,610 m³/año (Repda, 2023), al que se descontó pérdidas del 40 % (Conagua, 2015), resultando una oferta de 15,611,166 m³/año, lo que es suficiente para satisfacer la cobertura de 100 litros/habitante/día en la región. Sin embargo, en Acateno, Chignautla, Teteles de Ávila Castillo y Xiutetelco la oferta solo alcanza para dotar de 67, 57, 14 y 71 litros/habitante/día, respectivamente.

El índice de presión hídrica es alto en cuatro municipios y afecta a 97,253 habitantes (26.9 % de la población de la región); es medio en cuatro municipios y representa un potencial riesgo de desabasto de agua en 16.6 % de la población; y es bajo en cuatro municipios (Tabla 49).

Tabla 49. Balance e índice de presión del agua apropiada para consumo humano de la Región 6 Teziutlán, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura l/habitante/día	Índice de presión hídrica	
		sin agua					Valor	Categoría
Acateno	9,968	1,235	243,255	363,832	-120,577	67	1.50	Alto
Atempan	30,843	432	1,358,530	1,125,770	232,761	121	0.83	Bajo
Ayotoxco de Guerrero	9,313	282	265,022	339,925	-74,902	78	1.28	Medio
Chignautla	37,261	1,322	778,124	1,360,027	-581,902	57	1.75	Alto
Hueyapan	13,830	81	488,568	504,795	-16,227	97	1.03	Medio
Hueytamalco	28,245	1,033	959,480	1,030,943	-71,463	93	1.07	Medio
Tenampulco	7,774	2,955	366,695	283,751	82,944	129	0.77	Bajo
Teteles de Ávila Castillo	6,378	29	31,766	232,797	-201,031	14	7.33	Alto
Teziutlán	107,387	488	7,481,798	3,919,626	3,562,172	191	0.52	Bajo
Tlatlauquitepec	58,752	720	2,236,697	2,144,448	92,249	104	0.96	Bajo
Xiutetelco	43,646	481	1,127,872	1,593,079	-465,207	71	1.41	Alto
Yaonáhuac	8,682	81	273,358	316,893	-43,535	86	1.16	Medio
Suma	362,079	9,138	15,611,166	13,215,884	2,395,283	92	0.85	Bajo

Fuente: Conapo, 2023; Coneval, 2020 y Repda, 2023.

3.7 Región 7 Chignahuapan

La región está integrada por cinco municipios con una población de 144,758 habitantes (Conapo, 2023); el 47.2 % se concentra en Chignahuapan. Según Coneval (2020), el grado de marginación es alto en Cuautempan e Ixtacamaxtitlán, medio en Aquixtla y Tetela de Ocampo y bajo en Chignahuapan (Tabla 50).

Tabla 50. Población y grado de marginación de la Región 7 Chignahuapan, 2023

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Aquixtla	9,485	6.6%	Medio
Chignahuapan	68,307	47.2%	Bajo
Cuautempan	10,093	7.0%	Alto
Ixtacamaxtitlán	26,181	18.1%	Alto
Tetela de Ocampo	30,692	21.2%	Medio
Suma	144,758	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval 2020.

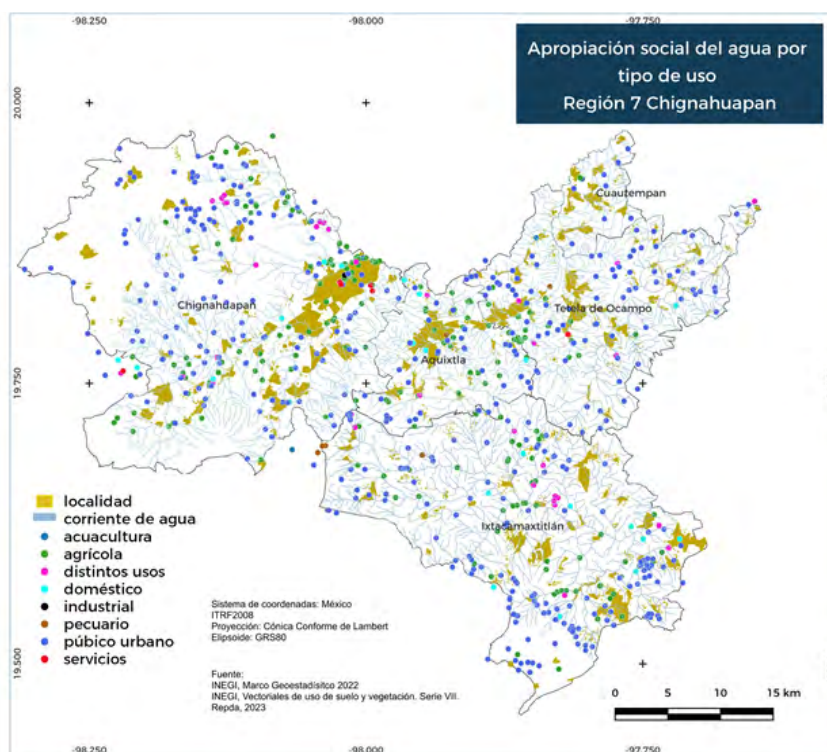
Para realizar su metabolismo socioeconómico, los cinco municipios se apropiaron de 54,752,695 m³ de agua. El principal uso del agua apropiada es para la producción de alimentos con el 63.9 %, seguido del uso servicios con 15.6 %, y Chignahuapan es el municipio con la mayor apropiación del agua con 40.4 %, como se indica en la Tabla 51. La Figura 22 muestra los puntos de apropiación social del agua en la región.

Tabla 51. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 7 Chignahuapan, 2022.

Municipio	Acuicultura	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Aquixtla		6,341,511	14,063	1,207		183	758,337		7,115,301	13.0%
Chignahuapan	1,939,464	14,372,957	252,721	134,428	4,230	7,693	2,588,782	2,837,702	22,137,977	40.4%
Cuautempan	536,112	2,614					358,034		896,760	1.6%
Ixtacamaxtitlán		5,101,585	146,334	20,604	3,469	1,018	2,214,829		7,487,839	13.7%
Tetela de Ocampo	567,648	9,157,758	199,166	1,113		9,460	1,503,194	5,676,480	17,114,819	31.3%
Suma	3,043,224	34,976,425	612,284	157,352	7,699	18,354	7,423,176	8,514,182	54,752,695	100.0%
Fracción	5.6%	63.9%	1.1%	0.3%	0.0%	0.0%	13.6%	15.6%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 22. Puntos de apropiación social de agua de la Región 7 Chignahuapan, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

El subsector agrícola utiliza 34,976,425 m³/año de agua (Repda, 2023) para regar 28 cultivos en una superficie de 44,261 hectáreas que producen 169,822 toneladas de alimentos, con un valor de \$ 846,553,163 (Siap, 2023). El principal cultivo es maíz grano, que ocupa 64.4 % de la superficie agrícola y genera 20.6 % de la producción, pero el tomate rojo aporta 29.8 % al valor monetario debido al gran número de invernaderos que se localizan en Aquixtla y Chignahuapan (Tabla 52).

Tabla 52. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 7 Chignahuapan, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Aguacate	359	0.8%	679	0.4%	9,979,773	1.2%
Ajo	145	0.3%	1,105	0.7%	36,093,923	4.3%
Alfalfa Verde	144	0.3%	12,345	7.3%	6,535,745	0.8%
Árbol De Navidad (Planta)	121	0.3%	17,766	10.5%	6,673,382	0.8%
Arvejón	72	0.2%	118	0.1%	728,758	0.1%
Avena Forrajera En Verde	770	1.7%	9,764	5.7%	5,574,873	0.7%
Avena Grano	169	0.4%	270	0.2%	1,569,911	0.2%
Café Cereza	584	1.3%	1,936	1.1%	13,069,732	1.5%
Calabaza	1	0.002%	4	0.003%	17,630	0.002%
Cebada Grano	7,464	16.9%	24,002	14.1%	101,761,314	12.0%
Chicharo	509	1.1%	1,498	0.9%	12,527,920	1.5%
Chile Verde	438	1.0%	3,736	2.2%	36,324,767	4.3%
Ciruela	83	0.2%	353	0.2%	1,271,448	0.2%
Durazno	463	1.0%	1,934	1.1%	28,275,111	3.3%
Ebo (Janamargo O Veza)	163	0.4%	3,016	1.8%	2,235,355	0.3%
Fresa	7	0.02%	162	0.1%	2,941,381	0.3%
Frijol	532	1.2%	362	0.2%	5,811,563	0.7%
Haba Grano	1,462	3.3%	1,521	0.9%	14,765,156	1.7%
Haba Verde	69	0.2%	516	0.3%	1,800,555	0.2%
Maguey Pulquero (Miles De Lts.)	176	0.4%	1,756	1.0%	6,985,470	0.8%
Maíz Forrajero En Verde	76	0.2%	2,072	1.2%	1,187,221	0.1%
Maíz Grano	28,505	64.4%	34,985	20.6%	233,829,971	27.6%
Manzana	750	1.7%	3,744	2.2%	33,184,712	3.9%
Papa	390	0.9%	3,383	2.0%	22,154,045	2.6%
Pastos Y Praderas	313	0.7%	8,877	5.2%	3,672,508	0.4%
Tomate Rojo (Jitomate)	171	0.4%	32,885	19.4%	251,982,508	29.8%
Tomate Verde	20	0.04%	282	0.2%	2,144,340	0.3%
Trigo Grano	307	0.7%	751	0.4%	3,454,094	0.4%
Suma	44,261	100.0%	169,822	100.0%	846,553,163	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

En la tabla 53 se observa que Chignahuapan es el mayor apropiador de agua con 41.1 %. Ocupa 49.4 % de la superficie sembrada, produce 46.6 % y aporta 35.2 % al valor de la producción (Siap, 2023). En cuanto al metabolismo del agua en valor monetario, sobresale Cuautempan, que con solo 0.01 % del agua apropiada la metabolizó en 6.0 % del valor monetario, en contraste con Chignahuapan, que pasó de 41.1 % a 35.2 %, respectivamente.

Tabla 53. Estadísticas agrícolas por municipio de la Región 7 Chignahuapan, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m³/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Aquixtla	6,341,511	18.1%	2,936	6.6%	34,704	20.4%	199,851,813	23.6%
Chignahuapan	14,372,957	41.1%	21,867	49.4%	79,171	46.6%	298,054,890	35.2%
Cuauteopan	2,614	0.01%	2,330	5.3%	5,828	3.4%	50,956,873	6.0%
Ixtacamaxtitlán	5,101,585	14.6%	13,108	29.6%	28,559	16.8%	146,842,856	17.3%
Tetela de Ocampo	9,157,758	26.2%	4,020	9.1%	21,561	12.7%	150,846,731	17.8%
Suma	34,976,425	100.0%	44,261	100.0%	169,822	100.0%	846,553,163	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Respecto al subsector pecuario, la región se apropió de 18,354 m³/año de agua (Repda, 2023) con los que generó 692,168 pesos (Siap, 2023). Chignahuapan es el principal apropiador de agua con 35.0 %, y Cuautempan depende del ciclo de lluvia para la producción ganadera. Los municipios con el mejor metabolismo hídrico son Aquixtla e Ixtacamaxtitlán, que metabolizaron 0.99 % de agua en 15.2 % del valor y 5.55 % en 23.2 %, respectivamente (Tabla 54).

Tabla 54. Apropiación social de agua por el subsector pecuario de la Región 7 Chignahuapan, 2022.

Municipio	Agua apropiada			Producción					Valor por municipio	
	m³/año	Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Lana	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Aquixtla	183	858	0	1,285	38	2	2,452	7	104,965	15.2%
Chignahuapan	7,693	2,105	1	3,154	84	63	3,963	25	242,155	35.0%
Cuauteopan	0	670	0	1,018	28	3	948	6	78,096	11.3%
Ixtacamaxtitlán	1,018	1,239	0	1,894	50	16	4,816	9	160,373	23.2%
Tetela de Ocampo	9,460	941	0	1,427	45	11	1,322	7	106,579	15.4%
suma	18,354	5,814	2	8,778	245	97	13,501	54	692,168	100.0%
Valor por producto		312,467	178	281,977	7,006	378	87,545	2,617	692,168	
Fracción		45.1%	0.03%	40.7%	1.0%	0.1%	12.6%	0.4%	100.0%	

*miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

En sector económico, 6,662 unidades (Denué, 2023) se apropiaron de 9,291,517 m³/año de agua (Repda, 2023). Tetela de Ocampo es el municipio con mayor apropiación (63.2 %), seguido de Chignahuapan (34.8 %), y en Cuautempan depende del ciclo de lluvia o utiliza agua destinada a consumo humano para llevar a cabo sus actividades económicas. El mayor número de unidades se ubican en Chignahuapan (44.8 %) (Tabla 55).

Tabla 55. Agua apropiada por el sector económico de la Región 7 Chignahuapan, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Aquixtla	15,270	0.2%	2,413	36.2%
Chignahuapan	3,229,081	34.8%	2,986	44.8%
Cuautempan			233	3.5%
Ixtacamaxtitlán	170,407	1.8%	118	1.8%
Tetela de Ocampo	5,876,759	63.2%	912	13.7%
Suma	9,291,517	100.0%	6,662	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

En lo que respecta al sector social, la Tabla 56 muestra que la oferta de agua por 4,453,905 m³/año es insuficiente para satisfacer la cobertura de 100 litros/habitante/día (Conagua, 2015) cuya demanda es de 5,283,667 m³/año, resultando en un déficit de 829,762 m³/año en el balance hídrico. Los habitantes de Cuautempan y Chignahuapan son los afectados porque solo pueden recibir 58 y 62 litros/habitante/día, respectivamente. El índice de presión hídrica es alto en dichos municipios, es medio en Tetela de Ocampo y es bajo en Aquixtla y Cuautempan.

Tabla 56. Apropiación del agua por el sector social de la Región 7 Chignahuapan, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica	
							Valor	Categoría
Aquixtla	9,485	521	455,002	346,203	108,800	131	0.76	Bajo
Chignahuapan	68,307	2,137	1,553,269	2,493,206	-939,937	62	1.61	Alto
Cuautempan	10,093	190	214,820	368,395	-153,574	58	1.71	Alto
Ixtacamaxtitlán	26,181	990	1,328,897	955,607	373,291	139	0.72	Bajo
Tetela de Ocampo	30,692	1,449	901,916	1,120,258	-218,342	81	1.24	Medio
Suma	144,758	5,286	4,453,905	5,283,667	-829,762	94	1.21	Medio

Fuente: Conapo, 2023; Coneval, 2020 y Repda, 2023.

3.8 Región 8 Libres

Está formada por once municipios con una población de 205,860 habitantes (Conapo, 2023). La mayoría de ellos se concentra en Libres (18.0 %), Nopalucan (6.5 %) y San Salvador el Seco (16.1 %). Según Coneval (2020), 40,640 (19.7 %) habitantes tienen un grado de marginación medio, 150,289 (73.0 %) bajo y 14,931 (7.3 %) muy bajo (Tabla 57).

Tabla 57. Población y grado de marginación de la Región 8 Libres, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Cuyoaco	17,044	8.3%	Medio
Libres	36,977	18.0%	Bajo
Mazapiltepec de Juárez	3,093	1.5%	Bajo
Nopalucan	34,050	16.5%	Bajo
Ocatepec	5,182	2.5%	Medio
Oriental	19,961	9.7%	Bajo
Rafael Lara Grajales	14,931	7.3%	Muy bajo
San José Chiapa	9,571	4.6%	Bajo
San Salvador el Seco	33,196	16.1%	Bajo
Soltepec	13,441	6.5%	Bajo
Tepeyahualco	18,414	8.9%	Medio
Suma	205,860	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

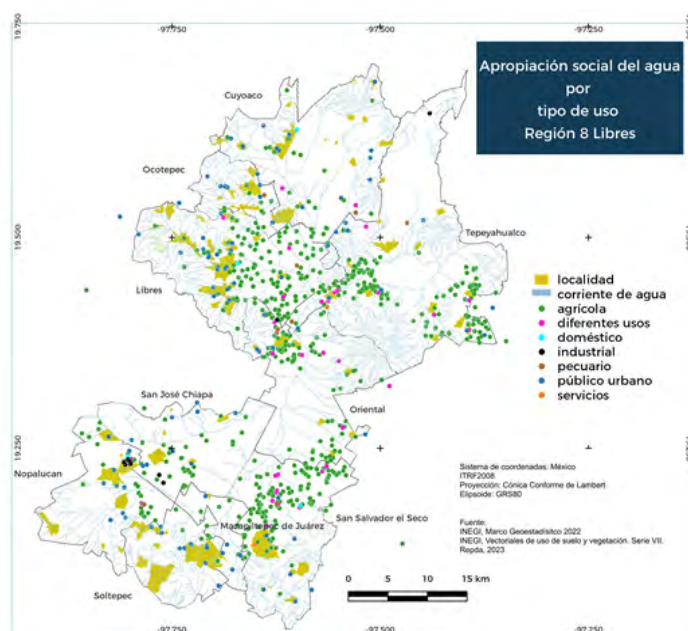
Para su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 99,761,825 m³ de agua en el año 2020 (Repda, 2023). Por ser una región eminentemente agrícola, 84.3 % del agua apropiada se destina a la producción de alimentos. En cuanto al agua por municipio, Libres concentra 25.6 % del volumen total y, en contraste, Ocatepec solo se apropia de 0.7 % (Tabla 58). Los puntos de apropiación de agua por tipo de uso se muestran en la Figura 23.

Tabla 58. Apropiación de agua por municipio y tipo de uso de la Región 8 Libres, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Cuyoaco	3,429,798	424,751	274		200,000	1,035,448		5,090,271	5.1%
Libres	22,962,756	444,955	365		218,307	1,910,928		25,537,311	25.6%
Mazapiltepec de Juárez	1,805,444					166,935		1,972,379	2.0%
Nopalucan	5,656,914	218,140	548	524,979	33,580	950,520		7,384,681	7.4%
Ocatepec	258,000				585	404,431		663,016	0.7%
Oriental	10,570,703	260,271	700	480,000	139,502	928,447	20,000	12,399,623	12.4%
Rafael Lara Grajales	557,981			1,167,471		284,281		2,009,733	2.0%
San José Chiapa	8,620,084			502,000		1,044,454		10,166,538	10.2%
San Salvador el Seco	19,290,070	452,982	1,040		3,285	1,261,653	14,926	21,023,956	21.1%
Soltepec	538,386					1,035,951		1,574,337	1.6%
Tepeyahualco	10,375,038	291,135		148,920	50,000	1,074,888		11,939,981	12.0%
Suma	84,065,173	2,092,234	2,927	2,823,370	645,259	10,097,936	34,926	99,761,825	100.0%
	84.3%	2.1%	0.003%	2.8%	0.6%	10.1%	0.04%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 23. Apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 8 Libres, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

En cuanto al subsector agrícola, 34 cultivos utilizan 84,065,173 m³/año (Repda, 2023) para regar 92,961 hectáreas que producen 623,612 toneladas de alimentos, con un valor de \$1,436,673,400 (Siap, 2023). El principal cultivo es maíz grano, que se siembra en 60.4 % de la superficie agrícola y aporta 46.7 % del valor monetario, y la alfalfa, que aporta 44.1 % al volumen de producción (Tabla 59).

Tabla 59. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 8 Libres, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Alfalfa Verde	3,156	3.4%	275,125	44.1%	115,421,568	8.0%
Arvejón	3	0.003%	3	0.0004%	35,476	0.002%
Avena Forrajera En Verde	2,632	2.8%	22,683	3.6%	9,575,436	0.7%
Brócoli	206	0.2%	3,341	0.5%	14,878,781	1.0%
Calabacita	43	0.05%	530	0.1%	4,053,175	0.3%
Calabaza Semilla O Chihua	538	0.6%	175	0.03%	7,385,734	0.5%
Cebada Grano	19,160	20.6%	60,017	9.6%	286,072,539	19.9%
Cilantro	26	0.03%	527	0.1%	1,512,452	0.1%
Ciruella	40	0.04%	156	0.02%	875,104	0.1%
Col (Repollo)	21	0.02%	343	0.1%	1,963,874	0.1%
Coquia	12	0.01%	489	0.1%	1,418,100	0.1%
Durazno	442	0.5%	2,177	0.3%	27,121,864	1.9%
Frambuesa	0	0.0004%	4	0.001%	108,072	0.01%
Fresa	1	0.001%	21	0.003%	311,776	0.02%
Frijol	3,447	3.7%	1,456	0.2%	23,937,082	1.7%
Haba Grano	2,444	2.6%	1,256	0.2%	28,122,363	2.0%
Haba Verde	58	0.1%	239	0.04%	1,748,300	0.1%
Hongos, Setas Y Champiñones	2	0.002%	320	0.1%	6,158,094	0.4%
Lechuga	57	0.1%	1,047	0.2%	3,308,960	0.2%
Maíz Forrajero En Verde	2,163	2.3%	113,956	18.3%	103,648,990	7.2%
Maíz Grano	56,154	60.4%	106,880	17.1%	671,203,918	46.7%
Manzana	1,309	1.4%	7,662	1.2%	57,553,534	4.0%
Nopalitos	9	0.01%	401	0.1%	1,002,152	0.1%
Papa	45	0.05%	1,087	0.2%	6,156,690	0.4%
Pastos Y Praderas	97	0.1%	4,497	0.7%	2,036,172	0.1%
Pera	44	0.05%	231	0.04%	501,013	0.03%
Piñón	21	0.02%	19	0.003%	1,832,587	0.1%
Plantas De Ornato (Planta)	2	0.002%	3,275	0.5%	343,875	0.0%
Tejocote	54	0.1%	360	0.1%	1,060,799	0.1%
Tomate Rojo (Jitomate)	2	0.002%	327	0.1%	2,259,860	0.2%
Tomate Verde	275	0.3%	3,824	0.6%	23,404,114	1.6%
Trigo Grano	27	0.03%	49	0.01%	378,461	0.03%
Tuna	221	0.2%	3,810	0.6%	17,285,368	1.2%
Zanahoria	252	0.3%	7,325	1.2%	13,997,114	1.0%
Suma	92,961	100.0%	623,612	100.0%	1,436,673,400	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Respecto al agua apropiada por municipio para producir alimentos, en la Tabla 60 se observa que Libres concentra los mayores valores en apropiación de agua y superficie sembrada con 27.3 % y 36.2 %, respectivamente, y Cuyoaco sobresale en producción (20.8 %) y valor monetario (21.6 %) (Siap, 2023).

Tabla 60. Apropiación social de agua para la producción de alimentos por municipio de la Región 8 Libres, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m ³ /año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Cuyoaco	3,429,798	4.1%	19,362	20.8%	93,708	15.0%	310,818,436	21.6%
Libres	22,962,756	27.3%	12,358	13.3%	225,895	36.2%	231,399,741	16.1%
Mazapiltepec de Juárez	1,805,444	2.1%	2,928	3.1%	15,525	2.5%	48,229,821	3.4%
Nopalucan	5,656,914	6.7%	10,042	10.8%	39,626	6.4%	143,781,277	10.0%
Ocotepec	258,000	0.3%	2,874	3.1%	7,740	1.2%	41,928,317	2.9%
Oriental	10,570,703	12.6%	6,486	7.0%	53,999	8.7%	108,695,405	7.6%
Rafael Lara Grajales	557,981	0.7%	238	0.3%	584	0.1%	2,415,911	0.2%
San José Chiapa	8,620,084	10.3%	5,060	5.4%	29,991	4.8%	85,901,502	6.0%
San Salvador El Seco	19,290,070	22.9%	13,692	14.7%	65,503	10.5%	138,594,122	9.6%
Soltepec	538,386	0.6%	4,774	5.1%	10,340	1.7%	63,517,143	4.4%
Tepeyahualco	10,375,038	12.3%	15,148	16.3%	80,699	12.9%	261,391,725	18.2%
Suma	84,065,173	100.0%	92,961	100.0%	623,612	100.0%	1,436,673,400	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

En el subsector pecuario, siete municipios se apropiaron de 645,259 m³/año de agua (Repda, 2023) y se infiere que Mazapiltepec de Juárez, Rafael Lara Grajales, San José Chiapa y Soltepec dependen del ciclo de lluvia para la actividad ganadera.

La mayor producción pecuaria la aporta la leche, con 45.6 millones de litros, y la carne genera 42.9 % del valor de dicha producción. A nivel municipal, Oriental genera 43.0 % del valor total, principalmente por la comercialización de carne y ganado en pie (Siap, 2023), como se muestra en la Tabla 61.

En cuanto al sector económico, en la región se ubican 9,998 unidades (Denué, 2023); de ellas, 9,358 se apropian de 4,953,457 m³ de agua (Repda, 2023) y 640 unidades dependen del ciclo de lluvia, o bien, utilizan agua destinada al consumo humano para realizar sus actividades.

La Tabla 62 indica que el municipio Rafael Lara Grajales es el mayor apropiador de agua con 23.6 %, lo que se explica porque en su territorio se encuentran importantes empacadoras de productos alimenticios y por su cercanía con la industria automotriz; por su parte, en San Salvador el Seco se ubica 25.0 % del número total de unidades económicas.

Tabla 61. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 8 Libres, 2022.

Municipio	Agua apropiada			Producción (t)					Valor por municipio	
	m ³ /año	Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Lana	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Aquixtla	183	858	0.3	1,285	38	2	2,452	7	104,965	15.2%
Chignahuapan	7,693	2,105	1	3,154	84	63	3,963	25	242,155	35.0%
Cuautepec		670	0.3	1,018	28	3	948	6	78,096	11.3%
Ixtacamaxtitlán	1,018	1,239	0.4	1,894	50	16	4,816	9	160,373	23.2%
Tetela de Ocampo	9,460	941	0.2	1,427	45	11	1,322	7	106,579	15.4%
Suma	18,354	5,814	2	8,778	245	97	13,501	54	692,168	100.0%
Valor por producto		312,467	178	281,977	7,006	378	87,545	2,617	692,168	
Fracción		45.1%	0.03%	40.7%	1.0%	0.1%	12.6%	0.4%	100.0%	

*miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Tabla 62. Agua apropiada por el sector económico de la Región 8 Libres, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Cuyoaco	425,025	8.6%	473	4.7%
Libres	445,320	9.0%	2,273	22.7%
Mazapiltepec de Juárez			96	1.0%
Nopalucan	743,667	15.0%	1,030	10.3%
Ocoatepec			106	1.1%
Oriental	760,971	15.4%	759	7.6%
Rafael Lara Grajales	1,167,471	23.6%	1,428	14.3%
San José Chiapa	502,000	10.1%	360	3.6%
San Salvador el Seco	468,948	9.5%	2,501	25.0%
Soltepec			438	4.4%
Tepeyahualco	440,055	8.9%	534	5.3%
Suma	4,953,457	100.0%	9,998	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

El sector social se apropia de 10,097,936 m³ de agua (Repda, 2023) destinada al consumo humano, pero por pérdidas del 40 % (Conagua, 2015) la oferta disponible solo es de 6,058,762 m³/año, que es insuficiente para cubrir la demanda por 7,513,890 m³/año para dotar de 100 litros/habitante/día, según las recomendaciones de Conagua (2015), resultando un déficit de 1,455,128 m³/año a nivel región.

A nivel municipal, los habitantes de Rafael Lara Grajales y San Salvador el Verde solo pueden recibir una dotación diaria de 31 y 62 litros, respectivamente. En el primer municipio existe una clara competencia entre el sector económico y el sector social; mientras que para la industria se apropia de 1,167,471 m³/año de agua, para consumo humano solo dispone de 284,281 m³/año. En el segundo municipio la competencia es entre la agricultura, que utiliza 19,290,070 m³/año, y el consumo humano, al que destina 1,261,653 m³/año.

El índice de presión hídrica resulta alto para Nopalucan, Oriental, Rafael Lara Grajales y San Salvador el Seco; es medio en Cuyoaco, Libres, Mazapiltepec de Juárez y Tepeyahualco; y bajo en Ocotepec, San José Chiapa y Soltepec (Tabla 63).

Tabla 63. Balance e índice de presión hídrica en el sector social de la Región 8 Libres, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m³/año	Demanda m³/año	Balance m³/año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica	
							Valor	Categoría
Cuyoaco	17,044	148	621,269	622,106	-837	100	1.00	Medio
Libres	36,977	661	1,146,557	1,349,661	-203,104	85	1.18	Medio
Mazapiltepec de Juárez	3,093	7	100,161	112,895	-12,734	89	1.13	Medio
Nopalucan	34,050	277	570,312	1,242,825	-672,513	46	2.18	Alto
Ocotepec	5,182	238	242,659	189,143	53,516	128	0.78	Bajo
Oriental	19,961	249	557,068	728,577	-171,508	76	1.31	Alto
Rafael Lara Grajales	14,931	13	170,569	544,982	-374,413	31	3.20	Alto
San José Chiapa	9,571	50	626,672	349,342	277,331	179	0.56	Bajo
San Salvador el Seco	33,196	261	756,992	1,211,654	-454,662	62	1.60	Alto
Soltepec	13,441	407	621,571	490,597	130,974	127	0.79	Bajo
Tepeyahualco	18,414	109	644,933	672,111	-27,178	96	1.04	Medio
Suma	205,860	2,419	6,058,762	7,513,890	-1,455,128	81	1.24	Medio

Fuente: Conapo, 2023; Coneval, 2020 y Repda, 2023.

3.9 Región 9 Quimixtlán

La región se integra por siete municipios que tienen una población de 142,670 habitantes (Conapo, 2023), concentrándose 22.2 % en Tlachichuca. Los municipios Chichiquila, Chilchotla y Quimixtlán presentan grado de marginación alto; Lafragua, San Nicolás Buenos Aires y Tlachichuca, medio, y en Guadalupe Victoria, bajo (Tabla 64).

Tabla 64. Población y grado de marginación de la Región 9 Quimixtlán, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Chichiquila	27,984	19.6%	Alto
Chilchotla	21,376	15.0%	Alto
Guadalupe Victoria	18,475	12.9%	Bajo
Lafragua	8,520	6.0%	Medio
Quimixtlán	23,824	16.7%	Alto
San Nicolás Buenos Aires	10,769	7.5%	Medio
Tlachichuca	31,722	22.2%	Medio
Suma	142,670	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

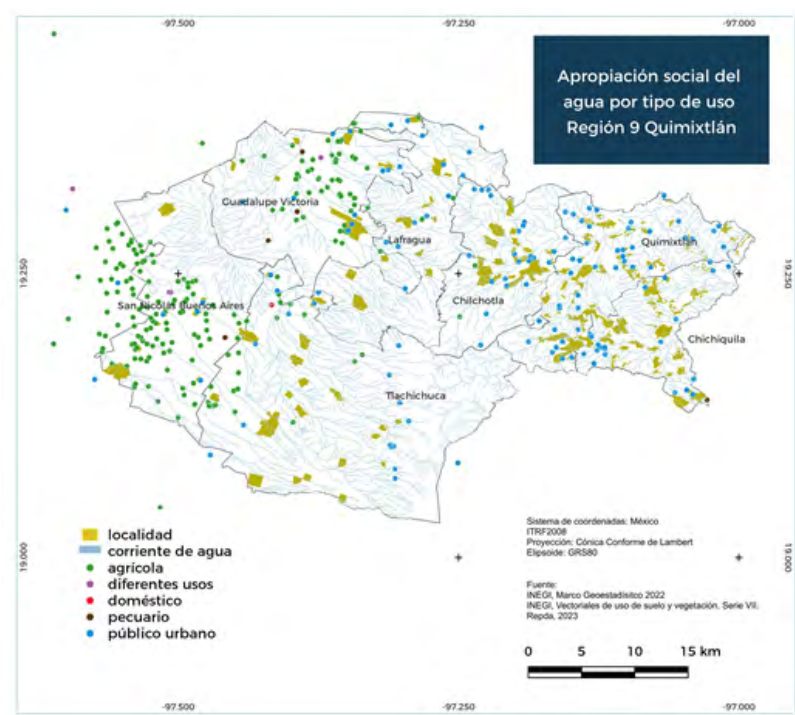
Para su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 99,761,825 metros cúbicos de agua (Repda, 2023). El 83.6 % se destina a la producción de alimentos y el 47.8 % es apropiada por San Nicolás Buenos Aires (Tabla 65). Los puntos de apropiación de agua por tipo de uso se muestran en la Figura 24.

Tabla 65. Apropiación de agua por municipio y tipo de uso de la Región 9 Quimixtlán, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Pecuario	Público urbano	Suma	Fracción
Chichiquila				8,560	1,044,231	1,052,791	2.2%
Chilchotla	124,519		47,304		503,158	674,981	1.4%
Guadalupe Victoria	12,668,069	228,296	730	75,205	1,967,045	14,939,345	31.8%
Lafragua	599,605				393,067	992,672	2.1%
Quimixtlán					1,281,647	1,281,647	2.7%
San Nicolás Buenos Aires	21,956,503	44,456			427,684	22,428,643	47.8%
Tlachichuca	3,907,060			154,689	1,531,583	5,593,332	11.9%
Suma	39,255,756	272,752	48,034	238,454	7,148,415	46,963,411	100.0%
	83.6%	0.6%	0.1%	0.5%	15.2%	100.0%	100.0%

Fuente: Repda, 2023.

Figura 24. Apropiación social del agua por tipo de uso de la Región 9 Quimixtlán, 2022..



Fuente: Repda, 2023.

Para la producción de alimentos, la región se apropió de 937,847,145 metros cúbicos de agua. El municipio que se apropió del mayor volumen es San Nicolás Buenos Aires con 55.9 %, seguido de Guadalupe Victoria con 32.3 %; la mayor superficie sembrada corresponde a Tlachichuca con 35.2 %, y el mayor aportante al valor es San Nicolás Buenos Aires con 25.3 % (Siap, 2023), como se indica en la Tabla 66.

Tabla 66. Agua apropiada para la producción de alimentos por municipio de la Región 9 Quimixtlán, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m³/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Chichiquila			3,314	6.3%	9,140	5.2%	87,959,663	9.4%
Chilchotla	124,519	0.3%	4,556	8.6%	15,281	8.7%	122,610,520	13.1%
Guadalupe Victoria	12,668,069	32.3%	7,228	13.7%	41,287	23.5%	167,037,148	17.8%
Lafragua	599,605	1.5%	4,070	7.7%	7,894	4.5%	55,917,612	6.0%
Quimixtlán			2,940	5.6%	11,975	6.8%	137,588,554	14.7%
San Nicolás Buenos Aires	21,956,503	55.9%	12,211	23.1%	70,123	39.9%	236,834,744	25.3%
Tlachichuca	3,907,060	10.0%	18,605	35.2%	20,064	11.4%	129,898,903	13.9%
Suma	39,255,756	100.0%	52,923	100.0%	175,764	100.0%	937,847,145	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Tabla 67. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 9 Quimixtlán, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Aguacate	1,063	2.0%	6,637	3.8%	118,718,962	12.7%
Alfalfa Verde	282	0.5%	24,179	13.8%	9,164,819	1.0%
Arvejón	5	0.01%	4	0.003%	68,419	0.01%
Avena Forrajera En Verde	592	1.1%	9,561	5.4%	6,075,571	0.6%
Betabel	15	0.03%	232	0.1%	1,526,244	0.2%
Brócoli	226	0.4%	5,243	3.0%	25,517,425	2.7%
Café Cereza	638	1.2%	979	0.6%	7,451,231	0.8%
Calabaza Semilla O Chihua	8	0.02%	2	0.001%	68,326	0.01%
Cebada Grano	83	0.2%	81	0.05%	354,254	0.04%
Cebolla	123	0.2%	1,554	0.9%	5,885,283	0.6%
Cereza	17	0.03%	59	0.03%	5,022,633	0.5%
Chicharo	18	0.03%	68	0.04%	573,977	0.1%
Chile Verde	122	0.2%	1,287	0.7%	9,259,001	1.0%
Cilantro	104	0.2%	1,803	1.0%	4,288,769	0.5%
Ciruela	65	0.1%	269	0.2%	1,796,588	0.2%
Col (Repollo)	64	0.1%	1,196	0.7%	6,307,838	0.7%
Durazno	65	0.1%	295	0.2%	2,936,765	0.3%
Elote	67	0.1%	1,197	0.7%	5,500,072	0.6%
Frijol	3,340	6.3%	1,235	0.7%	20,441,512	2.2%
Haba Grano	1,477	2.8%	570	0.3%	12,107,818	1.3%
Haba Verde	483	0.9%	2,158	1.2%	17,227,081	1.8%
Lechuga	185	0.3%	3,755	2.1%	13,050,961	1.4%
Maíz Forrajero En Verde	190	0.4%	8,443	4.8%	6,053,568	0.6%
Maíz Grano	39,558	74.7%	31,757	18.1%	202,226,511	21.6%
Manzana	1,399	2.6%	7,102	4.0%	62,963,963	6.7%
Nopalitos	1	0.001%	18	0.01%	42,913	0.005%
Nuez	18	0.03%	36	0.02%	1,353,960	0.1%
Papa	1,433	2.7%	32,985	18.8%	308,282,207	32.9%
Pastos Y Praderas	70	0.1%	3,268	1.9%	22,085,144	2.4%
Pera	34	0.1%	211	0.1%	518,940	0.1%
Piñón	34	0.1%	33	0.02%	2,838,384	0.3%
Tejocote	19	0.04%	96	0.1%	281,505	0.03%
Tomate Rojo (jitomate)	0.2	0.0004%	18	0.01%	103,099	0.01%
Tomate Verde	77	0.1%	1,053	0.6%	8,155,218	0.9%
Zanahoria	1,050	2.0%	28,381	16.1%	49,598,183	5.3%
Suma	52,923	100.0%	175,764	100.0%	937,847,145	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Con dicha agua apropiada, se regaron 35 cultivos, destacando por superficie sembrada y producción maíz grano con 74.7 % y 18.1 %, respectivamente, y la papa aportó 32.9 % al valor monetario de la producción (Tabla 67).

El subsector pecuario se apropió de 238,454 m³ anuales de agua en tres municipios; los restantes cuatro dependen del ciclo de lluvia para la actividad ganadera, lo que explica su baja aportación al valor del subsector. El producto que mayor volumen aporta a la producción es ganado en pie con 96,887 toneladas; la carne aporta 52.1 % del valor de producción. A nivel municipal, Guadalupe Victoria es el más importante en el subsector al generar 64.2 % de la economía ganadera (Tabla 68).

Tabla 68. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 9 Quimixtlán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Producción (t)					Valor por municipio	
	m ³ /año	Carne	Cera	pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Chichiquila	8,560	196	0.4	316	13	298	10	21,313	0.3%
Chilchotla		231	0.4	364	23	3,003	11	45,783	0.6%
Guadalupe Victoria	75,205	50,296	1	62,906	21	3,407	14	4,563,754	64.2%
Lafragua		206	1	338	11	3,184	15	45,254	0.6%
Quimixtlán		199		326	19	330	4	22,411	0.3%
San Nicolás Buenos Aires		408		617	1,298	2,457	1	85,337	1.2%
Tlachichuca	154,689	25,430		32,019	1,516	2,724		2,326,958	32.7%
Suma	238,454	76,967	2	96,887	2,901	15,405	55	7,110,810	100.0%
Valor por producto		3,702,845	155	3,211,353	76,840	117,026	2,592	7,110,810	
		52.1%	0.00%	45.2%	1.1%	1.6%	0.04%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Por su parte, el sector económico se apropió de 320,786 m³ de agua en el año, pero solo por tres municipios; los cuatro municipios restantes se abastecen de agua lluvia o utilizan agua para consumo humano en sus actividades económicas. El municipio más importante económicamente es Guadalupe Victoria, el cual se apropia de 71.4 % del agua y concentra 30.7 % de las unidades (Tabla 69).

Tabla 69. Agua apropiada por el sector económico de la Región 9 Quimixtlán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Chichiquila			222	5.7%
Chilchotla	47,304	14.7%	863	22.2%
Guadalupe Victoria	229,026	71.4%	1,194	30.7%
Lafragua			48	1.2%
Quimixtlán			182	4.7%
San Nicolás Buenos Aires	44,456	13.9%	490	12.6%
Tlachichuca			890	22.9%
Suma	320,786	100.0%	3,889	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

Respecto al sector social, la oferta de agua neta es insuficiente para atender la demanda de la población, por lo que resulta en un déficit de 918,406 m³ de agua al año, afectando a 124,195 habitantes (87 % de la población de la región) que reciben menos de 100 litros/habitante/día, que es la dotación recomendada por la Conagua (2015). El caso más grave es Chilchotla que solo puede dotar de 39 litros/habitante/día y, en contraste, Guadalupe Victoria alcanza 175 litros/habitante/día. El índice de presión hídrica es alto en Chichiquila, Chilchotla, Lafragua y San Nicolás Buenos Aires, es medio en Quimixtlán y Tlachichuca, y es bajo en Guadalupe Victoria (Tabla 70).

Tabla 70. Balance e índice de presión hídrica en el sector social de la Región 9 Quimixtlán, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura l/habitante/día	Índice de presión hídrica	
							Valor	Categoría
Chichiquila	27,984	3,707	626,539	1,021,416	-394,877	61	1.63	Alto
Chilchotla	21,376	322	301,895	780,224	-478,329	39	2.58	Alto
Guadalupe Victoria	18,475	59	1,180,227	674,338	505,890	175	0.57	Bajo
Lafragua	8,520	33	235,840	310,980	-75,140	76	1.32	Alto
Quimixtlán	23,824	2,046	768,988	869,576	-100,588	88	1.13	Medio
San Nicolás Buenos Aires	10,769	78	256,610	393,069	-136,458	65	1.53	Alto
Tlachichuca	31,722	382	918,950	1,157,853	-238,903	79	1.26	Medio
Suma	142,670	6,629	4,289,049	5,207,455	-918,406	83	1.43	Alto

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

3.10 Región 10 Acatzingo

La integran seis municipios con una población de casi 200,000 habitantes (Conapo, 2023), de los cuales, Acatzingo concentra 32.3 % y, en contraste, Cuapiaxtla de Madero el 5.5 %. Cinco municipios tienen un grado de marginación medio, y uno, Los Reyes de Juárez, tiene un grado bajo (Coneval, 2020), como se muestra en la Tabla 71.

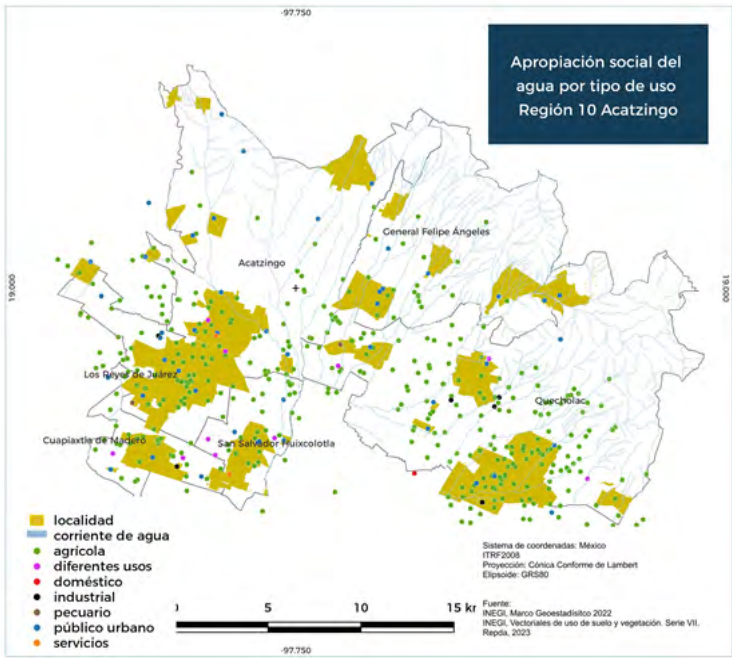
Para realizar su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 65,325,533 m³ de agua en el año (Repda, 2023). Al ser una región eminentemente agrícola, utiliza 83.7 % del agua para producir alimentos; el municipio con la mayor apropiación total de agua es Quecholac y Cuapiaxtla de Madero es el que tiene la menor apropiación con 5.7 % (Tabla 72). Los puntos de apropiación social de agua se muestran en la Figura 25.

Tabla 71. Población y grado de marginación de la Región 10 Acatzingo, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Acatzingo	64,341	32.3%	Medio
Cuapiaxtla de Madero	11,055	5.5%	Medio
General Felipe Ángeles	22,504	11.3%	Medio
Los Reyes de Juárez	29,804	15.0%	Bajo
Quecholac	55,326	27.8%	Medio
San Salvador Huixcolotla	16,268	8.2%	Medio
O	199,298	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

Figura 25. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 10 Acatzingo, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Tabla 72. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 10 Acatzingo, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Acatzingo	9,529,596	60,000				3,054,661	20,000	12,664,257	19.4%
Cuapiaxtla de Madero	2,865,300	507,063	1,168	82,515		251,184		3,707,230	5.7%
General Felipe Ángeles	4,173,421					955,898		5,129,319	7.9%
Los Reyes de Juárez	9,772,467			78,759	159,498	1,328,712		11,339,436	17.4%
Quecholac	25,219,653	162,505		433,520	67,747	1,698,323		27,581,748	42.2%
San Salvador Huixcolotla	3,100,814	10,000				1,732,729	60,000	4,903,543	7.5%
Suma	54,661,251	739,568	1,168	594,794	227,245	9,021,507	80,000	65,325,533	100.0%
	83.7%	1.1%	0.002%	0.9%	0.3%	13.8%	0.1%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

El subsector agrícola utiliza 54,661,251 m³/año de agua (Repda, 2023) con la que se riega 23,072 hectáreas que producen 400,349 toneladas de alimentos con un valor de \$1,537,144,876 (Siap, 2023). A nivel municipal, Quecholac se apropia del mayor volumen de agua (46.1 %), y Acatzingo es el más importante en la agricultura de la región: siembra 34.6 % de la superficie agrícola, produce 37.6 % del volumen total y aporta 35.0 % al valor de producción (Tabla 73). Acatzingo, también, es el municipio con la mejor conversión metabólica agua/valor monetario de la región: se apropia de 17.4 % del agua que metaboliza en 35.0 % del valor; en contraste, Quecholac se apropia de 46.1 % de agua y genera 29.3 % de dicho valor.

Tabla 73. Apropiación social de agua para la producción de alimentos de la Región 10 Acatzingo, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m³/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Acatzingo	9,529,596	17.4%	7,993	34.6%	150,540	37.6%	538,006,170	35.0%
Cuapixtla	2,865,300	5.2%	882	3.8%	17,296	4.3%	68,945,029	4.5%
General Felipe Ángeles	4,173,421	7.6%	3,217	13.9%	38,286	9.6%	134,514,589	8.8%
Los Reyes de Juárez	9,772,467	17.9%	2,857	12.4%	56,776	14.2%	232,026,949	15.1%
Quecholac	25,219,653	46.1%	7,027	30.5%	113,475	28.3%	450,680,870	29.3%
San Salvador Huixcolotla	3,100,814	5.7%	1,095	4.7%	23,977	6.0%	112,971,269	7.3%
Suma	54,661,251	100.0%	23,072	100.0%	400,349	100.0%	1,537,144,876	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Tabla 74. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 10 Acatzingo, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Acelga	178	0.8%	3,186	0.8%	11,650,513	0.8%
Ajo	45	0.2%	560	0.1%	11,349,680	0.7%
Alfalfa Verde	310	1.3%	24,439	6.1%	13,043,426	0.8%
Alheli	75	0.3%	656	0.2%	5,143,125	0.3%
Apio	172	0.7%	6,767	1.7%	38,698,365	2.5%
Avena Forrajera En Verde	78	0.3%	2,004	0.5%	1,148,997	0.1%
Betabel	298	1.3%	6,781	1.7%	30,443,160	2.0%
Brócoli	950	4.1%	15,812	3.9%	72,053,947	4.7%
Calabacita	419	1.8%	10,629	2.7%	54,153,433	3.5%
Calabaza Semilla O Chihua	259	1.1%	91	0.02%	2,782,086	0.2%
Cebolla	614	2.6%	8,151	2.0%	49,421,960	3.2%
Chicharo	87	0.4%	439	0.1%	2,915,509	0.2%
Chile Verde	123	0.5%	710	0.2%	8,600,479	0.6%
Cilantro	670	2.9%	9,811	2.4%	44,230,431	2.9%
Col (Repollo)	797	3.4%	36,711	9.2%	110,120,695	7.2%
Coliflor	329	1.4%	5,583	1.4%	27,867,641	1.8%
Durazno	103	0.4%	741	0.2%	10,856,293	0.7%
Ejote	169	0.7%	1,398	0.3%	9,948,919	0.6%
Epazote	57	0.2%	725	0.2%	2,778,355	0.2%
Espinaca	186	0.8%	3,338	0.8%	12,765,777	0.8%
Frijol	2,050	8.8%	1,444	0.4%	21,711,897	1.4%
Guaje	7	0.0%	25	0.01%	174,327	0.01%
Haba Grano	64	0.3%	19	0.005%	328,183	0.02%
Haba Verde	86	0.4%	434	0.1%	2,779,551	0.2%
Hierbabuena	4	0.02%	140	0.03%	737,088	0.05%
Huauzontle	42	0.2%	296	0.1%	1,526,753	0.1%
Lechuga	1,238	5.3%	29,431	7.3%	118,634,397	7.7%
Maíz Forrajero En Verde	21	0.1%	1,194	0.3%	878,757	0.1%
Maíz Grano	5,268	22.6%	10,492	2.6%	66,979,042	4.4%
Manzana	7	0.0%	51	0.01%	456,834	0.03%
Manzanilla	31	0.1%	201	0.1%	962,304	0.1%
Nabo	11	0.05%	169	0.04%	550,173	0.04%
Napa	87	0.4%	2,008	0.5%	8,504,316	0.6%
Nopalitos	356	1.5%	28,718	7.2%	70,097,033	4.6%
Nube	136	0.6%	1,071	0.3%	7,840,585	0.5%
Pepino	59	0.3%	1,294	0.3%	9,267,718	0.6%
Perejil	31	0.1%	529	0.1%	2,394,636	0.2%
Porro (Leek)	166	0.7%	2,411	0.6%	16,602,083	1.1%
Rábano	659	2.8%	13,446	3.4%	46,579,895	3.0%
Stalice	152	0.7%	1,383	0.3%	6,509,003	0.4%
Tomate Rojo (Jitomate)	91	0.4%	16,467	4.1%	79,623,220	5.2%
Tomate Verde	812	3.5%	11,583	2.9%	59,473,478	3.9%
Trigo Grano	41	0.2%	37	0.01%	159,981	0.01%
Tuna	5,160	22.1%	115,932	28.9%	408,921,982	26.6%
Zanahoria	712	3.1%	22,627	5.6%	80,275,378	5.2%
Zempoalxochitl	122	0.5%	1,005	0.3%	7,435,544	0.5%
Suma	23,329	100.0%	400,935	100.0%	1,539,376,947	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

El cultivo que ocupa la mayor superficie es maíz grano (22.65), y el más productivo es tuna, que aporta 28.9 % del volumen y 26.6 % del valor monetario de la producción (Siap, 2023), como se indica en la Tabla 74.

Por su parte, la Tabla 75 muestra que el subsector pecuario se apropió de 227,245 m³ de agua en el año, que metabolizó en 477,599 pesos. El producto con mayor aportación a la producción ganadera es leche con 15,059 litros y huevo plato con 6,814 toneladas; este mismo producto aporta 37.2 % del valor de la producción pecuaria y a nivel municipal Quecholac genera 51.7 % del valor monetario, en parte, porque contribuye con 95.1 % de la producción de huevo plato (Siap, 2023).

Tabla 75. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 10 Acatzingo, 2022.

Municipio	Agua apropiada m ³ /año	Producto (t)						Valor por municipio	
		Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Acatzingo		551	3	898	104	4,344	96	87,141	18.2%
Cuapiaxtla de Madero		211	0.3	369	72	1,714	7	34,177	7.2%
General Felipe Ángeles		328	1	577	69	3,626	24	58,423	12.2%
Los Reyes de Juárez	159,498	211	0.05	372	26	1,992	2	34,491	7.2%
Quecholac	67,747	691	0.14	1,048	6,482	2,923	5	246,823	51.7%
San Salvador Huixcolotla		144	0.16	219	61	460	6	16,545	3.5%
Suma	227,245	2,136	4	3,482	6,814	15,059	141	477,599	100.0%
Valor por producto		105,170	323	95,568	177,787	92,553	6,198	477,599	100.0%
		22.0%	0.1%	20.0%	37.2%	19.4%	1.3%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Siap, 2023.

Respecto al sector económico, 11,228 unidades utilizan 1,415,530 m³/año de agua y 1,025 unidades se abastecen de agua de lluvia o de la destinada para consumo humano. Quecholac es el municipio que utiliza más agua (42.1 %) y en Acatzingo se localiza el mayor número de unidades económicas (28.8 %) (Denué, 2023), como se muestra en la Tabla 76.

Tabla 76. Apropiación social de agua por el sector económico de la Región 10 Acatzingo, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Acatzingo	80,000	5.7%	3,532	28.8%
Cuapiaxtla de Madero	590,746	41.7%	673	5.5%
General Felipe Ángeles			1,025	8.4%
Los Reyes de Juárez	78,759	5.6%	1,584	12.9%
Quecholac	596,025	42.1%	2,488	20.3%
San Salvador Huixcolotla	70,000	4.9%	2,951	24.1%
Suma	1,415,530	100.0%	12,253	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

En cuanto al sector social, la oferta neta de agua de 5,412,904 m³/año es insuficiente para atender la demanda de 7,274,377 m³/año para dotar de 100 litros/habitante/día (Conagua, 2015), resultando un déficit de 1,861,473 m³/año. Los municipios Cuapiaxtla de Madero y Quecholac solo pueden dotar de 37 y 50 litros/habitante/día. El índice de presión hídrica de la región es alto al igual que en cuatro municipios, es medio en Acatzingo y es bajo en San Salvador Huixcolotla (Tabla 77).

Tabla 77. Agua apropiada por el sector social para consumo humano de la Región 10 Acatzingo, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica	
							Valor	Categoría
Acatzingo	64,341	7,012	1,832,797	2,348,447	-515,650	78	1.28	Medio
Cuapiaxtla de Madero	11,055	1,611	150,710	403,508	-252,797	37	2.68	Alto
General Felipe Ángeles	22,504	293	573,539	821,396	-247,857	70	1.43	Alto
Los Reyes de Juárez	29,804	796	797,227	1,087,846	-290,619	73	1.36	Alto
Quecholac	55,326	4,416	1,018,994	2,019,399	-1,000,405	50	1.98	Alto
San Salvador Huixcolotla	16,268	3,837	1,039,637	593,782	445,855	175	0.57	Bajo
Suma	199,298	17,966	5,412,904	7,274,377	-1,861,473	74	1.34	Alto

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

3.11 Región 11 Ciudad Serdán

La forman siete municipios con una población de 159,489 habitantes (Conapo, 2023) concentrados principalmente en Chalchicomula de Sesma (32.4 %) y Palmar de Bravo (31.4 %). Dos municipios: Atzitzintla y Cañada Morelos tienen un grado de marginación alto, tres municipios medio y dos municipios bajo (Coneval, 2020), según la Tabla 78.

Tabla 78. Población y grado de marginación de la Región 11 Ciudad Serdán, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Aljojuca	7,115	4.5%	Medio
Atzitzintla	9,963	6.2%	Alto
Cañada Morelos	20,847	13.1%	Alto
Chalchicomula de Sesma	51,669	32.4%	Bajo
Esperanza	16,188	10.1%	Bajo
Palmar de Bravo	50,098	31.4%	Medio
San Juan Atenco	3,609	2.3%	Medio
Suma	159,489	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

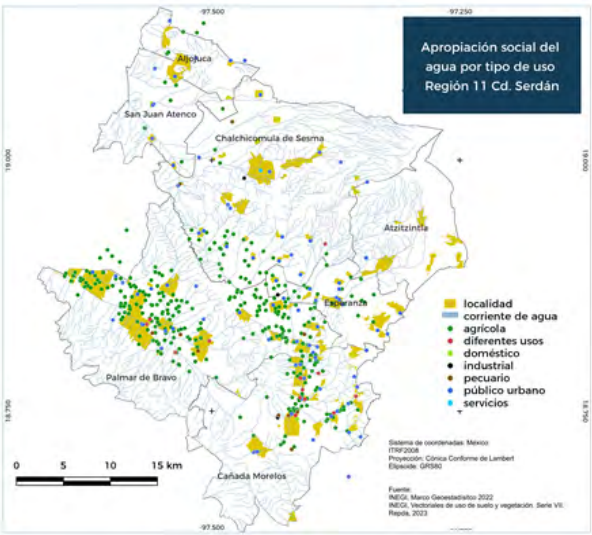
La región se apropió de 61,522,581 m³ de agua en el año (Repda, 2023) para su metabolismo socioeconómico, 87.7 % de ella se utiliza en la producción de alimentos y 10.3 % se destina al consumo humano, principalmente. A nivel municipal, Palmar de Bravo dispone de 64.8 % del agua de la región (Tabla 79 y Figura 26).

Tabla 79. Apropiación social del agua por tipo de uso y municipio de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Aljojuca	1,070,690					156,648		1,227,338	2.0%
Atzitzintla	193,536					43,607		237,143	0.4%
Cañada Morelos	4,595,292	68,835	329	9,125	323,105	1,334,317		6,331,004	10.3%
Chalchicomula de Sesma	5,962,637	84,672		300,000	18,515	1,534,246	31,536	7,931,606	12.9%
Esperanza	4,625,968			36,000		751,809		5,413,777	8.8%
Palmar de Bravo	37,286,790	174,346			128,476	2,271,581		39,861,193	64.8%
San Juan Atenco	248,136					272,384		520,520	0.8%
Suma	53,983,049	327,853	329	345,125	470,096	6,364,592	31,536	61,522,581	100.0%
	87.7%	0.5%	0.001%	0.6%	0.8%	10.3%	0.1%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 26. Apropiación social del agua de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Para la producción de alimentos, la región dispuso de 53,983,049 m³/año de agua (Repda, 2023) para regar 53,876 hectáreas, de las que se obtuvo 239,801 toneladas, con un valor de \$ 875,244,025 (Siap, 2023). El principal municipio productor de alimentos es Palmar de Bravo (Tabla 80).

En cuanto al metabolismo hídrico, San Juan Atenco pasó de 0.5 % del agua a 3.6 % del valor y, en contraste, Palmar de Bravo disminuyó su metabolismo, se apropió de 69.1 % del agua y alcanzó 50.2 % del valor de la producción.

En la región se siembran 43 cultivos, principalmente de maíz grano, que ocupa 73 % de la superficie agrícola y aporta 25.9 % del valor, y la mayor producción es generada por alfalfa verde con 33.63 % (Tabla 81).

Tabla 80. Apropiación social de agua para la producción de alimentos de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m³/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Aljojuca	1,070,690	2.0%	2,006	3.7%	1,868	0.8%	13,607,078	1.6%
Atzitzintla	193,536	0.4%	5,077	9.4%	5,000	2.1%	32,257,623	3.7%
Cañada Morelos	4,595,292	8.5%	6,923	12.8%	32,943	13.7%	164,189,646	18.8%
Chalchicomula de Sesma	5,962,637	11.0%	18,731	34.8%	25,086	10.5%	152,441,643	17.4%
Esperanza	4,625,968	8.6%	5,573	10.3%	7,397	3.1%	41,799,653	4.8%
Palmar de Bravo	37,286,790	69.1%	11,999	22.3%	161,801	67.5%	439,090,371	50.2%
San Juan Atenco	248,136	0.5%	3,567	6.6%	5,705	2.4%	31,858,010	3.6%
suma	53,983,049	100.0%	53,876	100.0%	239,801	100.0%	875,244,025	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Para la producción de alimentos pecuarios, tres municipios se apropiaron de 470,096 m³ en el año (Repda, 2023), y en los cuatro municipios restantes: Aljojuca, Atzitzintla, Esperanza y San Juan Atenco se infiere que se abastecen del agua de lluvia para realizar sus actividades ganaderas.

El producto principal es huevo plato, que generó 46,599 toneladas y aportó 45.4 % del valor de producción. A nivel municipal, Palmar de Bravo se apropió de 52.7 % del volumen total de agua usada en la ganadería de la región (Tabla 82).

Tabla 81. Estadísticas por cultivo de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Acelga	24	0.04%	456	0.2%	1,739,024	0.2%
Alfalfa Verde	1,024	1.90%	79,803	33.3%	40,540,343	4.6%
Alhelí	69	0.13%	628	0.3%	3,688,454	0.4%
Amaranto	11	0.02%	16	0.007%	132,726	0.02%
Arvejón	13	0.02%	12	0.005%	150,779	0.02%
Avena Forrajera En Verde	547	1.02%	11,423	4.8%	6,936,902	0.8%
Betabel	45	0.08%	1,025	0.4%	4,672,653	0.5%
Brócoli	844	1.57%	14,828	6.2%	67,581,476	7.7%
Calabacita	112	0.21%	2,683	1.1%	13,952,925	1.6%
Calabaza Semilla O Chihua	523	0.97%	194	0.1%	7,981,107	0.9%
Cebada Grano	758	1.41%	2,936	1.2%	13,353,090	1.5%
Cebolla	217	0.40%	2,735	1.1%	16,338,175	1.9%
Chicharo	584	1.08%	2,836	1.2%	20,375,570	2.3%
Chile Verde	77	0.14%	431	0.2%	5,323,306	0.6%
Cilantro	229	0.43%	3,248	1.4%	14,147,454	1.6%
Col (Repollo)	155	0.29%	7,155	3.0%	21,779,860	2.5%
Coliflor	47	0.09%	816	0.3%	4,054,942	0.5%
Durazno	53	0.10%	208	0.1%	2,804,787	0.3%
Ejote	48	0.09%	399	0.2%	2,862,630	0.3%
Elote	1,067	1.98%	21,373	8.9%	59,867,910	6.8%
Epazote	11	0.02%	144	0.1%	553,710	0.1%
Espinaca	36	0.07%	652	0.3%	2,579,065	0.3%
Frijol	4,832	8.97%	2,325	1.0%	37,041,354	4.2%
Haba Grano	1,187	2.20%	1,686	0.7%	28,286,758	3.2%
Haba Verde	689	1.28%	2,872	1.2%	21,667,554	2.5%
Lechuga	381	0.71%	8,920	3.7%	35,557,235	4.1%
Maíz Forrajero En Verde	27	0.05%	1,103	0.5%	726,844	0.1%
Maíz Grano	39,218	72.79%	35,854	15.0%	226,478,487	25.9%
Manzana	154	0.28%	954	0.4%	9,890,950	1.1%
Napa	16	0.03%	368	0.2%	1,580,560	0.2%
Nube	51	0.09%	413	0.2%	2,819,693	0.3%
Papa	5	0.01%	117	0.05%	918,048	0.1%
Pera	5	0.01%	24	0.010%	47,783	0.01%
Piñón	18	0.03%				
Porro (Leek)	11	0.02%	147	0.1%	997,562	0.1%
Rábano	149	0.28%	2,548	1.1%	9,585,047	1.1%
Statice	16	0.03%	130	0.1%	753,948	0.1%
Tomate Rojo (Jitomate)	122	0.23%	21,420	8.9%	157,978,527	18.0%
Tomate Verde	102	0.19%	1,486	0.6%	7,404,579	0.8%
Trigo Grano	122	0.23%	120	0.05%	571,376	0.1%
Tuna	3	0.01%	67	0.03%	233,506	0.03%
Zanahoria	138	0.26%	4,316	1.8%	14,352,121	1.6%
Zempoalxochitl	137	0.25%	931	0.4%	6,935,205	0.8%
Suma	53,876	100.0%	239,801	100.0%	875,244,025	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Tabla 82. Apropiación de agua por el subsector pecuario de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Producto (t)					Valor por municipio	
	m³/año	Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Aljojuca		331		509	1,136	2,859		78,005	2.9%
Atzitzintla		365		556	1,154	2,820		81,729	3.1%
Cañada Morelos	323,105	4,072		5,284	3,129	5,083		473,392	17.7%
Chalchicomula de Sesma	18,515	4,231	4	5,454	2,063	2,872	103	455,086	17.0%
Esperanza		428	2	627	2,281	2,875	40	118,895	4.4%
Palmar de Bravo	128,476	4,734	1	6,979	35,999	16,154	41	1,412,362	52.7%
San Juan Atenco		250		378	837	2,448		59,748	2.2%
Suma	470,096	14,410	7	19,787	46,599	35,111	185	2,679,218	100.0%
Valor por producto		640,989	567	569,802	1,215,945	243,093	8,821	2,679,218	
		23.9%	0.0%	21.3%	45.4%	9.1%	0.3%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Respecto al sector económico, la región se apropió de 704,843 metros cúbicos de agua en el año (Repda, 2023) (con excepción de Aljojuca, Atzitzintla y San Juan Atenco) para actividades de 6,347 unidades (Denué, 2023). Chalchicomula de Sesma concentra 59.0 % del agua y 39.4 % de las unidades (Tabla 83).

Tabla 83. Agua apropiada por el sector económico de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m³/año	Fracción	Número	Fracción
Aljojuca			309	4.9%
Atzitzintla			254	4.0%
Cañada Morelos	78,289	11.1%	437	6.9%
Chalchicomula de Sesma	416,208	59.0%	2,503	39.4%
Esperanza	36,000	5.1%	768	12.1%
Palmar de Bravo	174,346	24.7%	1,883	29.7%
San Juan Atenco			193	3.0%
Suma	704,843	100.0%	6,347	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Denué, 2023.

En cuanto al sector social, se dispone de una oferta neta de 3,818,755 m³ al año de agua (Conagua, 2015), la que, a nivel región, resulta insuficiente para atender la demanda por 5,821,349 m³/año para dotar de al menos 100 litros/habitante/día, por lo que se tiene un déficit de 2,002,593 m³/año de agua. A nivel municipal, Aljojuca, Atzitzintla, Chalchicomula de Sesma, Esperanza y Palmar de Bravo se encuentran por debajo de la dotación recomendada por la Conagua (2015), y el caso más preocupante es el de Atzitzintla, que solo puede dotar de siete litros para cada habitante por día.

El índice de presión hídrica resultó alto en dichos municipios y bajo en Cañada Morelos y San Juan Atenco (Tabla 84).

Tabla 84. Apropiación de agua por el sector social de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica Valor	Categoría
Aljojuca	7,115	51	93,989	259,698	-165,709	36	2.76	Alto
Atzitzintla	9,963	270	26,164	363,650	-337,485	7	13.90	Alto
Cañada Morelos	20,847	788	800,590	760,916	39,675	105	0.95	Bajo
Chalchicomula de Sesma	51,669	917	920,548	1,885,919	-965,371	49	2.05	Alto
Esperanza	16,188	214	451,085	590,862	-139,777	76	1.31	Alto
Palmar de Bravo	50,098	1,603	1,362,949	1,828,577	-465,628	75	1.34	Alto
San Juan Atenco	3,609	48	163,430	131,729	31,702	124	0.81	Bajo
Suma	159,489	3,891	3,818,755	5,821,349	-2,002,593	66	1.52	Alto

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Coneval.

3.12 Región 12 Tecamachalco

La Tabla 85 muestra que la región está integrada por cinco municipios con una población de 197,465 habitantes (Conapo, 2023). El 42.5 % de dicha población se ubica en Tecamachalco y el Xochitlán Todos Santos es el de menor población (3.6 %). En cuanto al grado de marginación, 134,005 habitantes (68 %) se encuentran con un grado bajo y 63,460 personas (32 %) tienen un grado medio (Coneval, 2020).

Tabla 85. Población y grado de marginación de la Región 12 Tecamachalco, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Tecamachalco	83,928	42.5%	Bajo
Tlacotepec de Benito Juárez	56,438	28.6%	Medio
Tochtepec	22,988	11.6%	Bajo
Xochitlán Todos Santos	7,022	3.6%	Medio
Yehualtepec	27,089	13.7%	Bajo
Suma	197,465	100.0%	

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Coneval.

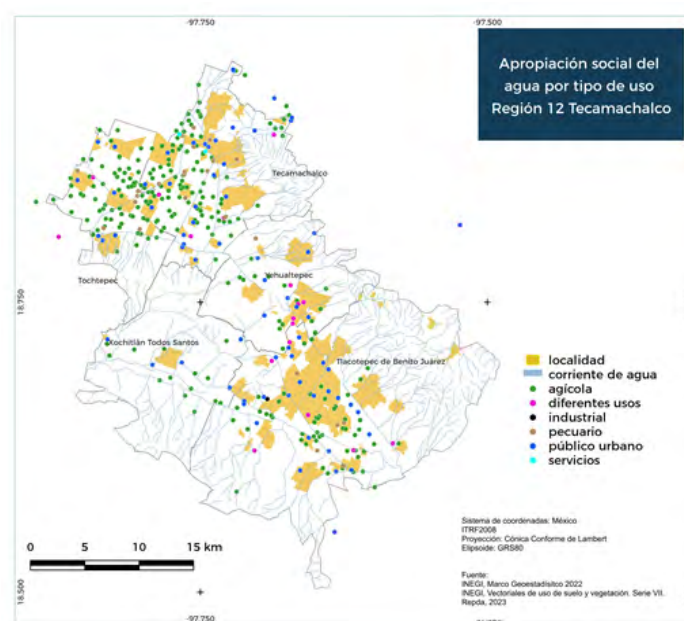
Para efectuar su metabolismo socioeconómico, los cinco municipios se apropiaron de 46,390,426 m³/año de agua (Repda, 2023); las tres cuartas partes de esa agua se emplean en la producción de alimentos por ser una región con vocación agrícola, y Tecamachalco dispone de 47.6 % del volumen total de agua (Tabla 86). Los puntos de apropiación de agua se muestran en la Figura 27.

Tabla 86. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 12 Tecamachalco, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Tecamachalco	16,569,712	409,485		669,008	4,427,407	21,808	22,097,420	47.6%
Tlacotepec de Benito Juárez	5,250,957	127,598	11,830	102,393	2,498,684		7,991,462	17.2%
Tochtepec	10,072,632	138,424		86,967	1,214,286		11,512,309	24.8%
Xochitlán Todos Santos	1,007,068				304,050		1,311,118	2.8%
Yehualtepec	1,716,008	68,676		164,250	1,529,183		3,478,117	7.5%
Suma	34,616,377	744,183	11,830	1,022,618	9,973,610	21,808	46,390,426	100.0%
	74.6%	1.6%	0.0%	2.2%	21.5%	0.0%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 27. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 12 Tecamachalco, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Para producir alimentos, la región se apropió de 34,616,377 m³/año de agua (Repda, 2023), con la que se regó 37,027 hectáreas que produjeron 765,281 toneladas de productos, con un valor de \$1,259,473,579 (Siap, 2023). Los cinco municipios forman parte del distrito de riego Valsequillo.

El mejor desempeño metabólico hídrico se presenta en Xochitlán Todos Santos, que metabolizó 2.9 % de agua en 7.7 % del valor de producción y, en contraste, Tochtepec, con 29.1 % de agua, alcanzó 16.1 % del valor, como se muestra en la Tabla 87.

Tabla 87. Apropiación social de agua para la producción de alimentos de la Región 12 Tecamachalco, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m³/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Tecamachalco	16,569,712	47.9%	12,910	34.9%	345,450	45.1%	573,597,211	45.5%
Tlacotepec de Benito Juárez	5,250,957	15.2%	11,363	30.7%	188,798	24.7%	313,197,400	24.9%
Tochtepec	10,072,632	29.1%	4,891	13.2%	162,038	21.2%	202,274,538	16.1%
Xochitlán Todos Santos	1,007,068	2.9%	4,387	11.8%	26,544	3.5%	96,418,734	7.7%
Yehualtepec	1,716,008	5.0%	3,477	9.4%	42,450	5.5%	73,985,696	5.9%
Suma	34,616,377	100.0%	37,027	100.0%	765,281	100.0%	1,259,473,579	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Tabla 88. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 12 Tecamachalco, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Ajo	12	0.03%	143	0.02%	3,261,097	0.3%
Alfalfa Verde	6,495	17.5%	503,979	65.9%	274,544,308	21.8%
Amaranto	9	0.02%	17	0.002%	132,022	0.01%
Apio	17	0.05%	776	0.1%	4,130,886	0.3%
Avena Forrajera En Verde	758	2.0%	18,920	2.5%	10,892,629	0.9%
Betabel	3	0.01%	57	0.01%	239,696	0.02%
Brócoli	136	0.4%	2,727	0.4%	12,361,292	1.0%
Calabacita	223	0.6%	3,643	0.5%	18,024,420	1.4%
Cebada Grano	3	0.01%	2	0.0003%	12,944	0.001%
Cebolla	54	0.1%	928	0.1%	5,477,555	0.4%
Chicharo	13	0.04%	91	0.01%	621,775	0.05%
Chile Seco	232	0.6%	143	0.02%	18,112,493	1.4%
Chile Verde	85	0.2%	2,247	0.3%	24,334,580	1.9%
Cilantro	219	0.6%	2,676	0.3%	11,038,616	0.9%
Col (Repollo)	407	1.1%	18,701	2.4%	54,623,549	4.3%
Coliflor	49	0.1%	937	0.1%	4,476,531	0.4%
Durazno	40	0.1%	280	0.04%	4,391,034	0.3%
Ejote	214	0.6%	2,005	0.3%	16,030,769	1.3%
Elote	55	0.1%	1,276	0.2%	3,026,442	0.2%
Frijol	3,379	9.1%	2,825	0.4%	42,529,007	3.4%
Haba Grano	21	0.1%	68	0.01%	1,203,052	0.1%
Haba Verde	22	0.1%	91	0.01%	581,721	0.0%
Lechuga	468	1.3%	11,674	1.5%	46,377,563	3.7%
Maíz Forrajero En Verde	1,128	3.0%	86,774	11.3%	66,331,997	5.3%
Maíz Grano	21,012	56.7%	73,825	9.6%	491,854,839	39.1%
Nabo	86	0.2%	1,315	0.2%	4,268,045	0.3%
Nopalitos	7	0.02%	397	0.1%	973,073	0.1%
Pepino	62	0.2%	2,321	0.3%	15,814,210	1.3%
Pitahaya	13	0.04%	49	0.01%	850,802	0.1%
Pitaya	21	0.1%	82	0.01%	1,241,637	0.1%
Rábano	43	0.1%	922	0.1%	2,932,125	0.2%
Sorgo Grano	1,353	3.7%	8,146	1.1%	34,595,622	2.7%
Tomate Rojo (Jitomate)	85	0.2%	11,693	1.5%	59,185,400	4.7%
Tomate Verde	151	0.4%	2,314	0.3%	11,548,050	0.9%
Trigo Grano	3	0.01%	7	0.001%	31,806	0.003%
Tuna	7	0.02%	115	0.01%	463,261	0.04%
Zanahoria	75	0.2%	2,473	0.3%	8,518,343	0.7%
Zempoalxochitl	72	0.2%	640	0.1%	4,440,389	0.4%
Suma	37,027	100.0%	765,281	100.0%	1,259,473,579	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Las estadísticas de la Tabla 88 muestran que los cultivos más destacados son maíz grano, que ocupa 56.7 % de la superficie agrícola y aporta 39.1 % al valor de la producción, y alfalfa verde, que genera 65.9 % del volumen producido.

En cuanto a la productividad económica, sobresale tomate rojo con el valor más alto \$699,177.79/ha, le siguen chile verde con \$286,289.18/ha, ajo con \$283,573.68/ha, pepino con \$255,067.91/ha y apio con \$242,993.27/ha.

En contraste, los cultivos menos productivos son cebada con \$4,314.66/ha, trigo grano con \$10,260.10/ha, frijol con \$12,586.27/ha, avena forrajera verde con \$14,379.71/ha y amaranto con \$14,669.11/ha.

Por otra parte, el subsector pecuario se apropió de 1,022,618 m³ de agua en el año, destacando el producto ganado en pie, con una producción de 128,422 toneladas, y en cuanto al valor de producción, el producto carne, aportó 3,836,708 de pesos. A nivel municipal, Tecamachalco generó 44.0 % del valor total de producción de alimentos pecuarios (Siap, 2023), como se muestra en la Tabla 89.

Tabla 89. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 12 Tecamachalco, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Producción (t)					Valor por municipio	
	m ³ /año	Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Tecamachalco	669,008	41,927	1	56,048	34,286	48,690	43	4,372,483	44.0%
Tlacotepec de Benito Juárez	102,393	26,787	2	35,202	32,841	13,695	56	2,928,715	29.5%
Tochtepec	86,967	13,945	1	18,967	9,721	44,071	19	1,621,136	16.3%
Xochitlán Todos Santos	0	211	0.4	360	274	739	13	33,845	0.3%
Yehualtepec	164,250	13,775	0.4	17,844	291	1,860	17	978,535	9.8%
Suma	1,022,618	96,646	5	128,422	77,412	109,055	147	9,934,715	100.0%
Valor por producto		3,836,708	363	3,470,210	1,919,625	700,576	7,233	9,934,715	
		38.6%	0.0%	34.9%	19.3%	7.1%	0.1%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Siap, 2023 y Repda, 2023.

En cuanto al sector económico, 11,498 unidades (Denué, 2023) se apropiaron de 777,821 metros cúbicos de agua en el año (Repda, 2023), con excepción de las localizadas en Xochitlán Todos Santos, en donde se infiere que para sus actividades utilizan agua destinada al consumo humano. El municipio con mayor apropiación de agua y mayor número de unidades es Tecamachalco, con 55.4 % y 45.1 %, respectivamente (Tabla 90).

Tabla 90. Agua apropiada por el sector económico de la Región 12 Tecamachalco, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Tecamachalco	431,293	55.4%	5,186	45.1%
Tlacotepec de Benito Juárez	139,428	17.9%	3,503	30.5%
Tochtepec	138,424	17.8%	1,287	11.2%
Xochitlán Todos Santos			384	3.3%
Yehualtepec	68,676	8.8%	1,138	9.9%
Suma	777,821	100.0%	11,498	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

Respecto al agua apropiada por el sector social, los cinco municipios dispusieron de una oferta neta de 5,984,166 m³/año (60 % del agua disponible para uso público urbano) (Repda, 2023), que no satisface la demanda por 7,207,473 m³/año de agua necesaria para dotar de al menos 100 litros/habitante/día, según la recomendación de la Conagua (2015). La dotación alcanzada fluctúa entre 71 litros/habitante/día en Xochitlán Todos Santos, hasta 93 litros/habitante/día en Yehualtepec.

El índice de presión hídrica es alto en Tlacotepec de Benito Juárez y Xochitlán Todos Santos, y es medio en Tecamachalco, Tochtepec y Yehualtepec (Tabla 91).

Tabla 91. Apropiación de agua por el sector social de la Región 12 Tecamachalco, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica	
							Valor	Categoría
Tecamachalco	83,928	6,747	2,656,444	3,063,372	-406,928	87	1.15	Medio
Tlacotepec de Benito Juárez	56,438	2,463	1,499,210	2,059,987	-560,777	73	1.37	Alto
Tochtepec	22,988	1,356	728,572	839,062	-110,490	87	1.15	Medio
Xochitlán Todos Santos	7,022	386	182,430	256,303	-73,873	71	1.40	Alto
Yehualtepec	27,089	2,540	917,510	988,749	-71,239	93	1.08	Medio
Suma	197,465	13,493	5,984,166	7,207,473	-1,223,306	83	1.20	Medio

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023; Coneval, 2020 y Repda, 2023.

3.13 Región 13 Tehuacán

Está integrada por trece municipios con una población de 530,207 habitantes (Conapo, 2023), concentrándose 65.8 % en Tehuacán, y Caltepec solo tiene 0.8 % de la población total de la región.

Por grado de marginación, 17,045 habitantes (3.2 %) se encuentran con grado alto, 109,891 habitantes (20.7 %) con grado medio, 54,160 (10.2 %) habitantes con grado bajo y 349,111 habitantes (65.8 %) con grado muy bajo (Coneval, 2020), como se indica en la Tabla 92.

Tabla 92. Población y grado de marginación de la Región 13 Tehuacán, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Altepexi	23,266	4.4%	Bajo
Caltepec	4,207	0.8%	Alto
Chapulco	8,495	1.6%	Bajo
Coxcatlán	22,291	4.2%	Medio
Nicolás Bravo	6,828	1.3%	Alto
San Antonio Cañada	6,010	1.1%	Alto
San Gabriel Chilac	17,138	3.2%	Medio
San José Miahuatlán	14,507	2.7%	Medio
Santiago Miahuatlán	28,148	5.3%	Medio
Tehuacán	349,111	65.8%	Muy Bajo
Tepanco de López	22,399	4.2%	Bajo
Zapotitlán	9,209	1.7%	Medio
Zinacatepec	18,598	3.5%	Medio
Suma	530,207	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

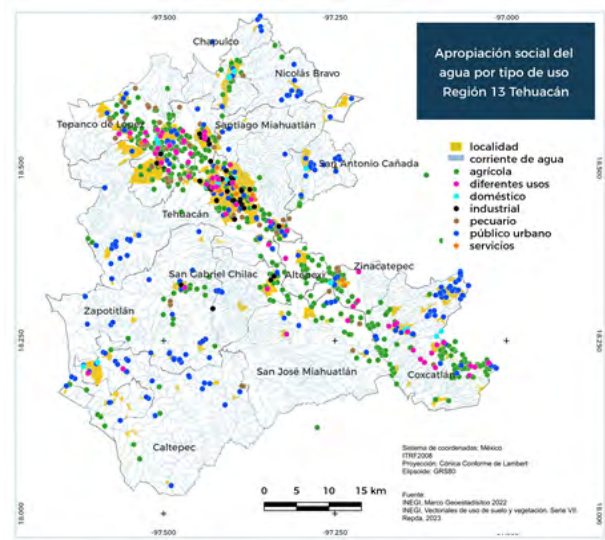
Para su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 193,721,380 m³/año de agua (Repda, 2023), principalmente para la producción de alimentos con 79.9 %, y a nivel municipal Tehuacán se apropió de 39.4 % del agua total de la región (Tabla 93). Los puntos de apropiación se muestran en la Figura 28.

Tabla 93. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 13 Tehuacán, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Altepexi	7,213,446	155,996				160,965		7,530,407	3.9%
Caltepec	752,535	860	1,205		15,668	317,075		1,087,343	0.6%
Chapulco	648,432				18,000	571,274		1,237,706	0.6%
Coxcatlán	37,427,549	30,034	2,135		92	1,765,635		39,225,445	20.2%
Nicolás Bravo	911,716		2,079		1,274	303,494		1,218,563	0.6%
San Antonio Cañada	758,495		958			378,070		1,137,523	0.6%
San Gabriel Chilac	9,574,909	9,141		29,224		1,009,043		10,622,316	5.5%
San José Miahuatlán	4,740,975	65,895			11,500	635,358		5,453,728	2.8%
Santiago Miahuatlán	11,676,348	273,926		204,215	39,089	250,426		12,444,004	6.4%
Tehuacán	47,816,430	1,627,647	4,198	3,557,587	1,079,822	22,057,948	132,457	76,276,089	39.4%
Tepanco de López	19,059,724	411,547	2,135	110,002	607,347	1,025,733	91,738	21,308,227	11.0%
Zapotitlán	393,145	42,336		12,708	7,205	643,073		1,098,467	0.6%
Zinacatepec	13,863,397	101,542	273		439,626	657,005	19,720	15,081,563	7.8%
Suma	154,837,101	2,718,924	12,983	3,913,736	2,219,623	29,775,099	243,915	193,721,380	100.0%
	79.9%	1.4%	0.01%	2.0%	1.1%	15.4%	0.1%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 28. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 13 Tehuacán, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Para la producción de alimentos, la región se apropió de 154,837,101 m³/año (Repda, 2023), destacando Tehuacán con 30.9 % del agua apropiada, 24.4 % de la superficie sembrada, 34.6 % de la producción y 25.6 % del valor monetario (Tabla 94). Los cultivos sembrados se muestran en la Tabla 95.

Tabla 94. Apropiación de agua para la producción de alimentos de la Región 13 Tehuacán, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Altepexi	7,213,446	4.7%	3,552	8.7%	48,634	8.3%	91,166,085	8.5%
Caltepec	752,535	0.5%	2,670	6.5%	2,341	0.4%	16,506,449	1.5%
Chapulco	648,432	0.4%	1,092	2.7%	14,880	2.5%	11,850,543	1.1%
Coxcatlán	37,427,549	24.2%	4,512	11.1%	120,645	20.5%	141,315,743	13.2%
Nicolás Bravo	911,716	0.6%	926	2.3%	2,838	0.5%	19,816,426	1.8%
San Antonio Cañada	758,495	0.5%	518	1.3%	1,635	0.3%	21,668,543	2.0%
San Gabriel Chilac	9,574,909	6.2%	2,136	5.2%	25,760	4.4%	78,425,186	7.3%
San José Miahuatlán	4,740,975	3.1%	1,992	4.9%	18,813	3.2%	43,401,436	4.1%
Santiago Miahuatlán	11,676,348	7.5%	2,694	6.6%	30,168	5.1%	49,969,753	4.7%
Tehuacán	47,816,430	30.9%	9,942	24.4%	203,306	34.6%	273,765,218	25.6%
Tepanco de López	19,059,724	12.3%	6,023	14.8%	85,192	14.5%	252,772,627	23.6%
Zapotitlán	393,145	0.3%	2,254	5.5%	1,624	0.3%	9,187,122	0.9%
Zinacatepec	13,863,397	9.0%	2,480	6.1%	32,498	5.5%	61,538,360	5.7%
Suma	154,837,101	100.0%	40,790	100.0%	588,335	100.0%	1,071,383,490	100.0%

Fuente: Repda, 2023.

Tabla 95. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 13 Tehuacán, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Caña De Azúcar	42	0.1%	219	0.04%	3,804,445	0.4%
ajo	371	0.9%	3,540	0.6%	53,293,285	5.0%
alfalfa verde	2,072	5.1%	180,822	30.7%	123,053,050	11.5%
amaranto	14	0.03%	11	0.002%	153,474	0.01%
avena forrajera en verde	154	0.4%	4,093	0.7%	2,428,393	0.2%
berenjena	8	0.02%	103	0.02%	837,896	0.1%
calabacita	284	0.7%	4,510	0.8%	18,331,681	1.7%
camote	4	0.01%	34	0.01%	144,123	0.01%
caña de azúcar	1,311	3.2%	126,837	21.6%	124,625,620	11.6%
cebada grano	7	0.02%	12	0.002%	42,466	0.004%
cebolla	37	0.1%	856	0.1%	5,505,759	0.5%
chile seco	115	0.3%	104	0.02%	11,496,855	1.1%
chile verde	117	0.3%	1,234	0.2%	18,672,793	1.7%
cilantro	92	0.2%	1,270	0.2%	5,443,608	0.5%
ciruela	17	0.04%	49	0.01%	177,040	0.02%
col (repollo)	38	0.1%	1,434	0.2%	4,371,462	0.4%
durazno	33	0.1%	102	0.02%	438,844	0.04%
ejote	84	0.2%	828	0.1%	6,327,135	0.6%
elote	10,278	25.2%	126,498	21.5%	194,346,855	18.1%
frijol	2,404	5.9%	1,896	0.3%	27,617,472	2.6%
granada	17	0.04%	38	0.01%	268,494	0.03%
guaje	87	0.2%	563	0.1%	3,945,029	0.4%
haba grano	4	0.01%	4	0.001%	40,903	0.004%
lechuga	49	0.1%	1,208	0.2%	4,056,886	0.4%
linaza	10	0.02%	7	0.001%	76,102	0.01%
linaza ornamental (manejo)	7	0.02%	3,206	0.5%	280,330	0.03%
maguey pulquero (miles de lts.)	357	0.9%	3,233	0.5%	27,449,038	2.6%
maíz forrajero en verde	25	0.1%	1,908	0.3%	1,465,113	0.1%
maíz grano	21,494	52.7%	47,333	8.0%	251,543,613	23.5%
melón	21	0.1%	438	0.1%	1,957,124	0.2%
moringa	2	0.005%	3	0.001%	19,040	0.002%
nopalitos	3	0.01%	35	0.01%	169,835	0.02%
papaya	2	0.004%	28	0.005%	109,537	0.01%
piñón	206	0.5%	242	0.04%	15,893,623	1.5%
pitahaya	84	0.2%	252	0.04%	3,695,818	0.3%
pitaya	11	0.03%	41	0.01%	481,610	0.04%
sorgo grano	282	0.7%	1,536	0.3%	7,001,316	0.7%
terciopelo (manejo)	37	0.1%	38,924	6.6%	3,113,920	0.3%
tomate rojo (jitomate)	239	0.6%	20,608	3.5%	126,725,822	11.8%
tomate verde	51	0.1%	777	0.1%	4,117,250	0.4%
trigo grano	54	0.1%	83	0.01%	383,444	0.04%
trigo ornamental	18	0.04%	8,780	1.5%	799,300	0.1%
tuna	55	0.1%	233	0.04%	987,830	0.1%
uva	1	0.002%	4	0.001%	75,690	0.01%
zanahoria	88	0.2%	2,716	0.5%	10,091,488	0.9%
zapote	5	0.01%	19	0.003%	146,003	0.01%
zempoalxochitl	104	0.3%	1,666	0.3%	5,377,076	0.5%
suma	40,790	100.0%	588,335	100.0%	1,071,383,490	100.0%

Fuente: Repda, 2023.

El cultivo con mayor superficie sembrada y mayor aportación al valor de los alimentos es maíz grano con 52.7 % y 23.5 %, respectivamente, y la alfalfa verde genera el mayor volumen de producción con 30.7 %.

Los cultivos con mayor productividad económica son tomate rojo con \$531,011/ha, le sigue chile verde con \$159,256/ha, cebolla con \$147,607/ha y ajo con \$143,648/ha. En contraste, los cultivos con la menor productividad económica son cebada grano con \$6,533/ha, trigo grano con \$7,114/ha, linaza con \$7,610/ha y moringa con \$9,520/ha.

Por su parte, el subsector pecuario se apropió de 2,219,623 m³/año de agua superficial y subterránea (Repda, 2023), con excepción de Altepexi, San Antonio Cañada y San Gabriel Chilac, en los que se infiere que se abastecen de agua de lluvia.

Destaca la producción de huevo plato con 290,933 toneladas, lo que aporta 41.1 % del valor total de alimentos ganaderos (Siap, 2023), y Tehuacán se apropió de 51.9 % del volumen de agua de la región (Tabla 96).

Tabla 96. Apropiación de agua por el subsector pecuario de la Región 13 Tehuacán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Producción					Valor por municipio	
	m ³ /año	Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Altepexi		405		563	13,124	1,134		394,359	2.2%
Caltepec	15,668	1,339	0.1	2,036	52		4	137,336	0.8%
Chapulco	18,000	363	0.1	518	5,664		3	185,992	1.1%
Coxcatlán	92	846	0.3	1,159	124	746	8	87,273	0.5%
Nicolás Bravo	1,274	484		672	2,001			90,798	0.5%
San Antonio Cañada		1,345	0.2	1,768	31,304		4	877,781	5.0%
San Gabriel Chilac		998	0.3	1,336	2,711		6	162,917	0.9%
San José Miahuatlán	11,500	9,534	0.3	12,298	153		5	648,922	3.7%
Santiago Miahuatlán	39,089	2,701	0.2	3,533	13,888	5,462	8	638,610	3.6%
Tehuacán	1,079,822	64,102	1	82,445	173,539	14,992	19	9,130,130	51.9%
Tepanco de López	607,347	42,201	1	54,446	31,277	7,913	29	4,003,196	22.8%
Zapotitlán	7,205	780	0.2	1,203	12,346		5	410,996	2.3%
Zinacatepec	439,626	10,172	0.2	13,090	4,750		5	812,075	4.6%
Suma	2,219,623	135,269	3	175,067	290,933	30,247	97	17,580,386	100.0%
Valor por producto		5,321,556	265	4,830,254	7,218,462	205,045	4,803	17,580,386	
		30.3%	0.002%	27.5%	41.1%	1.2%	0.03%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

En cuanto al sector económico, 32,814 unidades (Denue, 2023) se apropiaron de 6,889,557 m³ en el año (Repda, 2023), excepto Chapulco que se abastece de agua de lluvia, o bien, utiliza agua destinada al consumo humano. La mayor apropiación de agua y de unidades económicas se concentran en Tehuacán, con 77.2 % y 68.5 %, respectivamente (Tabla 97).

Tabla 97. Apropiación de agua por el sector económico de la Región 13 Tehuacán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Altepexi	155,996	2.3%	2,413	7.4%
Caltepec	2,065	0.03%	52	0.2%
Chapulco			477	1.5%
Coxcatlán	32,169	0.5%	723	2.2%
Nicolás Bravo	2,079	0.03%	211	0.6%
San Antonio Cañada	958	0.01%	80	0.2%
San Gabriel Chilac	38,365	0.6%	1,407	4.3%
San José Miahuatlán	65,895	1.0%	886	2.7%
Santiago Miahuatlán	478,141	6.9%	1,129	3.4%
Tehuacán	5,321,889	77.2%	22,464	68.5%
Tepanco de López	615,422	8.9%	972	3.0%
Zapotitlán	55,044	0.8%	423	1.3%
Zinacatepec	121,535	1.8%	1,577	4.8%
Suma	6,889,557	100.0%	32,814	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

Respecto al sector social, la Tabla 97 muestra que la región dispone de una oferta neta de 17,865,060 m³ de agua en el año (Repda, 2023), que es insuficiente para satisfacer la demanda por 19,352,556 m³/año de agua presentando un déficit de 1,487,496 m³/año. A nivel municipal, es preocupante la situación de los habitantes de Altepexi y Santiago Miahuatlán que solo pueden disponer de 11 y 15 litros/habitante/día, respectivamente, muy por debajo de la dotación recomendada por la Conagua (2015) de que al menos 100 litros/habitante/día son necesarios para cubrir las necesidades de consumo e higiene. Los municipios antes mencionados, más Nicolás Bravo, San José Miahuatlán, Tepanco de López y Zinacatepec tienen una cobertura diaria de agua menor a la recomendada. El índice de presión hídrica resultó alto en seis municipios, medio en un municipio y bajo en seis municipios.

Tabla 98. Apropiación de agua para consumo humano de la Región 13 Tehuacán, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica	
							Valor	Categoría
Altepexi	23,266	447	96,579	849,209	-752,630	11	8.79	Alto
Caltepec	4,207	320	190,245	153,556	36,690	124	0.81	Bajo
Chapulco	8,495	215	342,765	310,068	32,697	111	0.90	Bajo
Coxcatlán	22,291	903	1,059,381	813,622	245,760	130	0.77	Bajo
Nicolás Bravo	6,828	401	182,096	249,222	-67,126	73	1.37	Alto
San Antonio Cañada	6,010	267	226,842	219,365	7,477	103	0.97	Bajo
San Gabriel Chilac	17,138	90	605,426	625,537	-20,112	97	1.03	Medio
San José Miahuatlán	14,507	96	381,215	529,506	-148,291	72	1.39	Alto
Santiago Miahuatlán	28,148	1,610	150,256	1,027,402	-877,146	15	6.84	Alto
Tehuacán	349,111	9,095	13,234,769	12,742,552	492,218	104	0.96	Bajo
Tepanco de López	22,399	468	615,440	817,564	-202,124	75	1.33	Alto
Zapotitlán	9,209	593	385,844	336,129	49,715	115	0.87	Bajo
Zinacatepec	18,598	140	394,203	678,827	-284,624	58	1.72	Alto
Suma	530,207	14,646	17,865,060	19,352,556	-1,487,496	92	1.08	Medio

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023, Coneval, 2020 y Repda, 2023.

3.14 Región 14 Sierra Negra

Está integrada por seis municipios con una población de 161,950 habitantes (Conapo, 2023). Es la región más marginada del estado: 55.6 % de la población tienen grado de marginación muy alto y 44.4 % alto (Coneval, 2020), como se indica en la Tabla 99.

Tabla 99. Población y grado de marginación de la Región 14 Sierra Negra, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Ajalpan	71,869	44.4%	Alto
Coyomeapan	15,079	9.3%	Muy alto
Eloxochitlán	13,726	8.5%	Muy alto
San Sebastián Tlaxiaco	14,982	9.3%	Muy alto
Vicente Guerrero	26,436	16.3%	Muy alto
Zoquitlán	19,858	12.3%	Muy alto
Suma	161,950	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

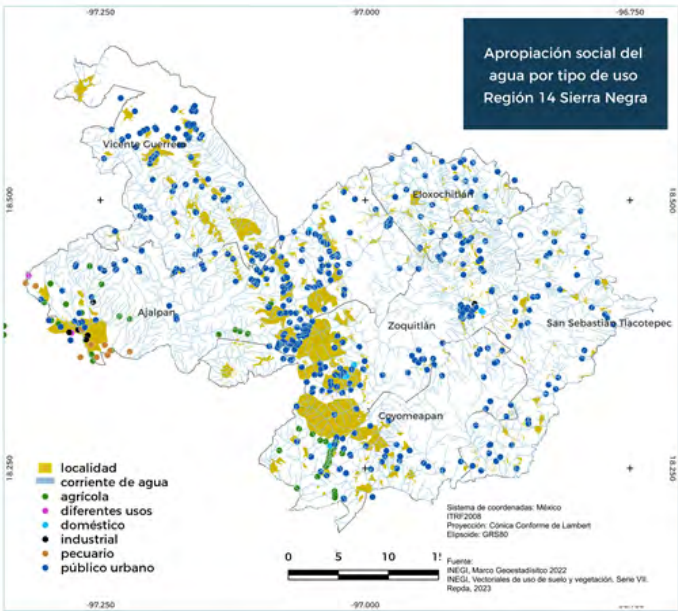
Para realizar su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 16,478,102 m³ de agua en el año (Repda, 2023). El mayor volumen (50.0 %) se destina al consumo humano, seguido de uso agrícola (45.3 %), y Ajalpan es el municipio con mayor apropiación de agua (52.2 %), como se muestra en la Tabla 100. Los puntos de apropiación social de agua se observan en el Figura 29.

Tabla 100. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 14 Sierra Negra, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público urbano	Suma	Fracción
Ajalpan	4,419,725	104,742	100,060	146,238	420,233	3,418,571	8,609,569	52.2%
Coyomeapan	1,337,612		493			826,589	2,164,694	13.1%
Eloxochitlán						558,658	558,658	3.4%
San Sebastián Tlaxiaco						911,928	911,928	5.5%
Vicente Guerrero	1,707,944					1,482,396	3,190,340	19.4%
Zoquitlán			4,107			1,038,806	1,042,913	6.3%
suma	7,465,281	104,742	104,660	146,238	420,233	8,236,948	16,478,102	100.0%
	45.3%	0.6%	0.6%	0.9%	2.6%	50.0%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 29. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso y municipio de la Región 14 Sierra Negra, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Para la producción de alimentos, el subsector agrícola se apropió de 7,465,281 m³/año (Repda, 2023) de agua superficial o subterránea en tres municipios, y tres más se abastecen de agua de lluvia (Tabla, 101). Con el agua apropiada, se siembran 29 cultivos en 32,551 hectáreas que producen 93,273 toneladas de alimentos con un valor de \$401,021,888 (Siap, 2023).

Tabla 101. Apropiación social de agua para la producción de alimentos de la Región 14 Sierra Negra, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m ³ /año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	fracción
Ajalpan	4,419,725	59.2%	7,530	23.1%	36,101	38.7%	91,294,859	22.8%
Coyomeapan	1,337,612	17.9%	3,075	9.4%	5,799	6.2%	29,724,937	7.4%
Eloxochitlán			4,155	12.8%	8,823	9.5%	50,851,915	12.7%
San Sebastián Tlaxiaco			7,831	24.1%	19,549	21.0%	95,151,752	23.7%
Vicente Guerrero	1,707,944	22.9%	5,932	18.2%	12,018	12.9%	82,959,508	20.7%
Zoquitlán			4,029	12.4%	10,982	11.8%	51,038,916	12.7%
Suma	7,465,281	100.0%	32,551	100.0%	93,273	100.0%	401,021,888	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

El cultivo con la mayor superficie sembrada es maíz grano con 69.7 % que aporta 42.3 % del volumen de producción y 44.3 % del valor monetario, pero, los cultivos con

mayor productividad económica por hectárea son tomate rojo con \$759,079.42/ha, maguey pulquero con \$132,940.68/ha y aguacate con \$118,091.41/ha, como se muestra en la Tabla 102.

Por su parte, el único municipio del subsector pecuario que se apropia de agua es Ajalpan, con 420,233 m³ (Repda, 2023), y el resto de municipios se abastecen de agua de lluvia para la producción de alimentos.

El producto carne genera el mayor volumen de producción con 453,424 toneladas (40.2 %), seguido de ganado en pie con 408,779 toneladas (36.3 %). A nivel municipal, Ajalpan aporta 671,651 pesos, lo que equivale a 59.6 % del valor total (Siap, 2023), según se muestra en la Tabla 103.

Tabla 102. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 14 Sierra Negra, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Aguacate	55	0.2%	366	0.4%	6,495,028	1.6%
Alfalfa Verde	7	0.02%	561	0.6%	404,097	0.1%
Arvejón	21	0.1%	18	0.02%	82,732	0.02%
Avena Forrajera En Verde	28	0.1%	217	0.2%	196,940	0.05%
Café Cereza	6,591	20.2%	16,279	17.5%	117,113,056	29.2%
Camote	5	0.02%	47	0.05%	199,020	0.05%
Caña De Azúcar	255	0.8%	19,088	20.5%	18,745,704	4.7%
Cebada Forrajera En Verde	25	0.1%	203	0.2%	106,728	0.03%
Cebada Grano	36	0.1%	70	0.1%	305,585	0.1%
Chicharo	47	0.1%	56	0.1%	167,157	0.04%
Chile Verde	27	0.1%	55	0.1%	556,079	0.1%
Ciruela	47	0.1%	156	0.2%	598,667	0.1%
Durazno	60	0.2%	224	0.2%	957,974	0.2%
Ejote	8	0.02%	20	0.02%	69,861	0.0%
Elote	1,017	3.1%	11,619	12.5%	18,990,210	4.7%
Frijol	411	1.3%	294	0.3%	4,014,524	1.0%
Granada	42	0.1%	95	0.1%	653,306	0.2%
Haba Grano	20	0.1%	17	0.02%	187,232	0.05%
Hule Hevea	63	0.2%	144	0.2%	943,711	0.2%
Maguey Pulquero (Miles De Lts.)	59	0.2%	935	1.0%	7,843,500	2.0%
Maíz Grano	22,680	69.7%	39,434	42.3%	177,484,528	44.3%
Mamey	45	0.1%	209	0.2%	1,312,284	0.3%
Manzana	416	1.3%	1,619	1.7%	7,201,705	1.8%
Naranja	39	0.1%	280	0.3%	1,166,830	0.3%
Piñón	482	1.5%	469	0.5%	30,771,701	7.7%
Plátano	48	0.1%	392	0.4%	1,445,687	0.4%
Tomate Rojo (Jitomate)	4	0.01%	375	0.4%	2,884,502	0.7%
Trigo Grano	8	0.02%	14	0.01%	47,635	0.01%
Tuna	8	0.02%	19	0.02%	75,905	0.02%
Suma	32,551	100.0%	93,273	100.0%	401,021,888	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Tabla 103. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 14 Sierra Negra, 2022.

Municipio	Agua apropiada m³/año	Producción (t)							Valor por municipio	
		Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Lana	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Ajalpan	420,233	5,864	0.4	7,797	8,087	2	2,760	9	671,651	59.6%
Coyomeapan		893		1,219	278				89,181	7.9%
Eloxochitlán		856		1,189	156				83,632	7.4%
San Sebastián Tlacoatepec		1,310		2,056	331				144,062	12.8%
Vicente Guerrero		727		1,146	45	2			76,179	6.8%
Zoquitlán		612		868	177				62,452	5.5%
Suma	420,233	10,262	0.4	14,276	9,075	4	2,760	9	1,127,156	100.0%
Valor por producto		453,424	27	408,779	245,239	112	19,119	455	1,127,156	
		40.2%	0.002%	36.3%	21.8%	0.01%	1.7%	0.04%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

En cuanto al sector económico, la región se apropió de 355,640 m³ de agua (Repda, 2023) por tres municipios para que en 5,910 unidades se realicen actividades económicas (Denué, 2023). A nivel municipal, Ajalpan se apropia del mayor volumen de agua (98.7 %) y concentra al mayor número de unidades (74.9 %) (Denué, 2023), como se muestra en la Tabla 104.

Tabla 104. Apropiación de agua por el sector económico de la Región 14 Sierra Negra, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m³/año	Fracción	Número	Fracción
Ajalpan	351,040	98.7%	4,428	74.9%
Coyomeapan	493	0.1%	135	2.3%
Eloxochitlán			153	2.6%
San Sebastián Tlacoatepec			181	3.1%
Vicente Guerrero			387	6.5%
Zoquitlán	4,107	1.2%	626	10.6%
Suma	355,640	100.0%	5,910	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2022.

Tabla 105. Agua apropiada por el sector social para consumo humano de la Región 14 Sierra Negra, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m³/año	Demanda m³/año	Balance m³/año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica	
							Valor	Categoría
Ajalpan	71,869	14,641	2,051,143	2,623,219	-572,076	78	1.28	Medio
Coyomeapan	15,079	1,271	495,953	550,384	-54,430	90	1.11	Medio
Eloxochitlán	13,726	3,695	335,195	500,999	-165,804	67	1.49	Alto
San Sebastián Tlacoatepec	14,982	1,682	547,157	546,843	314	100	1.00	Medio
Vicente Guerrero	26,436	5,306	889,438	964,914	-75,476	92	1.08	Medio
Zoquitlán	19,858	983	623,284	724,817	-101,533	86	1.16	Medio
Suma	161,950	27,579	4,942,169	5,911,175	-969,006	84	1.20	Medio

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Repda, 2023.

3.15 Región 15 Izúcar de Matamoros

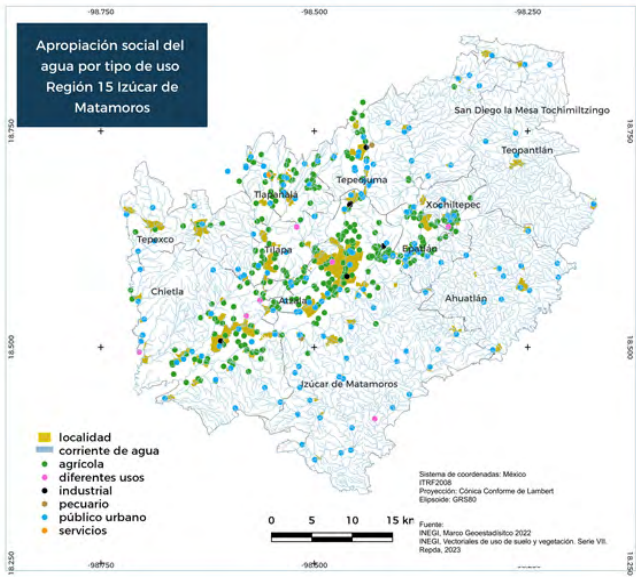
La región está integrada por trece municipios con una población de 176,726 habitantes (Conapo, 2023), de los que 47.9 % se concentran en Izúcar de Matamoros. Por grado de marginación, 16,097 habitantes (9 %) de cuatro municipios tienen un grado alto, 38,610 habitantes (22 %) de siete municipios se encuentran con un grado medio y 122,019 habitantes (69 %) de un municipio tienen un grado bajo (Coneval, 2020), como se indica en la Tabla 106.

Tabla 106. Población y grado de marginación de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Ahuatlán	3,469	2.0%	Alto
Atzala	1,422	0.8%	Medio
Chietla	37,378	21.2%	Bajo
Epatlán	5,233	3.0%	Medio
Izúcar de Matamoros	84,641	47.9%	Bajo
San Diego la Mesa Tochimiltzingo	1,291	0.7%	Alto
San Martín Totoltepec	661	0.4%	Medio
Teopantlán	4,010	2.3%	Alto
Tepeojuma	9,293	5.3%	Medio
Tepexco	7,327	4.1%	Alto
Tilapa	9,281	5.3%	Medio
Tlapanalá	9,135	5.2%	Medio
Xochiltepec	3,585	2.0%	Medio
Suma	176,726	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

Figura 30. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso y municipio de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Para su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 402,448,618 m³ de agua en el año (Repda, 2023), de los que 92.2 % se destina a la producción de alimentos y solo 3.2 % se utiliza para consumo humano. El municipio de Izúcar de Matamoros concentra 39.8 % del volumen total de agua apropiado, seguido de Chietla con 26.6 %; cuatro municipios apenas llegan a 0.1 % cada uno, como se indica en la Tabla 107. En la Figura 30 se observan los puntos de apropiación de agua.

Tabla 107. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Ahuatlán					209,197		209,197	0.1%
Atzala	5,562,503	146,985			73,321		5,782,809	1.4%
Chietla	103,189,259	125,374	800,000		2,918,294		107,032,927	26.6%
Epatlán	7,479,600	60,000			644,925		8,184,525	2.0%
Izúcar de Matamoros	153,490,988	35,410	533,775	11,863	6,169,935		160,241,971	39.8%
San Diego la Mesa Tochimilzingo	300,000				75,445		375,445	0.1%
San Martín Totoltepec	362,612				111,362		473,974	0.1%
Teopantlán	9,331				361,349		370,680	0.1%
Tepeojuma	39,714,371			5,256	728,744		40,448,371	10.1%
Tepexco	976,200	7,283			200,011		1,183,494	0.3%
Tilapa	28,177,067				646,301		28,823,368	7.2%
Tlapanala	26,164,326			28,196	663,925	16,493,328	43,349,775	10.8%
Xochiltepec	5,740,912				231,170		5,972,082	1.5%
Suma	371,167,169	375,052	1,333,775	45,315	13,033,979	16,493,328	402,448,618	100.0%
	92.2%	0.1%	0.3%	0.0%	3.2%	4.1%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

En cuanto a la apropiación de agua por el subsector agrícola, la región se apropió de 371,167,169 m³ en el año (Repda, 2022), con excepción de Ahuatlán, que se abastece de agua de lluvia para producir alimentos (Tabla 108) en 2,756 hectáreas.

Tabla 108. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Ahuatlán			1,473	3.1%	1,756	0.1%	11,509,878	0.5%
Atzala	5,562,503	1.5%	633	1.3%	53,475	2.7%	47,259,545	2.0%
Chietla	103,189,259	27.8%	10,184	21.7%	612,897	31.0%	611,439,240	26.1%
Epatlán	7,479,600	2.0%	1,589	3.4%	68,879	3.5%	86,959,152	3.7%
Izúcar de Matamoros	153,490,988	41.4%	14,253	30.4%	782,108	39.6%	785,371,466	33.5%
San Diego La Mesa Tochimilzingo	300,000	0.1%	744	1.6%	3,542	0.2%	8,683,982	0.4%
San Martín Totoltepec	362,612	0.1%	656	1.4%	4,082	0.2%	14,805,896	0.6%
Teopantlán	9,331	0.0%	1,391	3.0%	2,192	0.1%	13,875,271	0.6%
Tepeojuma	39,714,371	10.7%	2,757	5.9%	151,227	7.7%	149,869,194	6.4%
Tepexco	976,200	0.3%	4,742	10.1%	19,023	1.0%	112,241,839	4.8%
Tilapa	28,177,067	7.6%	3,219	6.9%	183,652	9.3%	235,623,031	10.1%
Tlapanalá	26,164,326	7.0%	3,914	8.4%	63,073	3.2%	224,437,024	9.6%
Xochiltepec	5,740,912	1.5%	1,298	2.8%	30,640	1.6%	39,528,556	1.7%
Suma	371,167,169	100.0%	46,852	100.0%	1,976,546	100.0%	2,341,604,075	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Según Repda (2023), con dicha agua apropiada se regaron 28 cultivos sembrados en 44,096 hectáreas, en las que se producen 1,825,319 toneladas de alimentos, con un valor de \$2,191,734,88. El cultivo más importante por volumen de producción y aportación al valor monetario total es caña de azúcar, con 83.0 % y 59.9 %, respectivamente, pero los cultivos con mayor productividad económica por unidad de suelo son tomate rojo, con \$744,978.97/ha, pepino con \$162,805.67/ha, sandia con \$148,272.29/ha, cebolla con \$125,247.41/ha y aguacate con \$110,155.96/ha (Tabla 109).

Tabla 109. Estadísticas agrícolas por cultivo bajo riego de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Agave	276	0.6%	3,755	0.2%	6,439,149	0.3%
Aguacate	18	0.04%	166	0.01%	2,004,839	0.1%
Alfalfa Verde	378	0.9%	34,536	1.9%	16,678,045	0.8%
Cacahuete	429	1.0%	807	0.04%	9,935,148	0.5%
Calabacita	224	0.5%	3,295	0.2%	21,528,844	1.0%
Caña De Azúcar	14,565	33.0%	1,515,883	83.0%	1,312,648,709	59.9%
Cebolla	1,095	2.5%	23,993	1.3%	137,150,926	6.3%
Ejote	213	0.5%	3,022	0.2%	22,870,740	1.0%
Elote	2,342	5.3%	35,336	1.9%	57,230,358	2.6%
Frijol	245	0.6%	414	0.02%	5,856,078	0.3%
Guaje	23	0.1%	153	0.01%	654,815	0.03%
Guayaba	20	0.05%	178	0.01%	908,430	0.04%
Higo	14	0.03%	96	0.01%	614,880	0.03%
Limón	98	0.2%	620	0.03%	3,406,994	0.2%
Maíz Grano	15,993	36.3%	29,698	1.6%	172,856,748	7.9%
Mamey	20	0.05%	155	0.01%	1,385,505	0.1%
Moringa	17	0.04%	112	0.01%	726,330	0.03%
Naranja	47	0.1%	442	0.02%	1,689,587	0.1%
Pápalo	21	0.0%	218	0.01%	677,040	0.03%
Pepino	83	0.2%	2,460	0.1%	13,516,127	0.6%
Quelite	2	0.005%	8	0.00%	25,460	0.001%
Sábila	111	0.3%	10,577	0.6%	6,203,321	0.3%
Sandía	14	0.03%	309	0.02%	2,078,778	0.1%
Semilla De Caña De Azúcar	1,002	2.3%	113,098	6.2%	98,239,834	4.5%
Sorgo Grano	6,586	14.9%	29,221	1.6%	170,485,221	7.8%
Tomate Rojo (jitomate)	159	0.4%	15,632	0.9%	118,451,657	5.4%
Tomate Verde	97	0.2%	1,123	0.1%	7,437,779	0.3%
Zapote	3	0.01%	13	0.001%	33,540	0.002%
Suma	44,096	100.0%	1,825,319	100.0%	2,191,734,881	100.0%

Fuente: Repda, 2023.

Por su parte, el subsector pecuario se apropió de 45,315 m³ de agua en el año (Repda, 2023). El producto sobresaliente es carne, que produjo 218,038 toneladas (49.5 %), seguido de ganado en pie con 195,594 toneladas (44.4 %) y a nivel municipal Izúcar de Matamoros generó 22.7 % del valor monetario total pecuario (Tabla 110).

Tabla 110. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.

Municipio	Agua apropiada m³/año	Producción						Valor por municipio	
		Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Ahuatlán		183	0.01	307	11		0	18,685	4.2%
Atzala		280	0.2	418	7		5	27,740	6.3%
Chietla		259	1	451	31	84	18	28,915	6.6%
Epatlán		326	0.3	562	30		7	34,862	7.9%
Izúcar de Matamoros	11,863	819	4	1,311	92	737	95	99,986	22.7%
San Diego La Mesa Tochimiltzingo		246	0.3	425			6	26,370	6.0%
San Martín Totoltepec		295	0.5	526		36	11	33,553	7.6%
Teopantlán		279	0.2	488			5	29,051	6.6%
Tepeojuma	5,256	275	1	479	15	294	11	33,126	7.5%
Tepexco		302	0.04	543	59	10	1	35,204	8.0%
Tilapa		223	0.01	393	14		0	23,560	5.3%
Tlapanalá	28,196	223	0.1	390	19	23	1	23,726	5.4%
Xochiltepec		241	0.2	417			5	25,853	5.9%
Suma	45,315	3,952	7	6,709	278	1,184	167	440,630	100.0%
Valor por producto		218,038	555	195,594	8,157	10,042	8,244	440,630	
		49.5%	0.1%	44.4%	1.9%	2.3%	1.9%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Respecto al sector económico, la región se apropió de 18,202,155 m³/año de agua superficial o subterránea (Repda, 2023) para que 10,423 unidades (Denué, 2023) realicen sus actividades, con excepción de siete municipios que se abastecen de agua de lluvia o utilizan agua destinada al consumo humano.

El municipio con mayor apropiación de agua es Tlapanalá, con 90.6 %, debido a que ahí se localiza el balneario Ojo del Carbón; y en Izúcar de Matamoros se concentra 54.3 % de las unidades de la región (Tabla 111).

Tabla 111. Apropiación de agua por el sector económico de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m³/año	Fracción	Número	Fracción
Ahuatlán			79	0.8%
Atzala	146,985	0.8%	71	0.7%
Chietla	925,374	5.1%	1,624	15.6%
Epatlán	60,000	0.3%	170	1.6%
Izúcar de Matamoros	569,185	3.1%	5,656	54.3%
San Diego la Mesa Tochimiltzingo			52	0.5%
San Martín Totoltepec			49	0.5%
Teopantlán			935	9.0%
Tepeojuma			465	4.5%
Tepexco	7,283	0.04%	714	6.9%
Tilapa			180	1.7%
Tlapanalá	16,493,328	90.6%	315	3.0%
Xochiltepec			113	1.1%
Suma	18,202,155	100.0%	10,423	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

En cuanto al sector social, la región dispone de una oferta neta de 7,820,387 m³ en el año (Repda, 2023) y es suficiente para atender la demanda por 6,450,499 m³/año, lo que resulta un superávit de 1,369,888 m³/año. Sin embargo, en Tepexco solo se puede dotar de 45 litros/habitante/día, cantidad que es menor a la recomendada por la Conagua (2015), como se observa en la Tabla 112.

Tabla 112. Apropiación social de agua para consumo humano e índice de presión hídrica de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica Valor	Categoría
Ahuatlán	3,469	242	125,518	126,619	-1,100	99	1.01	Medio
Atzala	1,422	24	43,993	51,903	-7,910	85	1.18	Medio
Chietla	37,378	1,203	1,750,976	1,364,297	386,679	128	0.78	Bajo
Epatlán	5,233	224	386,955	191,005	195,951	203	0.49	Bajo
Izúcar de Matamoros	84,641	2,855	3,701,961	3,089,397	612,564	120	0.83	Bajo
San Diego la Mesa Tochimiltzingo	1,291	52	45,267	47,122	-1,855	96	1.04	Medio
San Martín Totoltepec	661	9	66,817	24,127	42,691	277	0.36	Bajo
Teopantlán	4,010	137	216,809	146,365	70,444	148	0.68	Bajo
Tepeojuma	9,293	115	437,246	339,195	98,052	129	0.78	Bajo
Tepexco	7,327	898	120,007	267,436	-147,429	45	2.23	Alto
Tilapa	9,281	192	387,781	338,757	49,024	114	0.87	Bajo
Tlapanalá	9,135	174	398,355	333,428	64,928	119	0.84	Bajo
Xochiltepec	3,585	14	138,702	130,853	7,850	106	0.94	Bajo
Suma	176,726	6,138	7,820,387	6,450,499	1,369,888	121	0.82	Bajo

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Repda, 2023.

3.16 Región 16 Chiautla

La integran nueve municipios en los que se concentra 58,483 habitantes (Conapo, 2023); el 37.0 % se localizan en Chiautla. Por grado de marginación, en 2 % de la población es muy alto, en 31 % es alto y en 67 % es medio (Coneval, 2020), como se indica en la Tabla 113.

Tabla 113. Población y grado de marginación por municipio de la Región 16 Chiautla, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Albino Zertuche	1,949	3.3%	Medio
Chiautla	21,645	37.0%	Medio
Chila de la Sal	1,562	2.7%	Medio
Cohetzala	1,457	2.5%	Medio
Huehuetlán el Chico	9,160	15.7%	Medio
Ixcamilpa de Guerrero	3,873	6.6%	Alto
Jolalpan	14,122	24.1%	Alto
Teotlalco	3,411	5.8%	Medio
Xicotlán	1,304	2.2%	Muy Alto
Suma	58,483	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

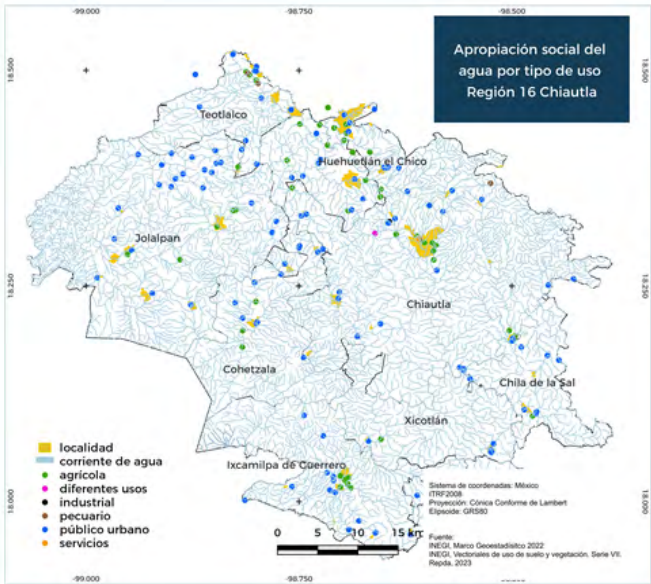
La Tabla 114 muestra que la región se apropió de 13,858,510 m³/año de agua, principalmente para uso agrícola (73.8 %) y para uso público urbano (26.0 %), y a nivel municipal Huehuetlán el Chico se apropió de 47.2 % (Repda, 2023). En la Figura 31 se observan los puntos de apropiación de agua.

Tabla 114. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 16 Chiautla, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Albino Zertuche	2,477				253,133		255,610	1.8%
Chiautla	1,593,533	12,912	16,216	1,825	810,626	657	2,435,769	17.6%
Chila de la Sal	48,000				253,348		301,348	2.2%
Cohetzala	1,449,600				267,998		1,717,598	12.4%
Huehuetlán el Chico	6,126,032				418,719		6,544,751	47.2%
Ixcamilpa de Guerrero	178,499				332,710		511,209	3.7%
Jolalpan	594,127				923,822		1,517,949	11.0%
Teotlalco	20,609			2,373	227,017		249,999	1.8%
Xicotlán	211,080				113,197		324,277	2.3%
Suma	10,223,957	12,912	16,216	4,198	3,600,570	657	13,858,510	100.0%
	73.8%	0.1%	0.1%	0.03%	26.0%	0.005%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 31. Puntos de apropiación de agua por tipo de uso de la Región 16 Chiautla, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Por su parte, el subsector agrícola se apropió de 10,223,957 m³/año (Repda, 2023) de agua con la que se regó 19,766 hectáreas con 19 cultivos que produjeron 107,534 toneladas de alimentos, con un valor de \$291,781,573. A nivel municipal destacan Huehuetlán el Chico, que se apropió de 59.9 % del agua, y Chiautla, que aportó 50.1 % de la producción y 56.2 % de su valor (Siap, 2023), como se indica en la Tabla 115.

Tabla 115. Apropriación social de agua por el subsector agrícola de la Región 16 Chiautla, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m³/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Albino Zertuche	2,477	0.02%	439	2.2%	649	0.6%	3,991,767	1.4%
Chiautla	1,593,533	15.6%	6,598	33.4%	53,835	50.1%	163,922,705	56.2%
Chila de La Sal	48,000	0.5%	306	1.5%	156	0.1%	1,001,464	0.3%
Cohetzala	1,449,600	14.2%	934	4.7%	1,462	1.4%	8,861,678	3.0%
Huehuetlán El Chico	6,126,032	59.9%	2,281	11.5%	44,007	40.9%	66,434,976	22.8%
Ixcamilpa de Guerrero	178,499	1.7%	2,104	10.6%	2,467	2.3%	16,820,022	5.8%
Jolalpan	594,127	5.8%	5,066	25.6%	3,086	2.9%	19,058,851	6.5%
Teotlalco	20,609	0.2%	1,158	5.9%	1,085	1.0%	6,683,223	2.3%
Xicotlán	211,080	2.1%	880	4.5%	787	0.7%	5,006,887	1.7%
Suma	10,223,957	100.0%	19,766	100.0%	107,534	100.0%	291,781,573	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

De los 19 cultivos antes mencionados, la mayor superficie se sembró de maíz grano con 80.8 % y generó 49.8 % del valor total de alimentos, y la caña de azúcar aportó 67.4 % a la producción. Los cultivos con la más alta productividad económica relacionada con la superficie son tomate rojo con \$1,455,000.00/ha, jícama con \$216,178.95/ha, cebolla con \$167,110.03/ha y sandía con \$160,264.00/ha (Tabla 116).

Tabla 116. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 16 Chiautla, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Agave	53	0.3%				
Ajonjolí	82	0.4%	139	0.1%	2,046,931	0.7%
Albahaca	124	0.6%	489	0.5%	3,456,941	1.2%
Cacahuete	193	1.0%	280	0.3%	3,488,594	1.2%
Caña De Azúcar	630	3.2%	72,480	67.4%	65,808,471	22.6%
Cebolla	102	0.5%	2,891	2.7%	17,045,223	5.8%
Guaje	4	0.02%	21	0.02%	87,169	0.03%
Jamaica	194	1.0%	124	0.1%	1,035,394	0.4%
Jícama	19	0.1%	655	0.6%	4,107,400	1.4%
Limón	15	0.1%	107	0.1%	614,580	0.2%
Maíz Grano	15,970	80.8%	22,425	20.9%	145,414,878	49.8%
Menta	10	0.05%	115	0.1%	997,657	0.3%
Papaya	3	0.02%	148	0.1%	577,256	0.2%
Pitahaya	13	0.1%	22	0.02%	290,400	0.1%
Salvia	8	0.04%	29	0.03%	455,000	0.2%
Sandía	10	0.1%	230	0.2%	1,602,640	0.5%
Sorgo Grano	2,327	11.8%	7,253	6.7%	43,691,462	15.0%
Tomate Rojo (jitomate)	0.5	0.003%	97	0.1%	727,500	0.2%
Tomillo	9	0.05%	29	0.03%	334,075	0.1%
Suma	19,766	100.0%	107,534	100.0%	291,781,573	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Respecto al subsector pecuario, la región se apropió de 4,198 m³/año de agua (Repda, 2023), pero en solo dos municipios, por lo que se infiere que los siete municipios restantes se abastecen de agua de lluvia. El producto con mayor aportación al volumen

de producción es carne con 145,565 t (50.7 %) y a nivel municipal en Chiautla se genera 28.7 % del valor de los productos pecuarios (Siap, 2023), como se puede observar en la Tabla 117.

Tabla 117. Apropiación de agua por el subsector pecuario de la Región 16 Chiautla, 2022.

Municipio	Agua apropiada m ³ /año	Producción (t)					Valor por municipio	
		Carne	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Albino Zertuche		182	328	1			19,138	6.7%
Chiautla	1,825	693	1,227	72	305		82,450	28.7%
Chila de La Sal		154	264	2			15,808	5.5%
Cohetzala		244	434				26,361	9.2%
Huehuetlán El Chico		515	885	55	213		57,750	20.1%
Ixcamilpa de Guerrero		234	395				24,156	8.4%
Jolalpan		290	462	59			30,958	10.8%
Teotlalco	2,373	107	189	37			12,479	4.3%
Xicotlán		164	286	6		9	18,064	6.3%
Suma	4,198	2,583	4,472	232	518	9	287,163	100.0%
Valor por producto		145,565	129,987	6,801	4,414	396	287,163	
Fracción		50.7%	45.3%	2.4%	1.5%	0.1%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

En cuanto al sector económico, solo Chiautla se apropió de 29,785 m³/año (Repda, 2023) de agua y los restantes ocho municipios se abastecen de agua de lluvia o utilizan agua destinada a otros usos para realizar actividades en 3,205 unidades económicas, de las que 44.1 % se concentran en Chiautla (Denue, 2023) (Tabla 118).

Tabla 118. Agua apropiada por el sector económico de la Región 16 Chiautla, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Albino Zertuche			199	6.2%
Chiautla	29,785	100.0%	1,412	44.1%
Chila de la Sal			85	2.7%
Cohetzala			54	1.7%
Huehuetlán el Chico			597	18.6%
Ixcamilpa de Guerrero			112	3.5%
Jolalpan			567	17.7%
Teotlalco			104	3.2%
Xicotlán			75	2.3%
Suma	29,785	100.0%	3,205	100.0%

Fuente: Denue, 2023 y Repda, 2023.

Respecto al sector social, la región dispuso de una oferta neta de agua para consumo humano de 2,160,342 m³/año (Repda, 2023) que fue suficiente para atender la demanda de 2,134,630 m³/año para una cobertura de 100 litros/habitante/día (Conagua, 2015),

resultando un superávit de 25,713 m³/año en la región (Tabla 119). Sin embargo, a nivel municipal, Chiautla y Huehuetlán el Chico solo pueden dotar de 62 y 75 litros/habitante/día, por lo que su índice de presión hídrica es alto, y en los siete municipios restantes el índice es bajo.

Tabla 119. Agua apropiada para consumo humano de la Región 16 Chiautla, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura /habitante/día	Indice de presión hídrica Valor	Categoría
Albino Zertuche	1,949	79	151,880	71,139	80,741	213	0.47	Bajo
Chiautla	21,645	1,979	486,376	790,043	-303,667	62	1.62	Alto
Chila de la Sal	1,562	88	152,009	57,013	94,996	267	0.38	Bajo
Cohetzala	1,457	103	160,799	53,181	107,618	302	0.33	Bajo
Huehuetlán el Chico	9,160	356	251,231	334,340	-83,109	75	1.33	Alto
Ixcamilpa de Guerrero	3,873	631	199,626	141,365	58,262	141	0.71	Bajo
Jolalpan	14,122	535	554,293	515,453	38,840	108	0.93	Bajo
Teotlalco	3,411	224	136,210	124,502	11,709	109	0.91	Bajo
Xicotlán	1,304	814	67,918	47,596	20,322	143	0.70	Bajo
Suma	58,483	4,809	2,160,342	2,134,630	25,713	101	0.99	Bajo

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Repda, 2023.

3.17 Región 17 Acatlán

La integran diecisiete municipios con una población de 113,694 habitantes (Conapo, 2023), 34.0 % de los cuales viven en Acatlán. El 47 % de la población se encuentra con un grado de marginación alto y 53 % en grado medio (Coneval, 2020), como se muestra en la Tabla 120.

Para que la población de la región realice su metabolismo socioeconómico, se apropiaron de 30,787,413 m³ de agua en el año (Repda, 2023). El mayor volumen de agua se destina a uso agrícola, con 22,407,717 m³ en el año (72.8 %) y para consumo humano se utilizan 8,177,778 m³ en el año (26.6 %).

A nivel municipal, Acatlán es el principal apropiador de agua con 25.1 %, seguido de Tehuiztingo con 13.8 %, Petlalcingo con 12.4 % y Guadalupe y Tecamatlán con 7.1 % cada uno (Tabla 121). En la Figura 32 se observan los puntos de apropiación de agua.

Tabla 120. Población y grado de marginación de la Región 17 Acatlán, 2022.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Acatlán	38,600	34.0%	Medio
Ahuehuetitla	1,910	1.7%	Alto
Axutla	1,018	0.9%	Medio
Chila	4,967	4.4%	Alto
Chinantla	2,446	2.2%	Alto
Guadalupe	6,205	5.5%	Alto
Petlalingo	10,523	9.3%	Alto
Piaxtla	4,770	4.2%	Alto
San Jerónimo Xayacatlán	3,715	3.3%	Alto
San Miguel Ixitlán	546	0.5%	Medio
San Pablo Anicano	3,864	3.4%	Medio
San Pedro Yeloixtlahuaca	3,590	3.2%	Medio
Tecomatlán	6,153	5.4%	Medio
Tehuizingo	12,183	10.7%	Alto
Totoltepec de Guerrero	1,331	1.2%	Medio
Tulcingo	10,161	8.9%	Alto
Xayacatlán de Bravo	1,712	1.5%	Medio
Suma	113,694	100.0%	

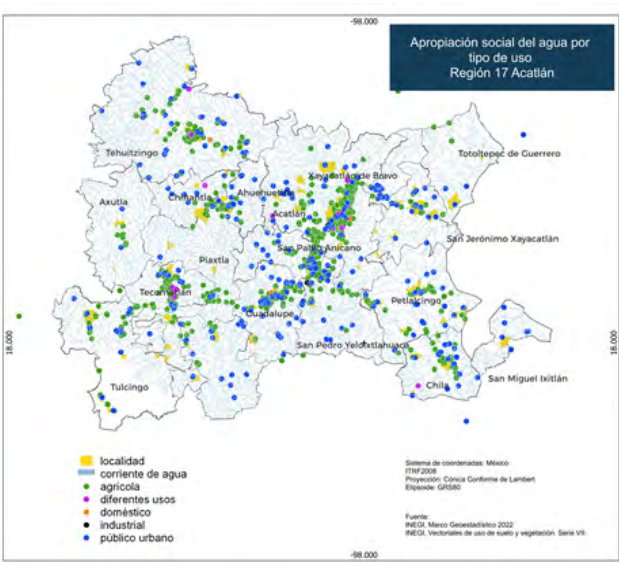
Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

Tabla 121. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 17 Acatlán, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Acatlán	5,810,676	13,129	730	32,000	1,853,544	2,649	7,712,728	25.1%
Ahuehuetitla	245,116				175,029		420,145	1.4%
Axutla	315,225				32,921		348,146	1.1%
Chila	950,789	18,711			411,057		1,380,557	4.5%
Chinantla	180,234				204,595		384,829	1.2%
Guadalupe	1,204,188		365		983,079		2,187,632	7.1%
Petlalingo	3,096,619				718,632		3,815,251	12.4%
Piaxtla	1,193,569	63,794			273,329		1,530,692	5.0%
San Jerónimo Xayacatlán	514,141				285,923		800,064	2.6%
San Miguel Ixitlán					53,833		53,833	0.2%
San Pablo Anicano	1,024,535				381,073		1,405,608	4.6%
San Pedro Yeloixtlahuaca	1,827,633	3,353			237,513		2,068,499	6.7%
Tecomatlán	1,743,404	46,448			397,299		2,187,151	7.1%
Tehuizingo	3,163,605	20,556	183		1,060,740		4,245,084	13.8%
Totoltepec de Guerrero	226,491				111,260		337,751	1.1%
Tulcingo	825,697				768,779		1,594,476	5.2%
Xayacatlán de Bravo	85,796				229,173		314,969	1.0%
Suma	22,407,717	165,991	1,278	32,000	8,177,778	2,649	30,787,413	100.0%
	72.8%	0.5%	0.004%	0.1%	26.6%	0.01%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 32. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 17 Acatlán, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Para la producción de alimentos, el subsector agrícola se apropió de 22,407,717 m³/año de agua (Repda, 2023), con la que riegan 27,821 ha de 15 cultivos, que producen 28,349 t con un valor de \$154,393,760 (Tabla 122).

Tabla 122. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 17 Acatlán, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m ³ /año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Acatlán	5,810,676	25.9%	4,241	15.2%	5,636	19.9%	26,047,512	16.9%
Ahuehuetitla	245,116	1.1%	1,629	5.9%	1,690	6.0%	9,683,151	6.3%
Axutla	315,225	1.4%	526	1.9%	571	2.0%	3,756,016	2.4%
Chila	950,789	4.2%	894	3.2%	1,058	3.7%	4,636,328	3.0%
Chinantla	180,234	0.8%	684	2.5%	1,004	3.5%	5,001,194	3.2%
Guadalupe	1,204,188	5.4%	3,533	12.7%	2,755	9.7%	17,422,698	11.3%
Petalcingo	3,096,619	13.8%	3,142	11.3%	2,828	10.0%	11,245,671	7.3%
Piaxtla	1,193,569	5.3%	1,915	6.9%	1,802	6.4%	10,339,074	6.7%
San Jerónimo Xayacatlán	514,141	2.3%	477	1.7%	568	2.0%	3,468,892	2.2%
San Miguel Ixitlán			389	1.4%	261	0.9%	1,694,095	1.1%
San Pablo Anicano	1,024,535	4.6%	989	3.6%	1,213	4.3%	7,207,881	4.7%
San Pedro Yeloixtlahuaca	1,827,633	8.2%	1,032	3.7%	1,179	4.2%	6,976,184	4.5%
Tecomatlán	1,743,404	7.8%	2,523	9.1%	3,082	10.9%	18,799,842	12.2%
Tehuiztzingo	3,163,605	14.1%	4,072	14.6%	3,126	11.0%	18,631,471	12.1%
Totoltepec de Guerrero	226,491	1.0%	231	0.8%	358	1.3%	2,129,718	1.4%
Tulcingo	825,697	3.7%	1,427	5.1%	987	3.5%	6,046,229	3.9%
Xayacatlán de Bravo	85,796	0.4%	117	0.4%	232	0.8%	1,307,804	0.8%
Suma	22,407,717	100.0%	27,821	100.0%	28,349	100.0%	154,393,760	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

De los cultivos antes mencionados, el principal es maíz grano, que ocupa 91.6 % de la superficie, produce 59.5 % y genera 64.2 % del valor total (Tabla 123). Por productividad económica, relacionada con superficie sembrada, los cultivos más sobresalientes son sandía con \$153,923.36/ha, papaya con \$149,291.01/ha, tomate verde con \$84,434.65/ha y calabacita con \$72,390.49/ha.

Tabla 123. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 17 Acatlán, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Aguacate	2	0.01%	9	0.03%	72,570	0.05%
Alfalfa Verde	39	0.1%	2,880	10.2%	1,412,198	0.9%
Cacahuete	1,235	4.4%	1,309	4.6%	13,636,353	8.8%
Calabacita	114	0.4%	1,499	5.3%	8,216,321	5.3%
Chía	4	0.02%	3	0.01%	119,280	0.1%
Guaje	2	0.01%	10	0.03%	42,702	0.03%
Maíz Grano	25,475	91.6%	16,853	59.5%	99,138,717	64.2%
Mango	21	0.1%	178	0.6%	1,016,149	0.7%
Naranja	6	0.02%	52	0.2%	160,610	0.1%
Papaya	76	0.3%	2,647	9.3%	11,390,904	7.4%
Pitaya	27	0.1%	183	0.6%	1,485,193	1.0%
Sandía	57	0.2%	1,260	4.4%	8,773,632	5.7%
Sorgo Grano	714	2.6%	935	3.3%	5,424,589	3.5%
Tomate Verde	25	0.1%	300	1.1%	2,114,244	1.4%
Tuna	25	0.1%	232	0.8%	1,390,300	0.9%
Suma	27,821	100.0%	28,349	100.0%	154,393,760	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Por su parte, el subsector pecuario depende totalmente del agua de lluvia para la producción de alimentos (Repda, 2023). El producto con la mayor producción es ganado en pie con 6,247 toneladas y el de mayor valor es carne con \$202,686 (52.2 %); a nivel municipal Acatlán aporta 43,038 pesos (11.1 %) al valor monetario total (Tabla 124).

Respecto al sector económico, 4,158 unidades (67 %) (Denué, 2023) se apropiaron de 201,918 m³/año y 2,015 unidades dependen de agua de lluvias para sus actividades. El municipio con mayor apropiación de agua es Piaxtla con 63,794 m³/año (31.6 %) y el que tiene más unidades económicas es Acatlán con 2,467 (40.0 %) de acuerdo con la Tabla 125.

Tabla 124. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 17 Acatlán, 2022.

Municipio	Agua apropiada m³/año	Producción (t)					Valor por municipio	
		Carne	Ganado en pie	Huevo plato	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Acatlán		407	655	13	104	1	43,038	11.1%
Ahuehuetitla		188	336	6			19,859	5.1%
Axutla		142	247	2			14,223	3.7%
Chila		372	569				37,000	9.5%
Chinantla		147	245	21	3	11	15,830	4.1%
Guadalupe		218	387				24,176	6.2%
Petlalcingo		324	541	8	59		33,467	8.6%
Piaxtla		238	410	19			24,617	6.3%
San Jerónimo Xayacatlán		197	349				20,703	5.3%
San Miguel Ixitlán		232	383				24,130	6.2%
San Pablo Anicano		163	277			1	17,108	4.4%
San Pedro Yeloixtlahuaca		239	402				25,892	6.7%
Tecomatlán		211	358	14	32		22,047	5.7%
Tehuiztingo		234	405	14			23,929	6.2%
Totoltepec de Guerrero		100	164				10,101	2.6%
Tulcingo		237	410	18			25,134	6.5%
Xayacatlán de Bravo		68	111				6,717	1.7%
Suma		3,717	6,247	114	198	13	387,970	100.0%
Valor por producto		202,686	179,687	3,309	1,674	614	387,970	
		52.2%	46.3%	0.9%	0.4%	0.2%	100.0%	

* miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Tabla 125. Apropiación social de agua por el sector económico de la Región 17 Acatlán, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m³/año	Fracción	Número	Fracción
Acatlán	48,508	24.0%	2,467	40.0%
Ahuehuetitla			78	1.3%
Axutla			40	0.6%
Chila	18,711	9.3%	183	3.0%
Chinantla			148	2.4%
Guadalupe	365	0.2%	255	4.1%
Petlalcingo			323	5.2%
Piaxtla	63,794	31.6%	194	3.1%
San Jerónimo Xayacatlán			112	1.8%
San Miguel Ixitlán			108	1.7%
San Pablo Anicano			161	2.6%
San Pedro Yeloixtlahuaca	3,353	1.7%	147	2.4%
Tecomatlán	46,448	23.0%	238	3.9%
Tehuiztingo	20,739	10.3%	674	10.9%
Totoltepec de Guerrero			74	1.2%
Tulcingo			887	14.4%
Xayacatlán de Bravo			84	1.4%
Suma	201,918	100.0%	6,173	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

En cuanto al agua apropiada por la sociedad para consumo humano, la región dispone de una oferta neta de 4,906,667 m³/año (Repda 2023), suficiente para atender la demanda por 4,149,831 m³/año para dotar con al menos 100 litros/habitante/día (Conagua, 2015) y tener un superávit de 756,836 m³/año. Los únicos municipios que no pueden cubrir dicha dotación son Acatlán (79 litros), Axutla (53 litros) y Piaxtla (94 litros). El índice de presión hídrica es alto para Axutla, medio para Acatlán y Piaxtla y bajo para el resto de los municipios (Tabla 126).

Tabla 126. Agua apropiada por el sector social para consumo humano de la Región 17 Acatlán, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica Valor	Categoría
Acatlán	38,600	5,988	1,112,126	1,408,900	-296,774	79	1.27	Medio
Ahuehuetitla	1,910	186	105,017	69,715	35,302	151	0.66	Bajo
Axutla	1,018	88	19,753	37,157	-17,404	53	1.88	Alto
Chila	4,967	728	246,634	181,296	65,339	136	0.74	Bajo
Chinantla	2,446	436	122,757	89,279	33,478	137	0.73	Bajo
Guadalupe	6,205	423	589,847	226,483	363,365	260	0.38	Bajo
Petlalcingo	10,523	692	431,179	384,090	47,090	112	0.89	Bajo
Piaxtla	4,770	442	163,997	174,105	-10,108	94	1.06	Medio
San Jerónimo Xayacatlán	3,715	416	171,554	135,598	35,956	127	0.79	Bajo
San Miguel Ixitlán	546	15	32,300	19,929	12,371	162	0.62	Bajo
San Pablo Anicano	3,864	370	228,644	141,036	87,608	162	0.62	Bajo
San Pedro Yeloixtlahuaca	3,590	285	142,508	131,035	11,473	109	0.92	Bajo
Tecomatlán	6,153	600	238,379	224,585	13,795	106	0.94	Bajo
Tehuiztzingo	12,183	2,279	636,444	444,680	191,765	143	0.70	Bajo
Totoltepec de Guerrero	1,331	86	66,756	48,582	18,175	137	0.73	Bajo
Tulcingo	10,161	1,472	461,267	370,877	90,391	124	0.80	Bajo
Xayacatlán de Bravo	1,712	90	137,504	62,488	75,016	220	0.45	Bajo
Suma	113,694	14,594	4,906,667	4,149,831	756,836	118	0.85	Bajo

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Repda, 2023

3.18 Región 18 Tepexi de Rodríguez

Está integrada por 16 municipios con una población de 108,306 habitantes (Conapo, 2023); Huaquechula y Tepexi de Rodríguez concentran la mayor población con 24.7 % y 21.2 %, respectivamente. La Tabla 127 muestra que 83,755 habitantes (77 %) se encuentran con grado de marginación alto, 14,228 habitantes (13 %) con grado medio y 10,323 habitantes (10%) presentan un grado bajo (10 %).

Tabla 127. Población y grado de marginación por municipio de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2023

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Atexcal	4,100	3.8%	Medio
Chigmecatitlán	1,289	1.2%	Alto
Coatzingo	3,170	2.9%	Alto
Coyotepec	2,523	2.3%	Medio
Cuayuca de Andrade	3,374	3.1%	Alto
Huaquechula	26,748	24.7%	Alto
Huehuetlán el Grande	7,867	7.3%	Alto
Ixcaquixtla	9,713	9.0%	Bajo
Juan N. Méndez	5,706	5.3%	Alto
La Magdalena Tlatlauquitepec	610	0.6%	Bajo
Molcaxac	6,644	6.1%	Medio
San Juan Atzompa	961	0.9%	Medio
Santa Catarina Tlaltempan	875	0.8%	Alto
Santa Inés Ahuatempan	6,908	6.4%	Alto
Tepexi de Rodríguez	23,008	21.2%	Alto
Zacapala	4,810	4.4%	Alto
Suma	108,306	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

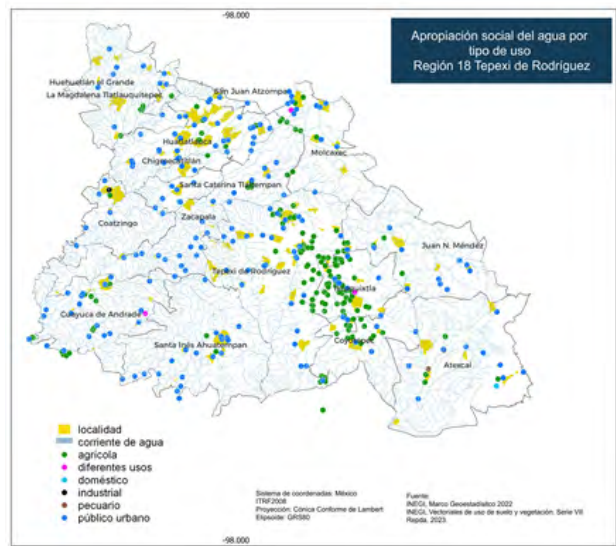
Para su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 62,723,307 m³/año de agua (Repda, 2023), mayormente para uso agrícola (89.5 %); Coatzingo es el municipio que se apropió de más agua (52.7 %) (Tabla 128 y Figura 33).

Tabla 128. Apropiación social de agua por tipo de uso y municipio de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Atexcal	767,478		631		54,166	327,122	1,149,397	1.8%
Chigmecatitlán						60,234	60,234	0.1%
Coatzingo	32,659,200			8,604		376,881	33,044,685	52.7%
Coyotepec	1,632,048					174,165	1,806,213	2.9%
Cuayuca de Andrade	661,677	858				275,998	938,533	1.5%
Huatlatlauca	1,357,429					648,845	2,006,274	3.2%
Huehuetlán el Grande	157,680					362,736	520,416	0.8%
Ixcaquixtla	8,506,300	1,355				257,310	8,764,965	14.0%
Juan N. Méndez	880,185					469,878	1,350,063	2.2%
La Magdalena Tlatlauquitepec	374,580					68,231	442,811	0.7%
Molcaxac	2,410,535	125,366				1,052,780	3,588,681	5.7%
San Juan Atzompa						72,366	72,366	0.1%
Santa Catarina Tlaltempan						46,267	46,267	0.1%
Santa Inés Ahuatempan	24,000					542,227	566,227	0.9%
Tepexi de Rodríguez	4,280,074					1,230,595	5,510,669	8.8%
Zacapala	2,440,662		100,910			313,934	2,855,506	4.6%
Suma	56,151,848	127,579	101,541	8,604	54,166	6,279,569	62,723,307	100.0%
	89.5%	0.2%	0.2%	0.01%	0.1%	10.0%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 33. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

El subsector agrícola utilizó 56,151,848 m³/año de agua (Repda, 2023), con excepción de tres municipios que dependen del agua de lluvia. Con el agua apropiada se regaron 33 cultivos (Tabla 129) en 28,096 ha, que produjeron 138,835 t y generaron \$720,338,759 (Siap, 2023).

Tabla 129. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m ³ /año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Atexcal	767,478	1.4%	1,270	4.5%	3,665	2.6%	21,814,074	3.0%
Chigmecatitlán			116	0.4%	48	0.03%	350,267	0.05%
Coatzingo	32,659,200	58.2%	1,611	5.7%	22,547	16.2%	105,455,727	14.6%
Coyotepec	1,632,048	2.9%	1,972	7.0%	11,143	8.0%	54,132,877	7.5%
Cuayuca de Andrade	661,677	1.2%	2,335	8.3%	3,090	2.2%	19,745,567	2.7%
Huatlatlauca	1,357,429	2.4%	1,068	3.8%	3,204	2.3%	16,694,310	2.3%
Huehuetlán El Grande	157,680	0.3%	2,654	9.4%	8,891	6.4%	32,317,898	4.5%
Ixcaquixtla	8,506,300	15.1%	2,852	10.1%	31,373	22.6%	151,366,733	21.0%
Juan N. Méndez	880,185	1.6%	1,685	6.0%	12,837	9.2%	66,480,803	9.2%
La Magdalena Tlatlauquitepec	374,580	0.7%	75	0.3%	33	0.02%	292,126	0.04%
Molcaxac	2,410,535	4.3%	2,764	9.8%	7,568	5.5%	43,069,732	6.0%
San Juan Atzompa			102	0.4%	45	0.0%	395,905	0.1%
Santa Catarina Tlaltempan			137	0.5%	95	0.1%	593,462	0.1%
Santa Inés Ahuatempan	24,000	0.04%	1,430	5.1%	1,265	0.9%	9,538,662	1.3%
Tepexi de Rodríguez	4,280,074	7.6%	5,242	18.7%	20,483	14.8%	118,966,759	16.5%
Zacapala	2,440,662	4.3%	2,784	9.9%	12,547	9.0%	79,123,857	11.0%
Suma	56,151,848	100.0%	28,096	100.0%	138,835	100.0%	720,338,759	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

De los 33 cultivos antes mencionados, destaca maíz grano con 50.6 % de la superficie sembrada y cebolla que aporta 16.3 % de la producción y genera 18.2 % del valor. En cuanto a la productividad económica, sobresale tomate rojo con \$849,541.17 /ha, papaya con \$237,504.28/ha, aguacate con \$205,001.89/ha y pepino con \$172,116.47/ha (Tabla 130).

Tabla 130. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Agave	244	0.9%	2,799	2.0%	4,674,554	0.6%
Aguacate	200	0.7%	2,100	1.5%	41,000,377	5.7%
Alfalfa Verde	54	0.2%	3,925	2.8%	1,949,377	0.3%
Cacahuete	45	0.2%	49	0.04%	534,145	0.1%
Calabacita	922	3.3%	16,047	11.6%	84,688,952	11.8%
Caña De Azúcar Fruta	10	0.0%	663	0.5%	301,902	0.0%
Cebolla	947	3.4%	22,664	16.3%	131,153,932	18.2%
Chicharo	1	0.004%	6	0.004%	38,858	0.01%
Chile Verde	50	0.2%	469	0.3%	5,556,631	0.8%
Cilantro	419	1.5%	6,045	4.4%	26,083,600	3.6%
Ejote	166	0.6%	1,898	1.4%	14,307,476	2.0%
Elote	644	2.3%	11,197	8.1%	21,542,708	3.0%
Frijol	7,441	26.5%	3,053	2.2%	42,813,974	5.9%
Guaje	32	0.1%	233	0.2%	1,457,961	0.2%
Haba Grano	5	0.02%	6	0.005%	102,200	0.01%
Higo	18	0.1%	152	0.1%	958,230	0.1%
Lechuga	9	0.03%	219	0.2%	825,472	0.1%
Maíz Grano	14,226	50.6%	14,343	10.3%	89,615,238	12.4%
Pápalo	58	0.2%	402	0.3%	1,153,508	0.2%
Papaya	95	0.3%	4,774	3.4%	22,456,030	3.1%
Pepino	92	0.3%	2,317	1.7%	15,834,715	2.2%
Pipicha	44	0.2%	106	0.1%	293,114	0.04%
Pitahaya	26	0.1%	93	0.1%	1,555,477	0.2%
Pitaya	14	0.05%	49	0.04%	735,320	0.1%
Rábano	25	0.1%	573	0.4%	1,918,415	0.3%
Sábila	2	0.01%	165	0.1%	103,824	0.01%
Sandía	14	0.05%	305	0.2%	2,121,547	0.3%
Sorgo Grano	648	2.3%	1,793	1.3%	10,809,517	1.5%
Tomate Rojo (Jitomate)	88	0.3%	13,647	9.8%	74,683,164	10.4%
Tomate Verde	1,047	3.7%	14,266	10.3%	71,761,700	10.0%
Trigo Grano	8	0.03%	13	0.01%	51,614	0.01%
Tuna	64	0.2%	1,109	0.8%	3,461,374	0.5%
Zanahoria	440	1.6%	13,357	9.6%	45,793,854	6.4%
Suma	28,096	100.0%	138,835	100.0%	720,338,759	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Por su parte, en el subsector pecuario solo Atexcal se apropió de 54,166 m³/año (Repda, 2023); el resto de los municipios depende de agua de lluvia para la producción de productos, de los que ganado en pie produjo 6,527 toneladas y carne generó 48.5 % del valor (Siap, 2023). A nivel municipal, Huehuetlán el Chico genera 13.9 % del valor (Tabla 131).

Tabla 131. Apropiación social de agua por el subsector pecuario de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.

Municipio	Agua apropiada m³/año	Producción							Valor por municipio	
		Ganado en			Huevo plato	Lana	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
		Carne	Cera	pie						
Atexcal	54,166	408	0.04	621	154		47	2	38,523	9.2%
Chigmecatitlán		33	0.01	54	15		7	0	3,539	0.8%
Coatzingo		481	0.09	837	20		10	2	49,963	12.0%
Coyotepec		97	0.08	176	14		19	3	10,251	2.5%
Cuayuca de Andrade		160		275	8			40	18,311	4.4%
Huatlatlauca		86	0.08	148	66		31	2	10,677	2.6%
Huehuetlán El Chico		515		885	55		213		57,750	13.9%
Ixcaquixtla		268	0.18	444	151		89	5	29,661	7.1%
Juan N. Méndez		131	0.10	214	50		43	3	14,316	3.4%
La Magdalena Tlatlauquitepec		59	0.02	104	23		23	1	6,928	1.7%
Molcaxac		158	0.15	269	79		59	6	19,091	4.6%
San Juan Atzompa		63	0.02	106	7		8	1	6,739	1.6%
Santa Catarina Tlaltempan		22	0.02	37	6		4	1	2,453	0.6%
Santa Inés Ahuatempan		523	0.17	954	67		35	6	55,824	13.4%
Tepango de Rodríguez		500	0.39	750	29	1		8	53,089	12.7%
Zacapala		357	0.15	655	105		38	5	39,494	9.5%
Suma	54,166	3,862	1.49	6,527	847	1	625	85	416,608	100.0%
Valor por producto		202,033	117	183,788	21,945	5	4,631	4,090	416,608	
		48.5%	0.0%	44.1%	5.3%	0.001%	1.1%	1.0%	100.0%	

*miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Respecto al sector económico, 1,242 unidades económicas (30 %) (Denué, 2023) se apropiaron de 237,724 m³ de agua en seis municipios; el resto de las unidades, 2,943 (70 %), se abastecen de agua de lluvia o utilizan agua destinada al consumo humano para sus actividades. A nivel municipal, Molcaxac concentra 52.7 % (125,366 m³/año) del agua apropiada y en Santa Inés Ahuatempan se localiza el mayor número de unidades (713) con el 17.0 % (Denué, 2023), como se muestra en la Tabla 132.

En cuanto al sector social, dispone de una oferta neta de 3,767,741 m³ de agua al año (Repda, 2023), lo que es insuficiente para atender la demanda de 3,953,169 m³/año para dotar al menos de 100 litros/habitante/día (Conagua, 2015), existiendo un déficit de 185,428 m³/año; seis municipios están por debajo de la cobertura recomendada, oscilando la dotación entre 40 y 88 litros/habitante/día. El índice de presión hídrica es alto en tres municipios, medio en tres municipios y bajo en el resto de los municipios de la región, como se muestra en la Tabla 133.

Tabla 132. Agua apropiada por el sector económico de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m³/año	Fracción	Número	Fracción
Atexcal	631	0.3%	87	2.1%
Chigmecatitlán			399	9.5%
Coatzingo	8,604	3.6%	215	5.1%
Coyotepec			83	2.0%
Cuayuca de Andrade	858	0.4%	103	2.5%
Huatlatlauca			203	4.9%
Huehuetlán el Grande			243	5.8%
Ixcaquixtla	1,355	0.6%	505	12.1%
Juan N. Méndez			288	6.9%
La Magdalena Tlatlauquitepec			57	1.4%
Molcaxac	125,366	52.7%	224	5.4%
San Juan Atzompa			205	4.9%
Santa Catarina Tlaltempan			149	3.6%
Santa Inés Ahuatempan			713	17.0%
Tepexi de Rodríguez			603	14.4%
Zacapala	100,910	42.4%	108	2.6%
Suma	237,724	100.0%	4,185	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

Tabla 133. Apropiación social de agua para consumo humano de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes	Oferta	Demanda	Balance	Cobertura	Índice de presión hídrica	
		sin agua	m³/año	m³/año	m³/año	/habitante/dí	Valor	Categoría
Atexcal	4,100	240	196,273	149,650	46,623	131	0.76	Bajo
Chigmecatitlán	1,289	22	36,140	47,049	-10,908	77	1.30	Medio
Coatzingo	3,170	82	226,129	115,705	110,424	195	0.51	Bajo
Coyotepec	2,523	55	104,499	92,090	12,410	113	0.88	Bajo
Cuayuca de Andrade	3,374	521	165,599	123,151	42,448	134	0.74	Bajo
Huatlatlauca	26,748	898	389,307	976,302	-586,995	40	2.51	Alto
Huehuetlán el Grande	7,867	506	217,642	287,146	-69,504	76	1.32	Alto
Ixcaquixtla	9,713	161	154,386	354,525	-200,139	44	2.30	Alto
Juan N. Méndez	5,706	312	281,927	208,269	73,658	135	0.74	Bajo
La Magdalena Tlatlauquitepec	610	7	40,939	22,265	18,674	184	0.54	Bajo
Molcaxac	6,644	140	631,668	242,506	389,162	260	0.38	Bajo
San Juan Atzompa	961	11	43,420	35,077	8,343	124	0.81	Bajo
Santa Catarina Tlaltempan	875	11	27,760	31,938	-4,177	87	1.15	Medio
Santa Inés Ahuatempan	6,908	1,197	325,336	252,142	73,194	129	0.78	Bajo
Tepexi de Rodríguez	23,008	4,088	738,357	839,792	-101,435	88	1.14	Medio
Zacapala	4,810	660	188,360	175,565	12,795	107	0.93	Bajo
Suma	108,306	8,912	3,767,741	3,953,169	-185,428	95	1.05	Bajo

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Repda, 2023.

3.19 Región 19 Atlixco

La región tiene una población de 247,353 habitantes (Conapo, 2023) en diez municipios, concentrándose la mayoría en Atlixco con 59.8 %. El grado de marginación en 1.3 % de la población es muy alto, en 12.2 % es alto, en 21.1 % es medio, en 5.6 % es bajo y en 59.8 % es muy bajo (Coneval, 2020), como se indica en la Tabla 134.

Tabla 134. Población y grado de marginación por municipio de la Región 19 Atlixco, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Acteopan	3,193	1.3%	Muy alto
Atlixco	147,818	59.8%	Muy bajo
Atzitzihuacán	13,298	5.4%	Medio
Cohuecan	5,283	2.1%	Medio
Huaquechula	26,748	10.8%	Medio
San Jerónimo Tecuanipán	6,823	2.8%	Medio
Santa Isabel Cholula	9,544	3.9%	Alto
Tepemaxalco	1,162	0.5%	Alto
Tianguismanalco	13,908	5.6%	Bajo
Tochimilco	19,576	7.9%	Alto
Suma	247,353	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

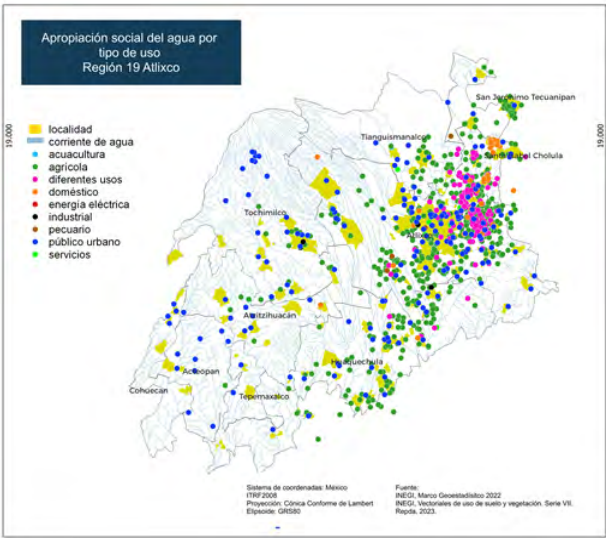
La Tabla 135 muestra que la región se apropió de 218,369,620 m³ de agua en el año (Repda, 2023) para realizar su metabolismo socioeconómico. El principal uso es el agrícola con 71.9 %, y el municipio con mayor apropiación de agua es Atlixco con 46.1 %. Los puntos de apropiación de agua se observan en la Figura 34.

Tabla 135. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 19 Atlixco, 2022.

Municipio	Acuicultura	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Acteopan		1,285,714					275,220		1,560,934	0.7%
Atlixco	34,996	85,490,109	2,749,269	4,110	23,545	83,833	11,937,318	428,579	100,751,759	46.1%
Atzitzihuacán		1,514,282		438			1,036,153		2,550,873	1.2%
Cohuecan							239,629		239,629	0.1%
Huaquechula		54,128,037	39,231	821			2,334,482	55,200	56,557,771	25.9%
San Jerónimo Tecuanipán		2,402,090	209,035			63,700	377,266		3,052,091	1.4%
Santa Isabel Cholula		3,328,029	555,267	13,584			622,611		4,519,492	2.1%
Tepemaxalco		434,890					107,660		542,550	0.2%
Tianguismanalco	37,843,200	4,073,766	19,327				685,894		42,622,187	19.5%
Tochimilco		4,454,043			13,134		1,505,158		5,972,335	2.7%
suma	37,878,196	157,110,960	3,572,129	18,953	36,679	147,533	19,121,391	483,779	218,369,620	100.0%
	17.3%	71.9%	1.6%	0.01%	0.02%	0.1%	8.8%	0.2%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 34. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 19 Atlixco, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

La Tabla 136 muestra que con excepción de Cohuecan, la región se apropió de 157,110,960 m³/año de agua (Repda, 2023) por el subsector agrícola con la que se regaron 76 cultivos sembrados en 42,564 hectáreas, que produjeron 6,029,054 toneladas de productos con un valor de \$2,209,378,931(Siap, 2023).

Tabla 136. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 19 Atlixco, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m ³ /año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Acteopan	1,285,714	0.8%	1,683	4.0%	7,075	0.1%	41,113,820	1.9%
Atlixco	85,490,109	54.4%	11,886	27.9%	3,851,411	63.9%	929,077,006	42.1%
Atzitzihuacán	1,514,282	1.0%	3,387	8.0%	23,537	0.4%	80,471,147	3.6%
Cohuecan			1,696	4.0%	6,138	0.1%	39,045,041	1.8%
Huaquechula	54,128,037	34.5%	10,160	23.9%	574,642	9.5%	445,246,726	20.2%
San Jerónimo Tecuanipan	2,402,090	1.5%	2,497	5.9%	23,135	0.4%	55,199,607	2.5%
Santa Isabel Cholula	3,328,029	2.1%	1,817	4.3%	95,034	1.6%	87,347,781	4.0%
Tepemaxalco	434,890	0.3%	790	1.9%	2,045	0.03%	15,774,752	0.7%
Tianguismanalco	4,073,766	2.6%	2,663	6.3%	556,772	9.2%	153,122,247	6.9%
Tochimilco	4,454,043	2.8%	5,986	14.1%	889,265	14.7%	362,980,803	16.4%
Suma	157,110,960	100.0%	42,564	100.0%	6,029,054	100.0%	2,209,378,931	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

De dichos cultivos, en la Tabla 137 se muestran los 30 principales, que ocupan una superficie de 40,361 hectáreas (95 %) con una producción y un valor equivalentes a 96 % cada uno. El cultivo con la más alta productividad económica es el tulipán holandés, que genera \$5,325,000/ha.

Tabla 137. Principales cultivos por valor de la Región 19 Atlixco, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Gladiola (Gruesa)	1,419	3.3%	2,062,192	34.2%	605,026,384	27.38%
Cebolla	1,197	2.8%	23,232	0.4%	205,076,031	9.28%
Maíz Grano	16,716	39.3%	28,547	0.5%	191,388,727	8.66%
Sorgo Grano	7,251	17.0%	35,783	0.6%	178,050,207	8.06%
Crisantemo (Gruesa)	114	0.3%	537,145	8.9%	116,369,438	5.27%
Calabacita	1,136	2.7%	20,247	0.3%	102,098,840	4.62%
Nochebuena (Planta)	50	0.1%	2,125,290	35.3%	83,183,847	3.77%
Tomate Rojo (Jitomate)	109	0.3%	10,340	0.2%	76,341,593	3.46%
Alfalfa Verde	1,810	4.3%	148,254	2.5%	74,181,761	3.36%
Tomate Verde	770	1.8%	9,394	0.2%	63,414,769	2.87%
Rosa (Gruesa)	74	0.2%	126,720	2.1%	50,605,940	2.29%
Aguacate	650	1.5%	4,966	0.1%	50,466,004	2.28%
Zempoalxochitl	692	1.6%	6,673	0.1%	40,424,034	1.83%
Jícama	470	1.1%	6,089	0.1%	34,411,673	1.56%
Frijol	1,741	4.1%	2,165	0.04%	29,165,183	1.32%
Ejote	271	0.6%	3,200	0.1%	27,715,840	1.25%
Cacahuete	1,519	3.6%	2,528	0.04%	26,648,005	1.21%
Huauzontle	498	1.2%	6,242	0.1%	22,111,553	1.00%
Cilantro	536	1.3%	7,619	0.1%	17,507,113	0.79%
Amaranto	1,641	3.9%	2,668	0.04%	15,668,208	0.71%
Rábano	264	0.6%	4,744	0.1%	13,830,782	0.63%
Tulipán Holandés	3	0.0%	375,000	6.2%	13,312,500	0.60%
Nopalitos	59	0.1%	2,721	0.05%	11,408,117	0.52%
Pepino	100	0.2%	1,604	0.03%	11,129,002	0.50%
Chile Verde	97	0.2%	995	0.02%	10,831,392	0.49%
Maíz Forrajero En Verde	541	1.3%	11,932	0.2%	10,208,383	0.46%
Terciopelo (Manojo)	90	0.2%	191,590	3.2%	9,179,075	0.42%
Nube	283	0.7%	2,397	0.04%	8,882,261	0.40%
Coliflor	60	0.1%	1,451	0.02%	7,002,558	0.32%
Haba Verde	204	0.5%	2,174	0.04%	6,922,397	0.31%
Otros Cultivos	2,203	5.2%	265,152	4.4%	96,817,313	4.4%
Suma	42,564	100%	6,029,054	100%	2,209,378,931	100.0%

Fuente: Repda, 2023.

En cuanto al subsector pecuario, solo dos municipios se apropiaron de 147,533 m³/año (Repda, 2023) de agua superficial o subterránea; los ocho municipios restantes se abastecen de agua de lluvia para sus actividades ganaderas.

Como se indica en la Tabla 138, el producto ganado en pie es el mayor aportante a la producción, con 6,962 toneladas (38.6 %), y el producto carne genera 227,568 de pesos (38.6 %) del valor total.

Tabla 138. Apropiación social de agua por el subsector pecuario de la Región 19 Atlixco, 2022.

Municipio	Agua apropiada m³/año	Producción							Valor por municipio	
		Ganado en			Huevo plato	Lana	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
		Carne	Cera	pie						
Acteopan		185	0.4	333				11	20,968	3.6%
Atlixco	83,833	1,988	6	2,739	541		5,612	129	233,325	39.6%
Atzitzihuacán		237	0.1	434	25			3	27,821	4.7%
Cohuecan		119	0.0	216				0.1	13,505	2.3%
Huaquechula		549	2	750	334		2,307	43	75,044	12.7%
San Jerónimo Tecuanipan	63,700	207		301	35	1	627		26,655	4.5%
Santa Isabel Cholula		345		497	81		2,534	5	55,561	9.4%
Tepemaxalco		108	0.02	198				0.4	11,935	2.0%
Tianguismanalco		596		831	195		1,333	21	70,665	12.0%
Tochimilco		481		664	185		872	27	54,104	9.2%
Suma	147,533	4,814	9	6,962	1,397	1	13,284	240	589,583	100.0%
Valor por producto		227,568	650	201,862	39,712	5	108,010	11,775	589,583	
		38.6%	0.1%	34.2%	6.7%	0.0%	18.3%	2.0%	100.0%	

*miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Respecto al sector económico, en la región se localizan 12,289 unidades económicas (71.3 % en Atlixco) (Denué, 2023) que se apropiaron de 4,111,540 m³/año (78 % por Atlixco) (Repda, 2023). Tres municipios: Acteopan, Cohuecan y Tepemaxalco se abastecen de agua de lluvia o de agua destinada al consumo humano para el funcionamiento de 1,221 unidades económicas (Tabla 139).

En cuanto al sector social, la región dispone de una oferta neta de 11,472,835 m³ de agua al año (Repda, 2023), que es suficiente para atender la demanda de 9,028,385 m³/año para dotar al menos de 100 litros/habitante/día (Conagua, 2015) existiendo un superávit de 2,444,450 m³/año; sin embargo, a nivel municipal, Cohuecan, San Jerónimo Tecuanipan y Tianguismanalco están por debajo de la cobertura recomendada, con una dotación de 75, 91 y 81 litros/habitante/día. El índice de presión hídrica es alto en Cohuecan, es medio en San Jerónimo Tecuanipan y Tianguismanalco y bajo en el resto de los municipios de la región, como se muestra en la Tabla 140.

Tabla 139. Agua apropiada por el sector económico de la Región 19 Atlixco, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m³/año	Fracción	Número	Fracción
Acteopan			595	4.8%
Atlixco	3,205,503	78.0%	8,764	71.3%
Atzitzihuacán	438	0.01%	488	4.0%
Cohuecan			470	3.8%
Huaquechula	95,252	2.3%	656	5.3%
San Jerónimo Tecuanipan	209,035	5.1%	107	0.9%
Santa Isabel Cholula	568,851	13.8%	102	0.8%
Tepemaxalco			156	1.3%
Tianguismanalco	19,327	0.5%	390	3.2%
Tochimilco	13,134	0.3%	561	4.6%
Suma	4,111,540	100.0%	12,289	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

Tabla 140. Apropiación social de agua para consumo humano de la Región 19 Atlixco, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m³/año	Demanda m³/año	Balance m³/año	Cobertura l/habitante/día	Índice de presión hídrica Valor	Categoría
Acteopan	3,193	1,163	165,132	116,545	48,588	142	0.71	Bajo
Atlixco	147,818	5,032	7,162,391	5,395,357	1,767,034	133	0.75	Bajo
Atzitzihuacán	13,298	217	621,692	485,377	136,315	128	0.78	Bajo
Cohuecan	5,283	406	143,777	192,830	-49,052	75	1.34	Alto
Huaquechula	26,748	486	1,400,689	976,302	424,387	143	0.70	Bajo
San Jerónimo Tecuanipan	6,823	383	226,360	249,040	-22,680	91	1.10	Medio
Santa Isabel Cholula	9,544	2,190	373,567	348,356	25,211	107	0.93	Bajo
Tepemaxalco	1,162	23	64,596	42,413	22,183	152	0.66	Bajo
Tianguismanalco	13,908	179	411,536	507,642	-96,106	81	1.23	Medio
Tochimilco	19,576	493	903,095	714,524	188,571	126	0.79	Bajo
Suma	247,353	10,572	11,472,835	9,028,385	2,444,450	127	0.79	Bajo

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Repda, 2023.

3.20 Región 20 San Martín Texmelucan

En esta región, integrada por once municipios, tiene una población de 431,784 habitantes (Conapo, 2023); el 38.6 % se concentra en San Martín Texmelucan. Respecto al grado de marginación, 15,745 habitantes (3.6 %) tienen un grado medio, 98,045 habitantes (22.7 %) bajo y 317,994 (73.7 %) muy bajo (Coneval, 2020), como se indica en la Tabla 141.

Tabla 141. Población y grado de marginación por municipio de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Calpan	15,745	3.6%	Medio
Chiautzingo	22,091	5.1%	Bajo
Domingo Arenas	8,192	1.9%	Bajo
Huejotzingo	81,003	18.8%	Muy bajo
Nealtican	13,491	3.1%	Muy Bajo
San Felipe Teotlalcingo	11,378	2.6%	Bajo
San Martín Texmelucan	166,710	38.6%	Muy bajo
San Matías Tlalancaleca	22,246	5.2%	Muy bajo
San Nicolás de los Ranchos	12,851	3.0%	Bajo
San Salvador el Verde	34,544	8.0%	Muy bajo
Tlahuapán	43,533	10.1%	Bajo
Suma	431,784	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2020.

Para realizar su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 133,525,173 m³ de agua (Repda, 2023), principalmente para ser usada en la agricultura (59.8 %) y para consumo humano (17.7 %) (Tabla 142).

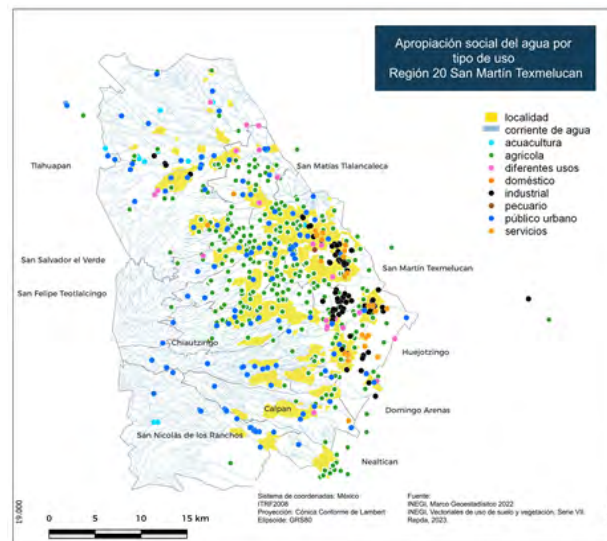
A nivel municipal, San Martín Texmelucan se apropió de 35,637,226 m³/año (26.7 %), seguido de Tlahuapán con 26,017,601 m³/año (19.5 %), Huejotzingo con 19,280,802 m³/año (14.4 %) y San Salvador el Verde con 15,646,762 m³/año (11.7 %). Los puntos de apropiación de agua se muestran en la Figura 35.

Tabla 142. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 20
San Martín Texmelucan, 2022.

Municipio	Acuacultura	Agrícola	Diferentes usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público urbano	Servicios	Suma	Fracción
Calpan	798,492	913,187	25,340				854,663	8,322	2,600,004	1.9%
Chiautzingo		9,585,369					1,704,697		11,290,066	8.5%
Domingo Arenas		606,991					640,345		1,247,336	0.9%
Huejotzingo		8,301,675	742,230		4,391,610		4,213,161	1,632,126	19,280,802	14.4%
Nealtican		4,481,087					128,015		4,609,102	3.5%
San Felipe Teotlalcingo		6,510,978					681,762		7,192,740	5.4%
San Martín Texmelucan	157,680	17,669,000	326,216		8,638,703	3,494	8,713,233	128,901	35,637,226	26.7%
San Matías Tlalancaleca	1,387,584	6,274,933	55,653	600			1,407,663	8,750	9,135,183	6.8%
San Nicolás de los Ranchos							868,350		868,350	0.7%
San Salvador el Verde		13,396,706	47,326		16,200		2,186,530		15,646,762	11.7%
Tlahuapan	8,897,883	12,053,013	1,791,171		1,030,152		2,228,167	17,216	26,017,601	19.5%
Suma	11,241,639	79,792,939	2,987,936	600	14,076,665	3,494	23,626,586	1,795,315	133,525,173	100.0%
	8.4%	59.8%	2.2%	0.0%	10.5%	0.0%	17.7%	1.3%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 35. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

El subsector agrícola se apropió de 79,792,939 m³ de agua en el año (Repda, 2023), con excepción de San Nicolás los Ranchos, que depende del agua de lluvia para la producción de alimentos. Con el agua apropiada se riegan 55 cultivos en 44,179 hectáreas que producen 1,276,639 toneladas de productos con un valor de \$1,350,342,824 (Tabla 143).

Tabla 143. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 20
San Martín Texmelucan, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m ³ /año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Calpan	913,187	1.1%	3,501	7.9%	26,776	2.1%	78,956,423	5.8%
Chiautzingo	9,585,369	12.0%	3,121	7.1%	362,638	28.4%	201,026,339	14.9%
Domingo Arenas	606,991	0.8%	1,548	3.5%	15,421	1.2%	55,526,382	4.1%
Huejotzingo	8,301,675	10.4%	6,943	15.7%	111,688	8.7%	167,577,868	12.4%
Nealtican	4,481,087	5.6%	1,398	3.2%	5,673	0.4%	18,301,140	1.4%
San Felipe Teotlalcingo	6,510,978	8.2%	2,437	5.5%	85,794	6.7%	81,883,594	6.1%
San Martín Texmelucan	17,669,000	22.1%	5,016	11.4%	87,241	6.8%	156,984,491	11.6%
San Matías Tlalancaleca	6,274,933	7.9%	3,356	7.6%	44,305	3.5%	87,930,237	6.5%
San Nicolás de Los Ranchos			1,921	4.3%	3,337	0.3%	33,321,402	2.5%
San Salvador El Verde	13,396,706	16.8%	3,557	8.1%	369,884	29.0%	196,338,579	14.5%
Tlahuapan	12,053,013	15.1%	11,381	25.8%	163,881	12.8%	272,496,368	20.2%
Suma	79,792,939	100.0%	44,179	100.0%	1,276,639	100.0%	1,350,342,824	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

De los 55 cultivos sembrados en la región, maíz grano ocupa la mayor superficie con 28,369 hectáreas (64.2 %) y aporta \$361,049,541 (26.7 %) del valor total, y la mayor producción la presentan las rosas los rosales con 43.3 % del volumen (Repda, 2023).

El índice de productividad económica indica que crisantemo tiene el valor más alto con \$843,082.25/ha, le siguen árbol de navidad con \$748,060.27/ha, tomate rojo con \$651,663.03/ha, las rosas con \$622,755.94/ha y zarzamora con \$458,366.07/ha (Tabla 144).

Por su parte, en el subsector pecuario el único municipio que se apropió de agua superficial o subterránea es San Martín Texmelucan, con 3,494 m³/año (Repda, 2023), y el resto de los municipios se abastecen de agua de lluvia.

El principal producto es leche, que aportó 55,658 litros con un valor de 461,376 pesos (44.8 %), y le sigue ganado en pie con una producción de 7,454 toneladas que aportaron 235,460 pesos (22.9 %). A nivel municipal, Huejotzingo es el mayor generador de valor con 263,095 pesos (25.6 %) (Siap, 2023), según se indica en la Tabla 145.

Tabla 144. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Acelga	35	0.1%	571	0.04%	3,333,593	0.2%
Aguacate	14	0.03%	42	0.003%	495,933	0.04%
Alcachofa	19	0.04%	301	0.02%	1,772,654	0.1%
Alfalfa Verde	1,750	4.0%	145,497	11.4%	79,940,045	5.9%
Alheli	94	0.2%	749	0.1%	2,792,706	0.2%
Amaranto	96	0.2%	141	0.01%	1,248,429	0.1%
Árbol De Navidad (Planta)	56	0.1%	60,925	4.8%	41,891,375	3.1%
Arvejón	321	0.7%	541	0.04%	5,710,140	0.4%
Avena Forrajera En Verde	600	1.4%	10,361	0.8%	8,455,812	0.6%
Betabel	24	0.1%	430	0.03%	3,425,910	0.3%
Brócoli	107	0.2%	1,654	0.1%	11,670,256	0.9%
Calabacita	393	0.9%	7,456	0.6%	44,178,185	3.3%
Calabaza	74	0.2%	973	0.1%	5,589,314	0.4%
Cebada Forrajera En Verde	209	0.5%	3,548	0.3%	2,943,843	0.2%
Cebolla	232	0.5%	3,963	0.3%	31,029,231	2.3%
Chabacano	59	0.1%	336	0.03%	1,666,442	0.1%
Chicharo	207	0.5%	1,484	0.1%	14,464,773	1.1%
Chile Verde	194	0.4%	1,888	0.1%	30,205,420	2.2%
Cilantro	416	0.9%	5,496	0.4%	17,377,456	1.3%
Ciruela	301	0.7%	1,620	0.1%	8,363,218	0.6%
Col (Repollo)	41	0.1%	949	0.1%	3,937,893	0.3%
Col De Bruselas	8	0.0%	163	0.01%	783,174	0.1%
Coliflor	237	0.5%	5,877	0.5%	31,733,363	2.4%
Colza	12	0.03%	151	0.0%	681,129	0.1%
Crisantemo (Gruesa)	11	0.02%	41,990	3.3%	9,273,905	0.7%
Durazno	605	1.4%	4,004	0.3%	33,335,723	2.5%
Ebo (Janamargo O Veza)	446	1.0%	7,398	0.6%	6,943,334	0.5%
Ejote	4	0.01%	37	0.00%	382,274	0.03%
Espinaca	172	0.4%	2,753	0.2%	8,099,731	0.6%
Frambuesa	86	0.2%	1,194	0.1%	38,957,922	2.9%
Frijol	2,285	5.2%	1,955	0.2%	30,305,524	2.2%
Gladiola (Gruesa)	209	0.5%	267,857	21.0%	68,692,765	5.1%
Haba Grano	21	0.05%	34	0.003%	461,006	0.03%
Haba Verde	1,039	2.4%	11,260	0.9%	48,473,634	3.6%
Higo	17	0.0%	104	0.01%	699,373	0.1%
Huauzontle	77	0.2%	664	0.1%	2,274,753	0.2%
Lechuga	84	0.2%	1,245	0.1%	6,020,963	0.4%
Maíz Forrajero En Verde	1,823	4.1%	48,848	3.8%	41,603,287	3.1%
Maíz Grano	28,369	64.2%	54,562	4.3%	361,049,541	26.7%
Manzana	223	0.5%	1,326	0.1%	9,660,704	0.7%
Nube	49	0.1%	492	0.04%	2,002,661	0.1%
Nuez	219	0.5%	869	0.1%	24,540,959	1.8%
Papa	16	0.04%	400	0.03%	4,395,780	0.3%
Pera	849	1.9%	7,034	0.6%	22,240,141	1.6%
Perejil	28	0.1%	341	0.03%	1,228,303	0.1%
Rábano	40	0.1%	989	0.1%	2,219,483	0.2%
Rosa (Gruesa)	293	0.7%	552,547	43.3%	182,156,111	13.5%
Tejocote	639	1.4%	4,070	0.3%	11,687,570	0.9%
Tomate Rojo (Jitomate)	24	0.1%	1,977	0.2%	15,444,414	1.1%
Tomate Verde	234	0.5%	3,061	0.2%	23,484,253	1.7%
Trigo Grano	406	0.9%	740	0.1%	4,366,969	0.3%
Uva	42	0.1%	226	0.02%	5,755,660	0.4%
Zanahoria	114	0.3%	1,209	0.1%	4,457,255	0.3%
Zarzamora	36	0.1%	617	0.05%	16,340,750	1.2%
Zempoalxochitl	225	0.5%	1,721	0.1%	10,097,781	0.7%
Suma	44,179	100.0%	1,276,639	100.0%	1,350,342,824	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Tabla 145. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022.

Municipio	Agua apropiada m³/año	Producción (t)						Valor por municipio	
		Carne	Ganado en pie	Huevo plato	Lana	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
Calpan	3,494	233.435	374.298	152.826	1.851	488.36	23.085	34,187	3.3%
Chiautzingo		272.247	397.632	79.214	0.431	900.756		35,220	3.4%
Domingo Arenas		117.478	185.215	48.033	0.772	251.756		15,749	1.5%
Huejotzingo		1192.779	1712.674	3.953	2.71	17350.88	35.78	263,095	25.6%
Nealtican		147.772	236.237	1297.54	0.321	240.717	8.254	53,718	5.2%
San Felipe Teotlalcingo		253.381	395.867	126.641	1.111	1990.362		46,502	4.5%
San Martín Texmelucan		997.776	1451.615	134.843	2.679	9757.14	7.179	181,892	17.7%
San Matías Tlalancaleca		393.925	580.145	53.529	2.549	6177.945		91,812	8.9%
San Nicolás de Los Ranchos		129.485	179.195	131.682	0.845	488.99	1.74	19,826	1.9%
San Salvador El Verde		573.3	803.152	126.343	1.556	4880.257		97,108	9.4%
Tlahuapan		733.408	1137.627	183.012	9	13130.95	0.697	190,190	18.5%
Suma	3,494	5,045	7,454	2,338	24	55,658	77	1,029,299	100.0%
Valor por producto		264,532	235,460	63,969	196	461,376	3,766	1,029,299	
		25.7%	22.9%	6.2%	0.0%	44.8%	0.4%	100.0%	

*miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

En cuanto al subsector económico, seis municipios con 20,986 unidades económicas (Denué, 2023) se apropiaron de 18,860,515 m³/año de agua (Repda, 2023), y se infiere que los cinco municipios restantes se abastecen de agua de lluvia o de la destinada al consumo humano para realizar sus actividades. San Martín Texmelucan se apropió de 48.2 % del agua y concentra 46.4 % de las unidades (Tabla 146).

Tabla 146. Agua apropiada por el sector económico de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m³/año	Fracción	Número	Fracción
Calpan	33,662	0.2%	795	3.2%
Chiautzingo			962	3.9%
Domingo Arenas			285	1.2%
Huejotzingo			3,990	16.2%
Nealtican			1,216	4.9%
San Felipe Teotlalcingo			387	1.6%
San Martín Texmelucan			11,447	46.4%
San Matías Tlalancaleca			1,266	5.1%
San Nicolás de los Ranchos			848	3.4%
San Salvador el Verde			1,739	7.0%
Tlahuapan			1,749	7.1%
Suma	18,860,515	100.0%	24,684	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

En cuanto al sector social, la región dispone de una oferta neta de 14,175,951 m³ de agua al año (Repda, 2023), lo que es insuficiente para atender la demanda de 15,760,116 m³/año para dotar al menos de 100 litros/habitante/día (Conagua, 2015), existiendo

un déficit de 1,584,165 m³/año; sin embargo, a nivel municipal, seis municipios están por debajo de la cobertura recomendada, con una dotación que va desde 16 a 98 litros/habitante/día. El índice de presión hídrica es alto en Nealtican (que solo puede dotar de 16 litros/habitante/día), en cinco municipios es medio y en el resto de municipios es bajo, como se muestra en la Tabla 147.

**Tabla 147. Apropiación social de agua para consumo humano de la Región 20
San Martín Texmelucan, 2022.**

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura /habitante/día	Índice de presión hídrica Valor	Categoría
Calpan	15,745	483	512,798	574,693	-61,895	89	1.12	Medio
Chiautzingo	22,091	167	1,022,818	806,322	216,497	127	0.79	Bajo
Domingo Arenas	8,192	295	384,207	299,008	85,199	128	0.78	Bajo
Huejotzingo	81,003	880	2,527,897	2,956,610	-428,713	85	1.17	Medio
Nealtican	13,491	15	76,809	492,422	-415,613	16	6.41	Alto
San Felipe Teotlalcingo	11,378	136	409,057	415,297	-6,240	98	1.02	Medio
San Martín Texmelucan	166,710	985	5,227,940	6,084,915	-856,975	86	1.16	Medio
San Matías Tlalancaleca	22,246	109	844,598	811,979	32,619	104	0.96	Bajo
San Nicolás de los Ranchos	12,851	154	521,010	469,062	51,948	111	0.90	Bajo
San Salvador el Verde	34,544	278	1,311,918	1,260,856	51,062	104	0.96	Bajo
Tlahuapan	43,533	232	1,336,900	1,588,955	-252,055	84	1.19	Medio
Suma	431,784	3,733	14,175,951	15,760,116	-1,584,165	90	1.11	Medio

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Repda, 2023.

3.21 Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla

Es la región más poblada del estado de Puebla con 2,438,922 habitantes (Conapo, 2023) y también la que presenta una marginación menor: 30,790 habitantes (1.3 %) tienen un grado de marginación bajo y 98.7 % muy bajo. La mayor concentración de la población se ubica en Puebla, con 1,738,577 habitantes (71.3 %), como se muestra en la Tabla 148.

Tabla 148. Población y grado de marginación por municipio de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Amozoc	130,643	5.4%	Muy bajo
Coronango	44,668	1.8%	Muy bajo
Cuautlancingo	133,606	5.5%	Muy bajo
Juan C. Bonilla	23,416	1.0%	Muy bajo
Ocoyucan	30,790	1.3%	Bajo
Puebla	1,738,577	71.3%	Muy bajo
San Andrés Cholula	162,336	6.7%	Muy bajo
San Gregorio Atzompa	9,942	0.4%	Muy bajo
San Miguel Xoxtla	13,675	0.6%	Muy bajo
San Pedro Cholula	143,556	5.9%	Muy bajo
Tlaltenango	7,713	0.3%	Muy bajo
Suma	2,438,922	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2023.

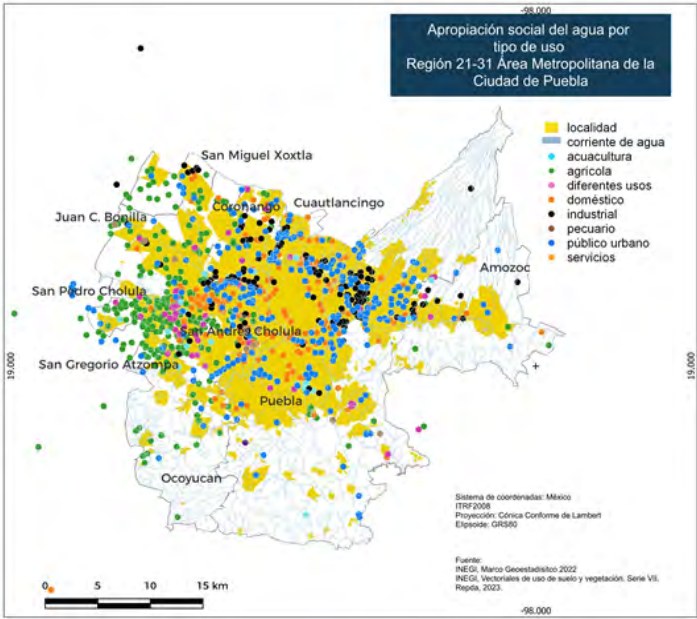
Para su metabolismo socioeconómico, la Tabla 149 muestra que la región se apropió de 213,101,105 m³ de agua en el año (Repda, 2023). Los principales usos del agua son consumo humano 162,822,310 m³/año (76.4 %), agricultura 22,420,760 m³/año (10.5 %) e industrial 17,150,171 m³/año (8.0 %); y el principal municipio apropiador de agua es Puebla con 164,642,207 m³/año (77.3 %). En la Figura 36 se muestran los puntos de apropiación social de agua.

Tabla 149. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes Usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público Urbano	Servicios	Suma	Fracción
Amozoc	264,241	60,695	219	603,318		1,689,591	171,864	2,789,928	1.3%
Coronango	838,030	144,000		445,800		688,168	6,626	2,122,625	1.0%
Cuatlaningo	731,855	126,915	1,314	969,626		3,657,503	354,959	5,842,172	2.7%
Juan C. Bonilla	1,701,218	15,639		145,476	93,925	197,602	153,777	2,307,637	1.1%
Ocoyucan	6,461,650		548			1,053,942	170,450	7,686,590	3.6%
Puebla	402,589	514,438	3,923	11,205,885	17,326	146,462,431	6,035,615	164,642,207	77.3%
San Andrés Cholula	2,712,956	336,041	1,387	408,720	66,499	2,359,721	2,005,072	7,890,396	3.7%
San Gregorio Atzompa	2,543,620					351,280		2,894,900	1.4%
San Miguel Xoxtla	273,000			2,865,511		123,613	10,784	3,272,908	1.5%
San Pedro Cholula	3,077,735	60,352	2,498	505,835	1,205	5,763,623	351,793	9,763,041	4.6%
Tlaltenango	3,413,865					474,836		3,888,701	1.8%
Suma	22,420,760	1,258,080	9,889	17,150,171	178,955	162,822,310	9,260,940	213,101,105	100.0%
	10.5%	0.6%	0.005%	8.0%	0.1%	76.4%	4.3%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 36. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

El subsector agrícola se apropió de 22,420,760 m³ de agua en el año (Repda, 2023). Destacan los municipios de Ocoyucan que se apropió de 6,461,650 m³/año (28.8 %), Puebla con la mayor superficie sembrada 7,903 hectáreas (31.6 %) y Tlaltenango, que produce 67,270 toneladas (32.6 %) y aporta \$63,475,767 (16.7 %) del valor total de producción (Siap, 2023), como se indica en la Tabla 150.

Tabla 150. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m ³ /año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Amozoc	264,241	1.2%	3,460	13.8%	5,684	2.8%	28,738,313	7.5%
Coronango	838,030	3.7%	2,145	8.6%	11,931	5.8%	39,709,923	10.4%
Cuautlancingo	731,855	3.3%	1,273	5.1%	23,642	11.4%	34,570,414	9.1%
Juan C. Bonilla	1,701,218	7.6%	1,936	7.7%	6,435	3.1%	22,996,166	6.0%
Ocoyucan	6,461,650	28.8%	590	2.4%	4,741	2.3%	10,270,151	2.7%
Puebla	402,589	1.8%	7,903	31.6%	10,395	5.0%	47,475,424	12.5%
San Andrés Cholula	2,712,956	12.1%	1,650	6.6%	25,751	12.5%	41,955,275	11.0%
San Gregorio Atzompa	2,543,620	11.3%	831	3.3%	36,077	17.5%	23,559,982	6.2%
San Miguel Xoxtla	273,000	1.2%	414	1.7%	861	0.4%	5,754,185	1.5%
San Pedro Cholula	3,077,735	13.7%	2,516	10.1%	13,857	6.7%	62,183,496	16.3%
Tlaltenango	3,413,865	15.2%	2,304	9.2%	67,270	32.6%	63,475,767	16.7%
Suma	22,420,760	100.0%	25,022	100.0%	206,642	100.0%	380,689,095	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

La Tabla 151 muestra que con el agua apropiada se regaron 46 productos agrícolas establecidos en 25,022 hectáreas, que a la vez produjeron 206,642 toneladas, con un valor de \$380,689,095 (Siap, 2023). El índice de productividad económica indica que los cultivos con los mayores valores fueron rosa con \$723,590.88/ha, tomate rojo con \$687,650.00/ha, gladiola con \$368,449.00/ha y zarzamora con \$264,187.27/ha.

Por su parte, la Tabla 152 muestra que en el subsector pecuario solo cuatro municipios se apropiaron de 178,955 m³ de agua en el año (Repda, 2023), por lo que se infiere que los municipios restantes se abastecen de agua de lluvia para sus actividades ganaderas. El municipio con mayor apropiación de agua es Puebla, con 66,499 m³/año y también es el que genera el mayor valor de producción con 237,467 pesos (22.3 %). En cuanto a la producción pecuaria, el producto leche es el que más aporta con 47,449 litros y genera 389,833 pesos (36.7 %) (Siap, 2023).

Tabla 151. Estadísticas por cultivo de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Acelga	20	0.1%	316	0.2%	1,657,900	0.4%
Agave	11	0.04%				
Aguacate	7	0.03%	50	0.02%	237,155	0.1%
Alfalfa Verde	695	2.8%	57,235	27.7%	30,877,813	8.1%
Amaranto	2	0.01%	4	0.002%	37,277	0.01%
Arvejón	6	0.02%	13	0.01%	127,736	0.03%
Avena Forrajera En Verde	126	0.5%	2,039	1.0%	1,674,476	0.4%
Betabel	56	0.2%	924	0.4%	7,026,399	1.8%
Brócoli	51	0.2%	758	0.4%	5,010,451	1.3%
Calabacita	94	0.4%	1,890	0.9%	11,003,524	2.9%
Calabaza	54	0.2%	437	0.2%	2,271,152	0.6%
Capulín	2	0.01%	7	0.003%	37,450	0.01%
Cebada Forrajera En Verde	25	0.1%	241	0.1%	204,288	0.1%
Cebolla	118	0.5%	2,012	1.0%	15,227,360	4.0%
Chabacano	5	0.02%	27	0.01%	139,050	0.04%
Chícharo	45	0.2%	397	0.2%	4,202,421	1.1%
Chile Verde	48	0.2%	452	0.2%	6,561,021	1.7%
Cilantro	129	0.5%	1,662	0.8%	5,266,865	1.4%
Ciruela	36	0.1%	175	0.1%	906,431	0.2%
Col (Repollo)	38	0.2%	931	0.5%	3,972,760	1.0%
Col De Bruselas	3	0.01%	56	0.03%	261,287	0.1%
Coliflor	102	0.4%	2,467	1.2%	12,458,431	3.3%
Durazno	40	0.2%	256	0.1%	2,128,754	0.6%
Ebo (Janamargo O Veza)	3	0.01%	35	0.02%	34,135	0.01%
Espinaca	102	0.4%	1,547	0.7%	4,504,263	1.2%
Frijol	1,415	5.7%	1,440	0.7%	18,745,583	4.9%
Gladiola (Gruesa)	52	0.2%	69,163	33.5%	19,011,969	5.0%
Haba Grano	74	0.3%	64	0.03%	806,062	0.2%
Haba Verde	182	0.7%	1,893	0.9%	6,925,606	1.8%
Huauzontle	21	0.1%	192	0.1%	804,899	0.2%
Lechuga	64	0.3%	990	0.5%	4,730,996	1.2%
Maíz Forrajero En Verde	615	2.5%	12,384	6.0%	10,349,228	2.7%
Maíz Grano	20,216	80.8%	25,290	12.2%	169,081,045	44.4%
Manzana	40	0.2%	240	0.1%	1,948,311	0.5%
Nube	39	0.2%	361	0.2%	1,709,145	0.4%
Pera	54	0.2%	378	0.2%	1,195,982	0.3%
Perejil	5	0.02%	46	0.02%	192,670	0.1%
Rábano	58	0.2%	1,165	0.6%	3,305,933	0.9%
Rosa (Gruesa)	8	0.03%	15,890	7.7%	5,788,727	1.5%
Tejocote	68	0.3%	387	0.2%	1,126,610	0.3%
Tomate Rojo (Jitomate)	2	0.0%	170	0.1%	1,375,300	0.4%
Tomate Verde	67	0.3%	945	0.5%	6,975,224	1.8%
Trigo Grano	31	0.1%	45	0.02%	252,439	0.1%
Zanahoria	14	0.1%	221	0.1%	922,759	0.2%
Zarzamora	5	0.02%	44	0.02%	1,386,983	0.4%
Zempoalxochitl	176	0.7%	1,403	0.7%	8,225,225	2.2%
Suma	25,022	100.0%	206,642	100.0%	380,689,095	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

Tabla 152. Apropiación social de agua por el subsector pecuario de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.

Municipio	Agua apropiada m³/año	Producción							Valor por municipio	
		Ganado en			Huevo plato	Lana	Leche*	Miel	Miles de \$	Fracción
		Carne	Cera	pie						
Amozoc		374.982	1	550.511	294.125	1.565	1610.516	19.222	56,007	5.3%
Coronango		263.447		426.907	64.867	1.045	1804.798	1.014	44,524	4.2%
Cuautlancingo		216.013		325.373	134.881	0.345	959.059	1.841	33,676	3.2%
Juan C. Bonilla	93,925	430.509		687.139	2735.35	0.776	2303.15	20.6	139,692	13.1%
Ocoyucan		386.086		538	202.13		12169.71	19.161	137,627	12.9%
Puebla	17,326	1883.892	3	2690.61	447.36	5.755	6005.935	65.2	237,467	22.3%
San Andrés Cholula	66,499	596.647		871.781	75.21	1.905	5771.202	8.69	108,373	10.2%
San Gregorio Atzompa		801.207		1268.428	135.979		11190.11	34.13	173,611	16.3%
San Miguel Xoxtla		76.157		109.016	18.038	0.189	529.701		12,086	1.1%
San Pedro Cholula	1,205	421.152		586.837	39.278	0.333	4057.105	15.23	73,934	7.0%
Tlaltenango		404.916		537.517	14.843	0.756	1047.757		45,779	4.3%
Suma	178,955	5,855	4	8,592	4,162	13	47,449	185	1,062,776	100.0%
Valor por producto		290,848	287	258,134	114,501	101	389,833	9,071	1,062,776	
		27.4%	0.03%	24.3%	10.8%	0.01%	36.7%	0.9%	100.0%	

*miles de litros

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Por lo que respecta al sector económico, 131,569 unidades económicas se apropiaron de 27,679,080 m³ de agua en el año (Repda, 2023), y las restantes 1,046 unidades se abastecen de agua de lluvia o de agua destinada al consumo humano. El 64.2 % del agua apropiada se concentra en Puebla, así como el mayor número de unidades (71.7 %) (Denué, 2023) (Tabla 153).

Tabla 153. Agua apropiada por el sector económico de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m³/año	Fracción	Número	Fracción
Amozoc	836,096	3.0%	6,579	5.0%
Coronango	596,426	2.2%	3,027	2.3%
Cuautlancingo	1,452,814	5.2%	4,831	3.6%
Juan C. Bonilla	314,892	1.1%	1,027	0.8%
Ocoyucan	170,998	0.6%	1,448	1.1%
Puebla	17,759,861	64.2%	95,088	71.7%
San Andrés Cholula	2,751,220	9.9%	7,894	6.0%
San Gregorio Atzompa			625	0.5%
San Miguel Xoxtla	2,876,295	10.4%	918	0.7%
San Pedro Cholula	920,478	3.3%	10,757	8.1%
Tlaltenango			421	0.3%
Suma	27,679,080	100.0%	132,615	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

En cuanto al sector social, la región dispone de una oferta neta de 97,693,386 m³ de agua al año (Repda, 2023) que es suficiente para atender la demanda de 89,020,653 m³/año para dotar al menos de 100 litros/habitante/día (Conagua, 2015), existiendo un superávit de 8,672,733 m³/año; sin embargo, a nivel municipal, solo dos municipios Puebla y Tlaltenango están por encima de la cobertura recomendada y los nueve municipios restantes tienen una dotación de que va de 14 a 66 litros/habitante/día.

El índice de presión hídrica es alto en esos nueve municipios y bajo en Puebla y Tlaltenango, como se muestra en la Tabla 154. De acuerdo con información del Coneval (2020), 81,530 habitantes (3 %) de la región no cuentan con agua entubada en sus viviendas.

Tabla 154. Agua apropiada para consumo humano e índice de presión hídrica de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura l/habitante/día	Índice de presión hídrica Valor	Categoría
Amozoc	130,643	15,360	1,013,755	4,768,470	-3,754,715	21	4.70	Alto
Coronango	44,668	5,182	412,901	1,630,382	-1,217,481	25	3.95	Alto
Cuautlancingo	133,606	977	2,194,502	4,876,619	-2,682,117	45	2.22	Alto
Juan C. Bonilla	23,416	1,473	118,561	854,684	-736,123	14	7.21	Alto
Ocoyucan	30,790	3,692	632,365	1,123,835	-491,470	56	1.78	Alto
Puebla	1,738,577	44,806	87,877,459	63,458,061	24,419,398	138	0.72	Bajo
San Andrés Cholula	162,336	5,785	1,415,833	5,925,264	-4,509,431	24	4.19	Alto
San Gregorio Atzompa	9,942	44	210,768	362,883	-152,115	58	1.72	Alto
San Miguel Xoxtla	13,675	51	74,168	499,138	-424,970	15	6.73	Alto
San Pedro Cholula	143,556	4,053	3,458,174	5,239,794	-1,781,620	66	1.52	Alto
Tlaltenango	7,713	108	284,902	281,525	3,377	101	0.99	Bajo
Suma	2,438,922	81,530	97,693,386	89,020,653	8,672,733	51	0.91	Alto

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Repda, 2023.

3.22 Región 32 Tepeaca

La región está integrada por doce municipios con una población de 255,573 habitantes (Conapo, 2023); Tepeaca concentra a 34.4 % de dicha población. Por grado de marginación, en el 7 % (18,901 habitantes) es alto, en 30 % (76,939 habitantes) es medio y en 63 % (159,733 habitantes) es bajo (Coneval, 2020), como se muestra en la Tabla 155.

Tabla 155. Población y grado de marginación por municipio de la Región 32 Tepeaca, 2023.

Municipio	Población		Grado de marginación
	Habitantes	Fracción	
Acajete	70,990	27.8%	Medio
Atoyatempan	7,589	3.0%	Bajo
Cauatinchán	11,232	4.4%	Alto
Huitziltepec	5,949	2.3%	Medio
Mixtla	2,559	1.0%	Bajo
Santo Tomás Hueyotlipan	9,338	3.7%	Bajo
Tecali de Herrera	24,222	9.5%	Bajo
Tepatlxco de Hidalgo	18,940	7.4%	Bajo
Tepeaca	87,791	34.4%	Bajo
Tepeyahualco de Cuauhtémoc	3,903	1.5%	Bajo
Tlanepantla	5,391	2.1%	Bajo
Tzicatlacoyan	7,669	3.0%	Alto
Suma	255,573	100.0%	

Fuente: Conapo, 2023 y Coneval, 2023.

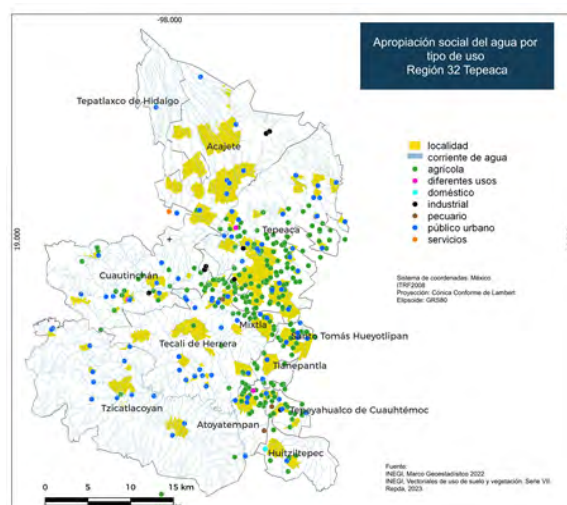
En la Tabla 156 se observa que, para realizar su metabolismo socioeconómico, la región se apropió de 54,476,171 m³/año de agua, principalmente para uso agrícola (74.8 %) y para consumo humano (21.2 %); el municipio con mayor apropiación es Tepeaca (48.7 %) (Repda, 2023). Los puntos de apropiación de agua se muestran en la Figura 37.

Tabla 156. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 32 Tepeaca, 2022.

Municipio	Agrícola	Diferentes Usos	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público Urbano	Servicios	Suma	Fracción
Acajete	128,000			467,300		2,865,445	25,000	3,485,745	6.4%
Atoyatempan	2,011,659	223,874	547		15,330	470,448		2,721,858	5.0%
Cauatinchán	1,843,973	212,367		64,208		618,972		2,739,520	5.0%
Huitziltepec	1,993,058					233,285		2,226,343	4.1%
Mixtla	1,203,008					75,630		1,278,638	2.3%
Santo Tomás Hueyotlipan	2,071,460					418,864		2,490,324	4.6%
Tecali de Herrera	6,605,170	1,454		788,400	71,175	1,070,720		8,536,919	15.7%
Tepatlxco de Hidalgo						173,462		173,462	0.3%
Tepeaca	21,563,178	240,000		19,274	16,608	4,669,043		26,508,103	48.7%
Tepeyahualco de Cuauhtémoc	1,939,200			15,120	11,899	246,338		2,212,557	4.1%
Tlanepantla	961,685					216,968		1,178,653	2.2%
Tzicatlacoyan	409,985					514,064		924,049	1.7%
Suma	40,730,376	677,695	547	1,354,302	115,012	11,573,239	25,000	54,476,171	100.0%
	74.8%	1.2%	0.001%	2.5%	0.2%	21.2%	0.05%	100.0%	

Fuente: Repda, 2023.

Figura 37. Apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 32 Tepeaca, 2022.



Fuente: Repda, 2023.

Para la producción de productos agrícolas, la región se apropió de 40,730,376 m³ de agua superficial o subterránea en el año (Repda, 2023), con excepción de Tepatlaxco de Hidalgo, que depende del agua de lluvia (Tabla 157). El municipio con mayor apropiación de agua para la producción de alimentos es Tepeaca con 52.9 %.

Tabla 157. Agua apropiada por el subsector agrícola y municipio de la Región 32 Tepeaca, 2022.

Municipio	Agua		Superficie sembrada		Producción		Valor	
	m³/año	Fracción	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Acajete	128,000	0.3%	9,901	32.7%	50,115	14.3%	157,334,390	19.1%
Atoyatempan	2,011,659	4.9%	1,862	6.1%	47,805	13.7%	71,268,176	8.6%
Cuautinchán	1,843,973	4.5%	2,604	8.6%	13,395	3.8%	30,323,182	3.7%
Huitziltepec	1,993,058	4.9%	1,805	6.0%	29,279	8.4%	62,361,767	7.6%
Mixtla	1,203,008	3.0%	425	1.4%	8,389	2.4%	20,182,048	2.4%
Santo Tomás Hueyotlipan	2,071,460	5.1%	881	2.9%	22,330	6.4%	35,367,993	4.3%
Tecali de Herrera	6,605,170	16.2%	2,790	9.2%	60,149	17.2%	108,079,692	13.1%
Tepatlxaco de Hidalgo			2,110	7.0%	2,646	0.8%	18,205,451	2.2%
Tepeaca	21,563,178	52.9%	4,915	16.2%	56,538	16.1%	194,489,865	23.6%
Tepeyahualco de Cuauhtémoc	1,939,200	4.8%	1,192	3.9%	33,374	9.5%	68,181,824	8.3%
Tlanepantla	961,685	2.4%	853	2.8%	17,565	5.0%	23,376,926	2.8%
Tzicatlacoyan	409,985	1.0%	948	3.1%	8,601	2.5%	34,836,451	4.2%
Suma	40,730,376	100.0%	30,284	100.0%	350,185	100.0%	824,007,766	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Con el agua apropiada se riegan 50 cultivos sembrados en 30,284 hectáreas que producen 350,185 toneladas de productos con un valor de \$824,007,766 (Siap, 2023). Sobresale el cultivo de maíz grano, que ocupa una superficie de 19,846 hectáreas (65.5 %) y genera \$239,966,177 (29.1 %) del valor monetario y alfalfa verde, que aporta 144,052 toneladas (41.14 %), como se muestra en la Tabla 158.

Por índice de productividad económica, los cultivos con los valores más altos son tomate rojo con \$659,779.25/ha, agave con \$266,445.71/ha, apio con \$240,145.77/ha, ajo

con \$239,174.76/ha y maguey pulquero con \$202,390.97 /ha. El cultivo con el menor valor es trigo grano que solo alcanza \$9,278.60/ha.

Tabla 158. Estadísticas agrícolas por municipio y tipo de cultivo de la Región 32 Tepeaca, 2022.

Cultivo	Superficie		Producción		Valor	
	ha	Fracción	t	Fracción	\$	Fracción
Acelga	47	0.2%	738	0.21%	2,015,186	0.2%
Agave	162	0.5%	11,539	3.30%	43,084,271	5.2%
Aguacate	10	0.03%	35	0.01%	530,724	0.1%
Ajo	31	0.1%	280	0.08%	7,474,211	0.9%
Alfalfa Verde	1,805	6.0%	144,052	41.14%	75,009,798	9.1%
Apio	8	0.03%	361	0.10%	1,921,166	0.2%
Avena Forrajera En Verde	567	1.9%	13,345	3.81%	8,270,252	1.0%
Betabel	53	0.2%	976	0.28%	4,475,103	0.5%
Brócoli	197	0.6%	2,824	0.81%	14,152,555	1.7%
Calabacita	210	0.7%	3,459	0.99%	16,841,700	2.0%
Calabaza	56	0.2%	393	0.11%	1,825,112	0.2%
Calabaza Semilla O Chihua	56	0.2%	65	0.02%	1,309,749	0.2%
Capulín	4	0.01%	11	0.003%	56,805	0.01%
Cebolla	198	0.7%	3,583	1.02%	30,657,864	3.7%
Chícharo	116	0.4%	956	0.27%	8,369,498	1.0%
Chile Seco	8	0.02%	5	0.001%	571,650	0.1%
Cilantro	472	1.6%	6,590	1.88%	23,379,648	2.8%
Col (Repollo)	262	0.9%	7,943	2.27%	33,255,619	4.0%
Col De Bruselas	24	0.1%	559	0.16%	2,882,506	0.3%
Coliflor	67	0.2%	1,551	0.44%	9,155,130	1.1%
Durazno	1,211	4.0%	10,736	3.07%	78,694,877	9.6%
Ejote	112	0.4%	1,119	0.32%	8,747,553	1.1%
Epazote	7	0.02%	80	0.02%	151,238	0.02%
Espinaca	69	0.2%	866	0.25%	2,719,567	0.3%
Frijol	1,855	6.1%	1,923	0.55%	29,371,710	3.6%
Haba Grano	150	0.5%	132	0.04%	1,415,392	0.2%
Haba Verde	4	0.01%	15	0.004%	91,002	0.01%
Huauzontle	9	0.03%	119	0.03%	731,255	0.1%
Lechuga	571	1.9%	11,377	3.25%	49,324,469	6.0%
Limón	4	0.01%	12	0.003%	88,899	0.01%
aguey Pulquero (Miles De Lt	67	0.2%	4,103	1.17%	13,560,195	1.6%
Maíz Forrajero En Verde	1,182	3.9%	45,100	12.88%	35,775,685	4.3%
Maíz Grano	19,846	65.5%	35,706	10.20%	239,966,177	29.1%
Manzana	5	0.02%	21	0.01%	205,928	0.02%
Manzanilla	1	0.004%	10	0.003%	16,500	0.002%
Nabo	14	0.05%	256	0.07%	707,490	0.1%
Pepino	17	0.1%	372	0.11%	2,438,595	0.3%
Pera	5	0.02%	30	0.01%	78,970	0.01%
Perejil	6	0.02%	94	0.03%	303,526	0.04%
Pitahaya	17	0.1%	62	0.02%	1,081,811	0.1%
Pitaya	98	0.3%	395	0.11%	6,096,115	0.7%
Rábano	71	0.2%	1,600	0.46%	5,218,346	0.6%
Sorgo Grano	31	0.1%	188	0.05%	812,418	0.1%
Tejocote	12	0.04%	60	0.02%	178,144	0.02%
Tomate Rojo (Jitomate)	36	0.1%	4,427	1.26%	23,982,976	2.9%
Tomate Verde	55	0.2%	775	0.22%	4,561,529	0.6%
Trigo Grano	205	0.7%	349	0.10%	1,900,257	0.2%
Zanahoria	235	0.8%	4,610	1.32%	27,874,961	3.4%
Zempoalxochitl	34	0.1%	286	0.08%	1,773,182	0.2%
Zempoalxochitl (Manojo)	9	0.03%	26,100	7.45%	900,450	0.1%
Suma	30,284	100.0%	350,185	100.00%	824,007,766	100.0%

Fuente: Siap, 2023.

En cuanto al subsector pecuario, cuatro municipios de la región se apropiaron de 115,012 m³ de agua superficial o subterránea en el año (Repda, 2023) y los municipios restantes se abastecen de agua de lluvia.

Destaca el producto leche, con una producción de 58,187 litros, y el producto carne, que genera 602,003 pesos (34.5 %) del valor monetario. A nivel municipal, Tepeaca genera 26.9 % del valor de la producción pecuaria total de la región (Siap, 2023), como se observa en la Tabla 159.

Tabla 159. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 32 Tepeaca, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Acajete	492,300	23.9%	2,884	21.0%
Atoyatempan	224,421	10.9%	579	4.2%
Cuautinchán	276,575	13.4%	155	1.1%
Huitziltepec			243	1.8%
Mixtla			107	0.8%
Santo Tomás Hueyotlipan			678	4.9%
Tecali de Herrera	789,854	38.4%	1,220	8.9%
Tepatlxco de Hidalgo			1,142	8.3%
Tepeaca	259,274	12.6%	5,781	42.2%
Tepeyahualco de Cuauhtémoc	15,120	0.7%	303	2.2%
Tlanepantla			364	2.7%
Tzicatlacoyan			254	1.9%
Suma	2,057,544	100.0%	13,710	100.0%

Fuente: Repda, 2023 y Siap, 2023.

Respecto al sector económico, 80 % (10,922) de las unidades económicas disponen de 2,057,544 m³/año (Repda) y el 20 % (2,788) de dichas unidades se abastece de agua de lluvia o de la destinada a consumo humano para realizar sus actividades. El 42.2 % de las unidades (5,781) se concentran en Tepeaca (Tabla 160).

Tabla 160. Agua apropiada por el sector económico de la Región 32 Tepeaca, 2022.

Municipio	Agua apropiada		Unidad económica	
	m ³ /año	Fracción	Número	Fracción
Acajete	492,300	23.9%	2,884	21.0%
Atoyatempan	224,421	10.9%	579	4.2%
Cuautinchán	276,575	13.4%	155	1.1%
Huitziltepec			243	1.8%
Mixtla			107	0.8%
Santo Tomás Hueyotlipan			678	4.9%
Tecali de Herrera	789,854	38.4%	1,220	8.9%
Tepatlxco de Hidalgo			1,142	8.3%
Tepeaca	259,274	12.6%	5,781	42.2%
Tepeyahualco de Cuauhtémoc	15,120	0.7%	303	2.2%
Tlanepantla			364	2.7%
Tzicatlacoyan			254	1.9%
Suma	2,057,544	100.0%	13,710	100.0%

Fuente: Denué, 2023 y Repda, 2023.

Por su parte, la región dispone de una oferta neta de agua para consumo humano de 6,943,944 m³/año que resulta insuficiente para satisfacer la demanda por 9,328,415 m³/año, con un déficit de 2,384,471m³/año. En consecuencia, el índice de presión hídrica es alto en siete municipios, medio en dos municipios y bajo en tres municipios, como se muestra en la Tabla 161.

Tabla 161. Agua apropiada por sector social para consumo humano de la Región 32 Tepeaca, 2022.

Municipio	Habitantes	Habitantes sin agua	Oferta m ³ /año	Demanda m ³ /año	Balance m ³ /año	Cobertura l/habitante/día	Índice de presión hídrica Valor	Categoría
Acajete	70,990	8,849	1,719,267	2,591,135	-871,868	66	1.51	Alto
Atoyatempan	7,589	235	282,269	276,999	5,270	102	0.98	Bajo
Cuautinchán	11,232	1,708	371,383	409,968	-38,585	91	1.10	Medio
Huitziltepec	5,949	803	139,971	217,139	-77,168	64	1.55	Alto
Mixtla	2,559	42	45,378	93,404	-48,026	49	2.06	Alto
Santo Tomás Hueyotlipan	9,338	175	251,318	340,837	-89,519	74	1.36	Alto
Tecali de Herrera	24,222	859	642,432	884,103	-241,671	73	1.38	Alto
Tepatlxco de Hidalgo	18,940	1,387	104,077	691,310	-587,233	15	6.64	Alto
Tepeaca	87,791	2,039	2,801,426	3,204,372	-402,946	87	1.14	Medio
Tepeyahualco de Cuauhtémoc	3,903	42	147,803	142,460	5,343	104	0.96	Bajo
Tlanepantla	5,391	405	130,181	196,772	-66,591	66	1.51	Alto
Tzicatlacoyan	7,669	563	308,438	279,919	28,520	110	0.91	Bajo
Suma	255,573	17,106	6,943,944	9,328,415	-2,384,471	75	1.34	Alto

Fuente: Conagua, 2015; Conapo, 2023 y Repda, 2023.

Capítulo 4 Reflexión final

A manera de resumen, el estado se apropió socialmente de un volumen total de 7,382.53 hm³/año de agua en 12,656 puntos de extracción que corresponden a dos tipos de aprovechamiento: subterráneo y superficial. El aprovechamiento subterráneo aportó el 13 % (946.69 hm³/año) del volumen total de agua y se extrajo de 7,275 pozos ubicados en 12 acuíferos principalmente del Valle de Puebla y del Valle de Tecamachalco. En el primer acuífero, se extrae con el 28 % (278.832 hm³/año) y tiene un índice de extracción/recarga natural (IERN) de 0.77 y un índice de disponibilidad media anual/recarga natural (IDMRN) de 0.06; en cuanto al segundo acuífero, se extrae 22 % (220.331 hm³/año) con un IERN de 1.40 y un IDMRN de -0.40, y tiene un déficit superior a 63 hm³/año en su disponibilidad, por lo que es considerado como uno de los más sobreexplotados del país (Repda, 2023).

Por su parte, el agua del aprovechamiento superficial es apropiada mediante 5,381 puntos en 19 cuencas (Repda, 2023). Sus principales fuentes de abastecimiento son ríos con el 84.9 % (5,487.55 hm³/año), presas con 7.92 % (512.25 hm³/año) y manantiales con 4.84 % (312.56 hm³/año); el restante 2.34 % (123.48 hm³/año) corresponde a barrancas, arroyos y galerías filtrantes, entre otros (Sigacua, 2023).

Del volumen total de agua apropiada, se destina, por orden de importancia, 71.21 % (5,257.060 hm³/año) para la hidrogenación de energía eléctrica, 20.19 % (1,490.174 hm³/año) para la agricultura y 5.57 % (411.257 hm³/año) para el consumo humano, según Repda (2023).

Por sector, sin considerar la generación de energía eléctrica, el agropecuario se apropió de 76.46 % (1,625.15 hm³/año) (Repda, 2023) del agua sectorizada para producir alimentos en 47 explotaciones acuícolas, en más de 800 000 hectáreas y para mantener el inventario ganadero compuesto por más de 58 millones de cabezas de ganado y de 101,308 colmenas (Siap, 2023). Por su parte, el sector económico se apropió de 4.17 % (88.54 hm³/año) de agua (Repda, 2023) para el funcionamiento de 343,634 unidades económicas (Denué, 2023). El sector social se apropió del 19.37 % (411.77 hm³/año) del agua (Repda, 2023) destinada al consumo humano de 6.8 millones de habitantes (Conapo, 2023).

En cuanto a la apropiación social de agua a nivel regional, la región 15 Izúcar de Matamoros tiene los valores más altos de apropiación en los siguientes rubros: agua per cápita con 2,227 m³/habitante/año, fracción del agua total del estado con 21.23 % y fracción del agua empleada en sector agropecuario con 27.38 %. Por su parte, la región 6 Teziutlán se apropia de 22.92 % del agua utilizada por el sector económico estatal y la región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla utiliza 39.59 % del agua destinada al consumo humano (Repda, 2023). En contraste, las regiones con menor disponibilidad anual media por habitantes son la 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla y la 1 Xicotepec, con solo 87 y 90 m³ per cápita, respectivamente; la región 4 Huehuetla es la que presenta los valores más bajos en relación con la fracción

de agua apropiada total, agua para el sector agropecuario y agua utilizada por el sector económico con 0.28 %, 0.002 % y 0.01 %, en el mismo orden; y la región 16 Chiautla se apropia de apenas el 0.88 % del agua destinada al consumo humano.

El índice de presión hídrica por consumo humano (IPH), estimado como la relación demanda/oferta, resultó alto en seis regiones: 2 Huauchinango, 9 Quimixtlán, 10 Acatzingo, 11 Ciudad Serdán, 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla y 32 Tepeaca. Es decir, que en estas regiones más de 3 millones de personas reciben una dotación de agua menor a 100 litros/habitante/día (Conagua, 2015). La población más afectada se localiza en los municipios Atzitzintla, Caxhuacan, Altepexi, Teteles de Ávila Castillo, Santiago Miahuatlán, San Miguel Xoxtla y Nealtican, que de acuerdo al balance hídrico reciben menos de 20 litros/habitante/día. Las regiones con IPH medio son 1 Xicotepec, 4 Huehuetla, 7 Chignahuapan, 8 Libres, 12 Tecamachalco, 13 Tehuacán y 14 Sierra Negra, en las que 2,019,955 personas se encuentran en riesgo de enfrentar en el mediano plazo un abasto irregular e insuficiente de agua para consumo e higiene personal. Respecto al IPH bajo, 1,384,836 personas reciben una dotación igual o mayor a la recomendada por la Conagua (2015). Dicha población se localiza en las regiones 3 Zacatlán, 5 Zacapoaxtla, 6 Teziutlán, 15 Izúcar de Matamoros, 16 Chiautla, 17 Acatlán, 18 Tepexi de Rodríguez, 19 Atlixco y 20 San Martín Texmelucan. En estas regiones no se prevé riesgos de suministro de agua para consumo humano en el corto y mediano plazo.

En cuanto al nivel municipal, Puebla e Izúcar de Matamoros se apropian de 7 % cada uno con 164.642 hm³/año y 160.242 hm³/año, respectivamente, del total estatal. En el sector agropecuario, destaca Izúcar de Matamoros con 11 % (153.503 hm³/año) de agua con la que riega 14,253 hectáreas; en el sector económico Chignautla se apropia de 6 % (28.065 hm³/año) de agua para 1,154 unidades económicas y, finalmente, en el sector social Puebla utiliza 36 % (146.462 hm³/año) del agua destinada al consumo humano y tiene una cobertura de 138 litros/habitante/día (Conagua, 2015; Conapo, 2023; Denué, 2023; Repda, 2023; Siap, 2023).

Bibliografía

- Ayres, R., Simonis, U. (1994). *Industrial Metabolism, Restructuring for Sustainable Development*. Tokyo: United Nations University Press.
- Ballesteros, M. L. (2017). *El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en Costa Rica. El caso de la cuenca alta del río Reventazón*. Recursos Naturales e Infraestructura. 182. Naciones Unidas. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42507-nexo-agua-la-energia-la-alimentacion-costa-rica-caso-la-cuenca-alta-rio>.
- Bellfield, H. (2015). *Water, Energy and Food Security Nexus in Latin America and the Caribbean*. Global Canopy Programme. <https://www.gov.uk/research-for-development-outputs/water-energy-and-food-security-nexus-in-latin-america-and-the-caribbean>.
- Beltrán, M. (2012). *Del metabolismo social al metabolismo hídrico. Conceptos y aplicaciones*. Tesis doctoral. Universidad Pablo de Olavide.
- Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas*. Fondo de Cultura Económica.
- Cabello, V. (2014). *El uso del agua en los sistemas rurales áridos y la integración de las políticas hídrica y agrícola en Europa: el caso de la cuenca del río Andarax*. Environ Dev Sustain.
- Cadillo, J. (2015). *Uso de la gramática del MuSIASEM para el análisis cuantitativo de la sostenibilidad de los sistemas alimentarios*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. <https://ddd.uab.cat/record/148803>.
- Carabias, J. (2005). *Sustentabilidad ambiental y bienestar social*. El Colegio Nacional.
- Castañares, E. 2009. *Sistemas complejos y gestión ambiental: el caso del Corredor Biológico Mesoamericano México*. Serie conocimientos 6. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Conagua. (2015). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado*.
- Conagua. (2018). *Atlas del agua en México*. Comisión Nacional del Agua.
- Conapo. (2023). *Proyecciones de la población de México y entidades federativas 2016-2050*.
- Coneval. (2020). *Índice de pobreza y evaluación 2020*.
- Denue. (2023). *Directorio estadístico nacional de unidades económicas*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- DOF. (2020). *Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de aguas superficiales*. Comisión Nacional del Agua.
- Embid, A. y Liber, M. (2017). *El nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe. Planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias*. Recursos Naturales e Infraestructura 179. Cepal. Naciones Unidas. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/41069-nexo-agua-la-energia-la-alimentacion-america-latina-caribe-planificacion-marco>
- Fischer-Kowalski, M. (1997). *Society's metabolism: on the childhood and adolescence of a rising conceptual star*. En Michael Redclift y Graham Woodgate, eds., *The International Handbook*

- of Environmental Sociology, Cheltenham, Edward Elgar, 1997, 119-137. https://www.researchgate.net/publication/313762388_Society's_Metabolism_On_the_Childhood_and_Adolescence_of_a_Rising_Conceptual_Star
- Fischer-Kowalski, M. (2003). *On the History of Industrial Metabolism, Perspectives on Industrial Ecology* (pp. 35-45). Troyes: Greenleaf Publishing.
- García, R. 1988. *Sistemas complejos. Conceptos, métodos y fundamentación metodológica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University
- Giampietro, M. (2003). *Multi-Scale Integrated Analysis of Agroecosystems*. *Advances in Agroecology*. CRC Press INC.
- Giampietro, M.; K. Mayumi y J. Ramos Martín (2009). *Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and basic rationale*. *Energy* 34 (3): 313–322.
- Giampietro, M., R.J. Aspinall, J. Ramos Martín y S. Bukkens. (2014). *Resource Accounting for Sustainability Assessment: The Nexus between Energy, Food, Water and Land Use*. *Routledge Explorations in Sustainability and Governance*. London, UK: Routledge: Taylor and Francis Group.
- Giampietro, M. M. (2009). *Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and basic rationale*. *Energy*.
- Grünbühel, C. Haberl, H., Heinz Schandl, y Winiwarter, V. (2003). *Socioeconomic Metabolism and Colonization of Natural Processes in Sangsaeng Village: Material and Energy Flows, Land Use, and Cultural Change in Northeast Thailand*. *Human Ecology*, 31(1), 53–86. <http://www.jstor.org/stable/4603457>
- Haberl, H., Winiwarter, V., Andersson, K., Ayres, R., Boone, Ch., Castillo, A., Cunfer, G., Fischer-Kowalski, M., Freudenburg, W. y Furman, E., (2006). *From LTER to LTSE: Conceptualizing the socioeconomic dimension of long-term socioecological research*. *Ecology and society*. 11. https://www.researchgate.net/publication/315809742_From_LTER_to_LTSE_Conceptualizing_the_socioeconomic_dimension_of_long-term_socioecological_research
- Hall, M. (2011). *A preliminary assessment of socio-ecological metabolism for three neighborhoods within a rust belt urban ecosystem*. *Ecological Modeling*, 223(1), 20-31. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380011004364>
- Hoff, H. (2011). *Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn2011*. Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm Environment Institute. Disponible en <https://www.water-energy-food.org/resources/bonn2011-nexus-conference-background-paper-understanding-the-nexus-by-sei>
- INEGI. (2006). *Conjunto de datos vectoriales escala 1:1000000. Precipitación pluvial 2006*.
- INEGI. (2023). *Vectoriales de uso de suelo y vegetación. Serie VII*.
- Kennedy, C., Cuddihy, J. y Engel-Yan, J. (2007). *The Changing Metabolism of Cities*. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 43-59. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1162/jie.2007.1107>

- Madrid, C., Velázquez, E. (2008). *El metabolismo hídrico y los flujos de agua virtual. Una aplicación al sector hortofrutícola de Andalucía (España)*. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica. Vol. 8., 29-47. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2940965>
- Madrid, C., Cabello, V. y Giampietro, M. (2013). *Water-Use Sustainability in Socioecological Systems: A Multiscale Integrated Approach*. BioScience. 63 (1): 14–24. 68. <https://academic.oup.com/bioscience/article/63/1/14/240858?login=false>
- Madrid, C. y Giampietro, M. (2014). *Water Grammar. En Resource Accounting for Sustainability Assessment: The Nexus between Energy, Food, Water and Land Use Routledge Explorations in Sustainability and Governance*. Taylor and Francis Group.
- Madrid, C. y Giampietro, M. (2015). *The Water Metabolism of Socio-Ecological Systems Reflections and a Conceptual Framework*. Journal of Industrial Ecology, Volumen 19, Número 5. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12340>
- Malo, A. (2015). *El metabolismo social, el Sumak Kawsay y el territorio: el caso de Cuenca, Ecuador*. Tesis doctoral. Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambientales. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona. <https://www.tdx.cat/handle/10803/284976>.
- Morales, M., Zunzunegui, E. y Fuentes, M. (2022). *Atlas fisiográfico de la evaluación de la disponibilidad hídrica para la producción de cultivos estratégicos en el estado de Puebla*. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (Concytep).
- Ortiz, B., Duval, G. 2008. *Sistemas complejos, medio ambiente y desarrollo*. Universidad Iberoamericana Puebla.
- Oswald, U., Breuer, A. (2020). *Agenda 2030 y nexos entre seguridad de agua, energética y alimentaria: el caso de Huexca, Morelos*. Veredas Revista del Pensamiento Sociológico, Número 40, Universidad Autónoma Metropolitana, 62-93. <https://veredasojs.xoc.uam.mx/index.php/veredas/article/view/612/574>
- Piaget, J. y García, R. (1987). *Hacia una lógica de significaciones*. Gedisa.
- Puebla. (2019). *Regiones económicas del estado de Puebla*. Gobierno del estado de Puebla.
- Prigogine, I. 1988. *The Behavior of Matter under Nonequilibrium Conditions: Fundamental Aspects and Applications: Progress Report*, April 15, 1988--April 14, 1989. Center for Studies in Statistical Mathematics at the University of Texas-Austin.
- Repda. (2023). *Base de datos del registro público de derechos del agua*. Comisión Nacional del Agua.
- Ruggerio, C. (2015). *Desarrollo de un Modelo de Metabolismo Hídrico para el Análisis de la Sustentabilidad Hídrica de Cuencas Hidrológicas de Llanura*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de General Sarmiento. <https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2020/11/Ruggerio-DCyT-Final.pdf>
- Siap. (2023). *Cierre de la producción agrícola y pecuaria 1980-2022*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Sigacua. (2023). *Sistema de información geográfica de acuíferos y cuencas*. Comisión Nacional del Agua.

- SMN. (2021). Normales climatológicas por estado. Disponible en <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>. Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua.
- SNIB. (2023). Portal de geoinformación. Sistema nacional de información sobre diversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Soto, J. 2019. *El enfoque de los sistemas complejos y la degradación socioambiental del agua*. En ¡No está muerto quien pelea! Homenaje a la obra de Rolando V. García Boutigue. Colecciones alternativas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tejedor, N. (2018). *Desarrollo Sostenible y Nexo Agua-Energía-Alimentos: Una Perspectiva Multivariante*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca. https://www.researchgate.net/publication/328199675_Desarrollo_Sostenible_y_Nexo_Agua-Energia-Alimentos_Una_Perspectiva_Multivariante
- Toledo, V. (2008). *Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza*. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 7, 1-26. <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/87196>
- Willaarts, B., Garrido, A., De la Rúa, C., Cabal, H. y Lechón, Y. (2016). *El Nexo Agua-Tierra-Energía en España*. Fundación Canal Isabel II. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM019400.pdf>
- Zunzunegui, E. (2023). *El nexos agua-alimentos desde el metabolismo social y ecosistémico del agua en los estados de Puebla y Tlaxcala*. Tesis doctoral. El Colegio de Puebla, A.C.

Índice de tablas

Tabla 1. Precipitación mensual, 1990-2022.....	24
Tabla 2. Variación de la superficie forestal 2013-2020.....	26
Tabla 3. Disponibilidad media anual de acuíferos de Puebla, 2020.....	29
Tabla 4. Situación de las cuencas hidrográficas al 2020 (valores en hm ³ /año).....	30
Tabla 5. Procesos del sistema socioambiental.....	32
Tabla 6. Municipios que integran las regiones económicas 1-16.....	39
Tabla 7. Municipio que integran las regiones económicas 17-32.....	40
Tabla 8. Población y grado de marginación por municipio de la Región 1 Xicotepec, 2023.....	41
Tabla 9. Apropiación social del agua (m ³ /año) por municipio y tipo de uso de la Región 1 Xicotepec, 2022.....	41
Tabla 10. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 1 Xicotepec, 2022.....	43
Tabla 11. Metabolismo del agua apropiada en el subsector agrícola por municipio de la Región 1 Xicotepec, 2022.....	44
Tabla 12. Estadísticas pecuarias 2022 por municipio, producción (t) y valor monetario de la Región 1 Xicotepec, 2022.....	44
Tabla 13. Agua apropiada por el sector económico por municipio de la Región 1 Xicotepec, 2022.....	45
Tabla 14. Balance hídrico, cobertura disponible e índice de presión hídrica, uso público urbano de la Región 1 Xicotepec, 2023.....	46
Tabla 15. Población y grado de marginación por municipio de la Región 2 Huauchinango, 2023.....	46
Tabla 16. Apropiación social del agua (m ³ /año) por municipio y tipo de uso de la Región 2 Huauchinango, 2022.....	47
Tabla 17. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 2 Huauchinango, 2022.....	48
Tabla 18. Metabolismo del agua apropiada en el subsector agrícola por municipio de la Región 2 Huauchinango, 2022.....	48
Tabla 19. Estadísticas pecuarias 2022 por municipio, producción y valor de la Región 2 Huauchinango.....	49
Tabla 20. Agua apropiada por el sector económico de la Región 2 Huauchinango, 2022.....	49
Tabla 21. Balance hídrico e índice de presión hídrica de la Región 2 Huauchinango, 2022.....	50
Tabla 22. Población y grado de marginación por municipio de la Región 3 Zacatlán, 2023.....	50
Tabla 23. Apropiación social de agua (m ³ /año) por municipio y tipo de uso de la Región 3 Zacatlán, 2022.....	51
Tabla 24. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 3 Zacatlán, 2022.....	52
Tabla 25. Metabolismo del agua en el subsector agrícola de la Región 3 Zacatlán, 2022.....	52
Tabla 26. Metabolismo del agua en valor de producción del subsector pecuario de la Región 3 Zacatlán, 2022.....	53
Tabla 27. Agua apropiada por el sector económico de la Región 3 Zacatlán, 2022.....	53

Tabla 28. Balance hídrico e índice de presión hídrica por municipio del agua para uso público urbano, Región 3 Zacatlán, 2022.....	54
Tabla 29. Población y grado de marginación por municipio de la Región 4 Huehuetla, 2023.....	54
Tabla 30. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 4 Huehuetla, 2022.....	55
Tabla 31. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 4 Huehuetla, 2022.....	56
Tabla 32. Metabolismo hídrico en la agricultura por municipio de la Región 4 Huehuetla, 2022.....	56
Tabla 33. Metabolismo hídrico en valor de producción por municipio y producto de la Región 4 Huehuetla, 2022.....	57
Tabla 34. Agua apropiada por unidades económicas y municipio de la Región 4 Huehuetla, 2022.....	57
Tabla 35. Balance hídrico e índice de presión hídrico de agua para consumo humano por municipio de la Región 4 Huehuetla, 2022.....	58
Tabla 36. Población y grado de marginación por municipio de la Región 5 Zacapoaxtla, 2023.....	58
Tabla 37. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.....	59
Tabla 38. Estadísticas agrícolas por municipio de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.....	60
Tabla 39. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.....	60
Tabla 40. Agua apropiada en el subsector pecuario por municipio de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.....	61
Tabla 41. Agua apropiada por el sector económico de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.....	61

Tabla 42. Balance hídrico e índice de presión hídrica por municipio del agua apropiada para consumo humano de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.....	62
Tabla 43. Población y grado de marginación por municipio de la Región 6 Teziutlán, 2023.....	62
Tabla 44. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 6 Teziutlán, 2022.....	63
Tabla 45. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 6 Teziutlán, 2022.....	64
Tabla 46. Estadísticas agrícolas por municipio de la Región 6 Teziutlán, 2022.....	65
Tabla 47. Agua apropiada, producción y valor del subsector pecuario de la Región 6 Teziutlán, 2022.....	65
Tabla 48. Agua apropiada por el sector económico de la Región 6 Teziutlán, 2022.....	66
Tabla 49. Balance e índice de presión del agua apropiada para consumo humano de la Región 6 Teziutlán, 2022.....	66
Tabla 50. Población y grado de marginación de la Región 7 Chignahuapan, 2023.....	67
Tabla 51. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 7 Chignahuapan, 2022.....	67
Tabla 52. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 7 Chignahuapan, 2022.....	69
Tabla 53. Estadísticas agrícolas por municipio de la Región 7 Chignahuapan, 2022.....	70
Tabla 54. Apropiación social de agua por el subsector pecuario de la Región 7 Chignahuapan, 2022.....	70
Tabla 55. Agua apropiada por el sector económico de la Región 7 Chignahuapan, 2022.....	71

Tabla 56. Apropiación del agua por el sector social de la Región 7 Chignahuapan, 2022.	71
Tabla 57. Población y grado de marginación de la Región 8 Libres, 2023.....	72
Tabla 58. Apropiación de agua por municipio y tipo de uso de la Región 8 Libres, 2022.	72
Tabla 59. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 8 Libres, 2022.	74
Tabla 60. Apropiación social de agua para la producción de alimentos por municipio de la Región 8 Libres, 2022.....	75
Tabla 61. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 8 Libres, 2022.	76
Tabla 62. Agua apropiada por el sector económico de la Región 8 Libres, 2022.	76
Tabla 63. Balance e índice de presión hídrica en el sector social de la Región 8 Libres, 2022.	77
Tabla 64. Población y grado de marginación de la Región 9 Quimixtlán, 2023.	77
Tabla 65. Apropiación de agua por municipio y tipo de uso de la Región 9 Quimixtlán, 2022.	78
Tabla 66. Agua apropiada para la producción de alimentos por municipio de la Región 9 Quimixtlán, 2022.....	79
Tabla 67. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 9 Quimixtlán, 2022.	79
Tabla 68. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 9 Quimixtlán, 2022.	80
Tabla 69. Agua apropiada por el sector económico de la Región 9 Quimixtlán, 2022.	80
Tabla 70. Balance e índice de presión hídrica en el sector social de la Región 9 Quimixtlán, 2022.	81
Tabla 71. Población y grado de marginación de la Región 10 Acatzingo, 2023.....	81
Tabla 72. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 10 Acatzingo, 2022.	82
Tabla 73. Apropiación social de agua para la producción de alimentos de la Región 10 Acatzingo, 2022.	83
Tabla 74. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 10 Acatzingo, 2022.	83
Tabla 75. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 10 Acatzingo, 2022.	84
Tabla 76. Apropiación social de agua por el sector económico de la Región 10 Acatzingo, 2022.	84
Tabla 77. Agua apropiada por el sector social para consumo humano de la Región 10 Acatzingo, 2022.	85
Tabla 78. Población y grado de marginación de la Región 11 Ciudad Serdán, 2023.	85
Tabla 79. Apropiación social del agua por tipo de uso y municipio de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.	86
Tabla 80. Apropiación social de agua para la producción de alimentos de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.....	87
Tabla 81. Estadísticas por cultivo de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.....	88
Tabla 82. Apropiación de agua por el subsector pecuario de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.	89
Tabla 83. Agua apropiada por el sector económico de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.	89
Tabla 84. Apropiación de agua por el sector social de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.	90

Tabla 85. Población y grado de marginación de la Región 12 Tecamachalco, 2023.....	90
Tabla 86. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 12 Tecamachalco, 2022.	91
Tabla 87. Apropiación social de agua para la producción de alimentos de la Región 12 Tecamachalco, 2022.	92
Tabla 88. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 12 Tecamachalco, 2022.	92
Tabla 89. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 12 Tecamachalco, 2022.	93
Tabla 90. Agua apropiada por el sector económico de la Región 12 Tecamachalco, 2022.	93
Tabla 91. Apropiación de agua por el sector social de la Región 12 Tecamachalco, 2022.	94
Tabla 92. Población y grado de marginación de la Región 13 Tehuacán, 2023.	94
Tabla 93. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 13 Tehuacán, 2022.....	95
Tabla 94. Apropiación de agua para la producción de alimentos de la Región 13 Tehuacán, 2022.....	96
Tabla 95. Estadísticas agrícolas por tipo de cultivo de la Región 13 Tehuacán, 2022.	96
Tabla 96. Apropiación de agua por el subsector pecuario de la Región 13 Tehuacán, 2022.	97
Tabla 97. Apropiación de agua por el sector económico de la Región 13 Tehuacán, 2022.	98
Tabla 98. Apropiación de agua para consumo humano de la Región 13 Tehuacán, 2022.	98
Tabla 99. Población y grado de marginación de la Región 14 Sierra Negra, 2023.....	99

Tabla 100. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 14 Sierra Negra, 2022.....	99
Tabla 101. Apropiación social de agua para la producción de alimentos de la Región 14 Sierra Negra, 2022.....	100
Tabla 102. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 14 Sierra Negra, 2022.....	101
Tabla 103. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 14 Sierra Negra, 2022.	102
Tabla 104. Apropiación de agua por el sector económico de la Región 14 Sierra Negra, 2022.	102
Tabla 105. Agua apropiada por el sector social para consumo humano de la Región 14 Sierra Negra, 2022.....	102
Tabla 106. Población y grado de marginación de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2023.	103
Tabla 107. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.....	104
Tabla 108. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.....	104
Tabla 109. Estadísticas agrícolas por cultivo bajo riego de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.	105
Tabla 110. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.	106
Tabla 111. Apropiación de agua por el sector económico de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.	106
Tabla 112. Apropiación social de agua para consumo humano e índice de presión hídrica de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.	107
Tabla 113. Población y grado de marginación por municipio de la Región 16 Chiautla, 2023.	107

Tabla 114. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 16 Chiautla, 2022.....	108
Tabla 115. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 16 Chiautla, 2022.....	109
Tabla 116. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 16 Chiautla, 2022.....	109
Tabla 117. Apropiación de agua por el subsector pecuario de la Región 16 Chiautla, 2022.....	110
Tabla 118. Agua apropiada por el sector económico de la Región 16 Chiautla, 2022.....	110
Tabla 119. Agua apropiada para consumo humano de la Región 16 Chiautla, 2022.....	111
Tabla 120. Población y grado de marginación de la Región 17 Acatlán, 2022.....	112
Tabla 121. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 17 Acatlán, 2022.....	112
Tabla 122. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 17 Acatlán, 2022.....	113
Tabla 123. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 17 Acatlán, 2022.....	114
Tabla 124. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 17 Acatlán, 2022.....	115
Tabla 125. Apropiación social de agua por el sector económico de la Región 17 Acatlán, 2022.....	115
Tabla 126. Agua apropiada por el sector social para consumo humano de la Región 17 Acatlán, 2022.....	116
Tabla 127. Población y grado de marginación por municipio de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2023.....	117
Tabla 128. Apropiación social de agua por tipo de uso y municipio de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.....	117
Tabla 129. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.....	118
Tabla 130. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.....	119
Tabla 131. Apropiación social de agua por el subsector pecuario de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.....	120
Tabla 132. Agua apropiada por el sector económico de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.....	121
Tabla 133. Apropiación social de agua para consumo humano de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022.....	121
Tabla 134. Población y grado de marginación por municipio de la Región 19 Atlixco, 2023.....	122
Tabla 135. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 19 Atlixco, 2022.....	122
Tabla 136. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 19 Atlixco, 2022.....	123
Tabla 137. Principales cultivos por valor de la Región 19 Atlixco, 2022.....	124
Tabla 138. Apropiación social de agua por el subsector pecuario de la Región 19 Atlixco, 2022.....	125
Tabla 139. Agua apropiada por el sector económico de la Región 19 Atlixco, 2022.....	125
Tabla 140. Apropiación social de agua para consumo humano de la Región 19 Atlixco, 2022.....	126
Tabla 141. Población y grado de marginación por municipio de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2023.....	126
Tabla 142. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022.....	127

Tabla 143. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022.....	128
Tabla 144. Estadísticas agrícolas por cultivo de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022.	129
Tabla 145. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022.	130
Tabla 146. Agua apropiada por el sector económico de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022.	130
Tabla 147. Apropiación social de agua para consumo humano de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022.....	131
Tabla 148. Población y grado de marginación por municipio de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2023.....	131
Tabla 149. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.....	132
Tabla 150. Apropiación social de agua por el subsector agrícola de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.	133
Tabla 151. Estadísticas por cultivo de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.....	134
Tabla 152. Apropiación social de agua por el subsector pecuario de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.	135
Tabla 153. Agua apropiada por el sector económico de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.	135
Tabla 154. Agua apropiada para consumo humano e índice de presión hídrica de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022.	136
Tabla 155. Población y grado de marginación por municipio de la Región 32 Tepeaca, 2023.	137
Tabla 156. Apropiación social de agua por municipio y tipo de uso de la Región 32 Tepeaca, 2022.	137
Tabla 157. Agua apropiada por el subsector agrícola y municipio de la Región 32 Tepeaca, 2022.	138
Tabla 158. Estadísticas agrícolas por municipio y tipo de cultivo de la Región 32 Tepeaca, 2022.	139
Tabla 159. Agua apropiada por el subsector pecuario de la Región 32 Tepeaca, 2022.	140
Tabla 160. Agua apropiada por el sector económico de la Región 32 Tepeaca, 2022.	140
Tabla 161. Agua apropiada por sector social para consumo humano de la Región 32 Tepeaca, 2022.	141

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de la precipitación anual.....	23	Figura 17. Puntos de apropiación social del agua por tipo de uso de la Región 2 Huauchinango, 2022	47
Figura 2. Precipitación media anual histórica 1990-2022.....	25	Figura 18. Puntos de apropiación social de agua de la Región 3 Zacatlán, 2022.....	51
Figura 3. Precipitación mensual 2010,2015 y 2020. 25		Figura 19. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 4 Huehuetla, 2022.....	55
Figura 4. Componentes del ciclo hidrológico en 2022	26	Figura 20. Puntos de apropiación social de agua de la Región 5 Zacapoaxtla, 2022.	59
Figura 5. Variación de la superficie forestal 2013-2020.....	27	Figura 21. Puntos de apropiación de agua por tipo de uso de la Región 6 Teziutlán, 2022.	63
Figura 6. Distribución espacial de la superficie forestal al 2020	27	Figura 22. Puntos de apropiación social de agua de la Región 7 Chignahuapan, 2022.	68
Figura 7. Distribución espacial de acuíferos localizados de en Puebla	28	Figura 23. Apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 8 Libres, 2022.	73
Figura 8. Disponibilidad media anual de las cuencas de Puebla	29	Figura 24. Apropiación social del agua por tipo de uso de la Región 9 Quimixtlán, 2022..	78
Figura 9. Interrelaciones del sistema socioambiental.....	32	Figura 25. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 10 Acatzingo, 2022.....	82
Figura 10: Esquema conceptual del nexo agua-energía-alimentos	34	Figura 26. Apropiación social del agua de la Región 11 Ciudad Serdán, 2022.	86
Figura 11: Gramática del metabolismo hídrico	35	Figura 27. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 12 Tecamachalco, 2022. 91	
Figura 12: Ejemplo de niveles jerárquicos y relaciones del SS y el SE dentro del SSE	36	Figura 28. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 13 Tehuacán, 2022.....	95
Figura 13: Ejemplo de gramática del agua del sistema socioecológico para la producción de alimentos en el estado de Puebla	36	Figura 29. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso y municipio de la Región 14 Sierra Negra, 2022.....	100
Figura 14. Ejemplo de tasas e indicadores de intensidad y densidad metabólicos de un distrito de riego	37	Figura 30. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso y municipio de la Región 15 Izúcar de Matamoros, 2022.	103
Figura 15. Regiones económicas del estado de Puebla.....	38		
Figura 16. Puntos de apropiación social del agua por tipo de uso de la Región Xicotepec, 2022.	42		

Figura 31. Puntos de apropiación de agua por tipo de uso de la Región 16 Chiautla, 2022. 108

Figura 32. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 17 Acatlán, 2022. 113

Figura 33. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 18 Tepexi de Rodríguez, 2022. 118

Figura 34. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 19 Atlixco, 2022. 123

Figura 35. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 20 San Martín Texmelucan, 2022..... 127

Figura 36. Puntos de apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 21-31 Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 2022. 132

Figura 37. Apropiación social de agua por tipo de uso de la Región 32 Tepeaca, 2022. 138

