



Campus Puebla

Proyección de la disponibilidad y demanda de agua del acuífero del Valle de Tecamachalco, Puebla.

Dr. Luis Alberto Villarreal Manzo
Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados, *Campus Puebla*

20 de febrero de 2020

Contenido

1. Introducción
2. Materiales y métodos
3. Resultados y discusión
4. Conclusiones



1. Introducción

1.1 Generalidades de los acuíferos en México

Actualmente, México presenta una crisis en la sobreexplotación de sus acuíferos. En 1975, existían de un total de 653 acuíferos, 32 acuíferos sobreexplotados; 80 en 1985, 101 en el 2008 y actualmente son 106 (SEMARNAT-CONAGUA, 2014).

La reserva de agua subterránea del país se está minando a un ritmo de casi 6 km³ por año. De tal manera que la sobreexplotación de los acuíferos es uno de los problemas más importantes para el manejo de agua subterránea (Gutiérrez *et al.*, 2002). Además de la ineficiencia en el uso del recurso, principalmente en el sector agropecuario, donde se pierde cerca del 60% particularmente durante la conducción (Carabias, *et al.*, 2005).

1. Introducción

1.2 Generalidades del acuífero del Valle de Tecamachalco

El Acuífero del Valle de Tecamachalco (AVT), pertenece a la Región Hidrológica IV Balsas, una de las más importantes de México ya que alberga a los estados con mayor población del centro del país. El acuífero presentaba un déficit de agua, en 2002, de 32.09 millones de metros cúbicos anuales, para el 2013, este se incrementó a 46.78 millones de metros cúbicos anuales, y actualmente es de -49.10 millones de metros cúbicos anuales, mientras que la recarga media anual es del orden de 157,1 millones de m^3 . (DOF SEMARNAT 2003; DOF SEMARNAT 2009; DOF SEMARNAT 2015), (Carabias, *et al.*, 2005), (Citados por Hernández *et al.*, 2016).

1.3 Generalidades de un acuífero

TIPOS DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLOGICOS

Desde el punto de vista de su comportamiento hidrogeológico se distinguen los siguientes tipos de materiales:

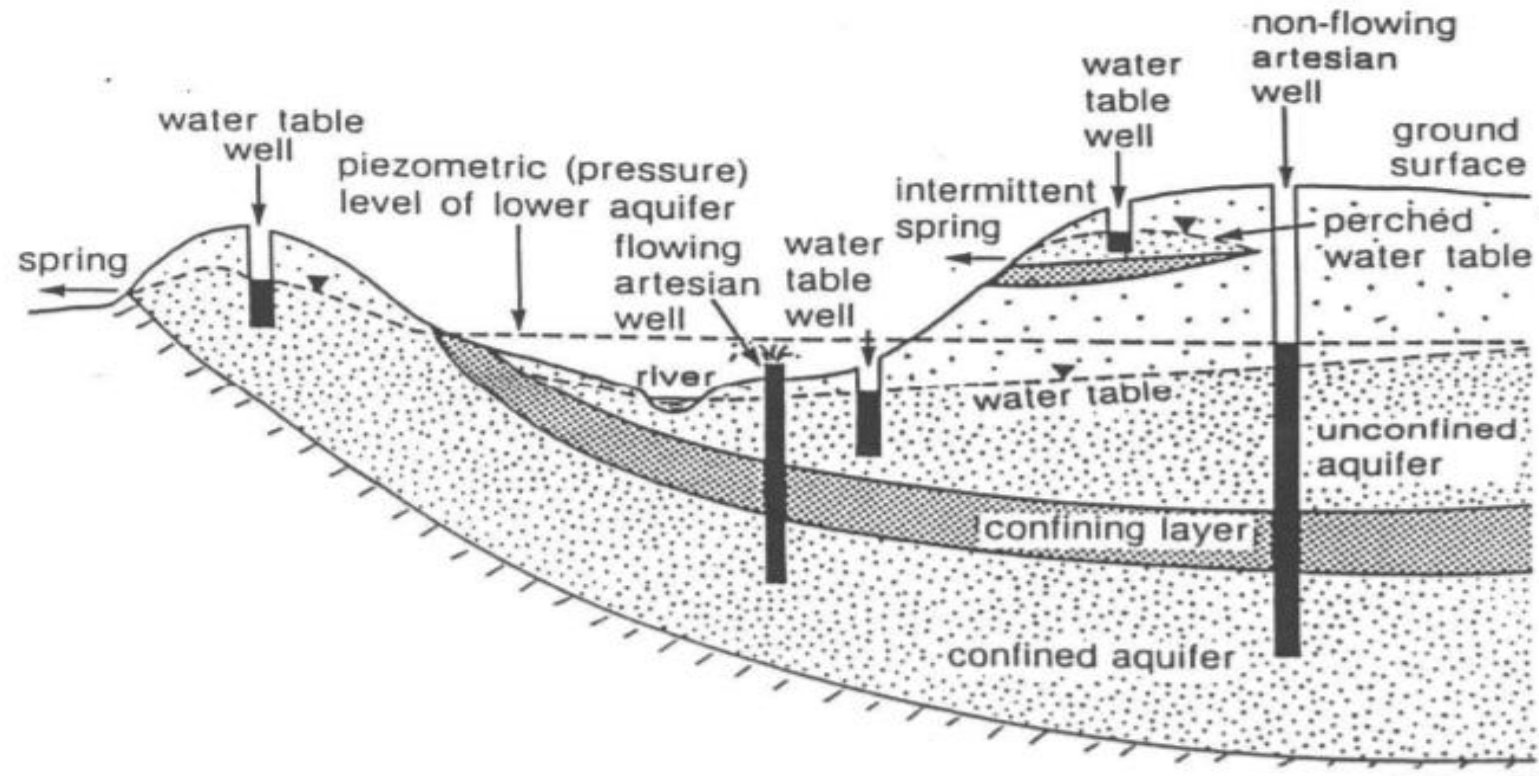
Acuífero: formación geológica capaz de contener y transmitir agua en cantidades significativas. Por ejemplo las terrazas fluviales, las calizas del acuífero del Valle de Tecamachalco.

Acuitardo: formación geológica capaz de contener agua y transmitirla lentamente. Por ejemplo los limos arenosos, y en parte, el acuífero terciario detrítico del Valle de Libres-Oriental.

Acuicludo: formación geológica capaz de contener agua pero no transmitirla. Por ejemplo las formaciones arcillosas; de hecho se consideran como “impermeables”.

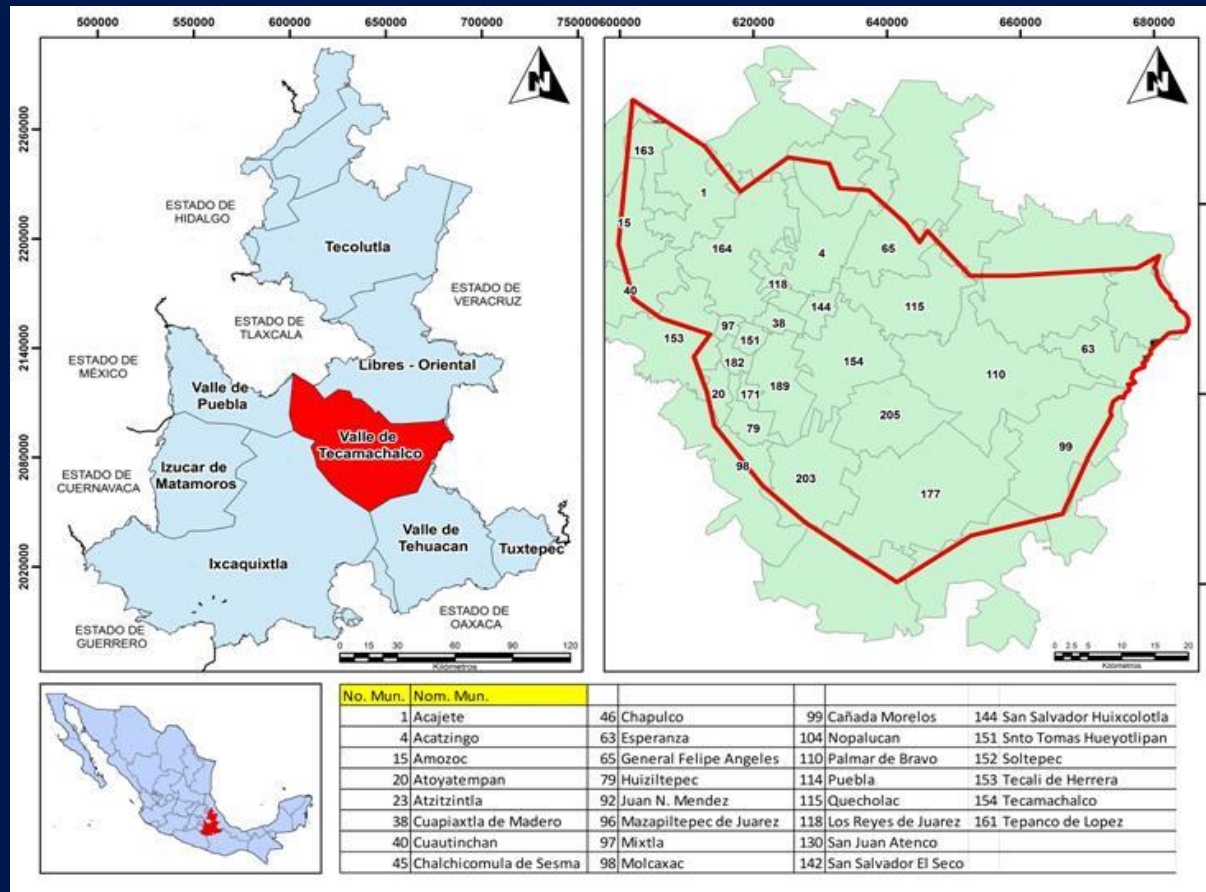
Acuífugo: formación geológica que no contiene ni transmite agua. Por ejemplo las rocas ígneas no fracturadas ni meteorizadas.

1.4 Tipos de acuíferos

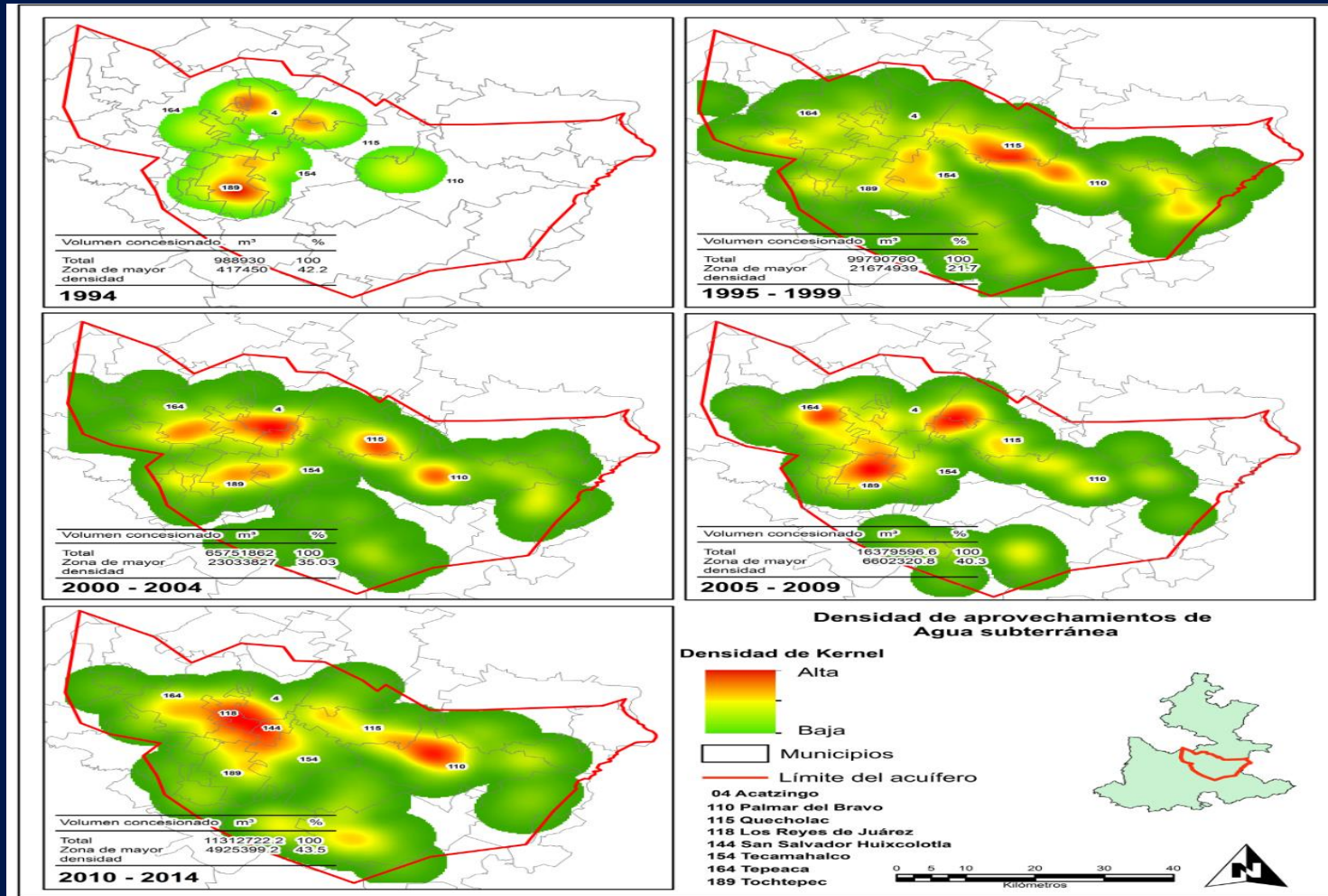


Figural.- Tipos de acuíferos: libre, confinado, colgado, regional y local. (Brassington, 1995).

1.5 Evolución temporal y espacial de los aprovechamientos de agua del Acuífero del Valle de Tecamachalco

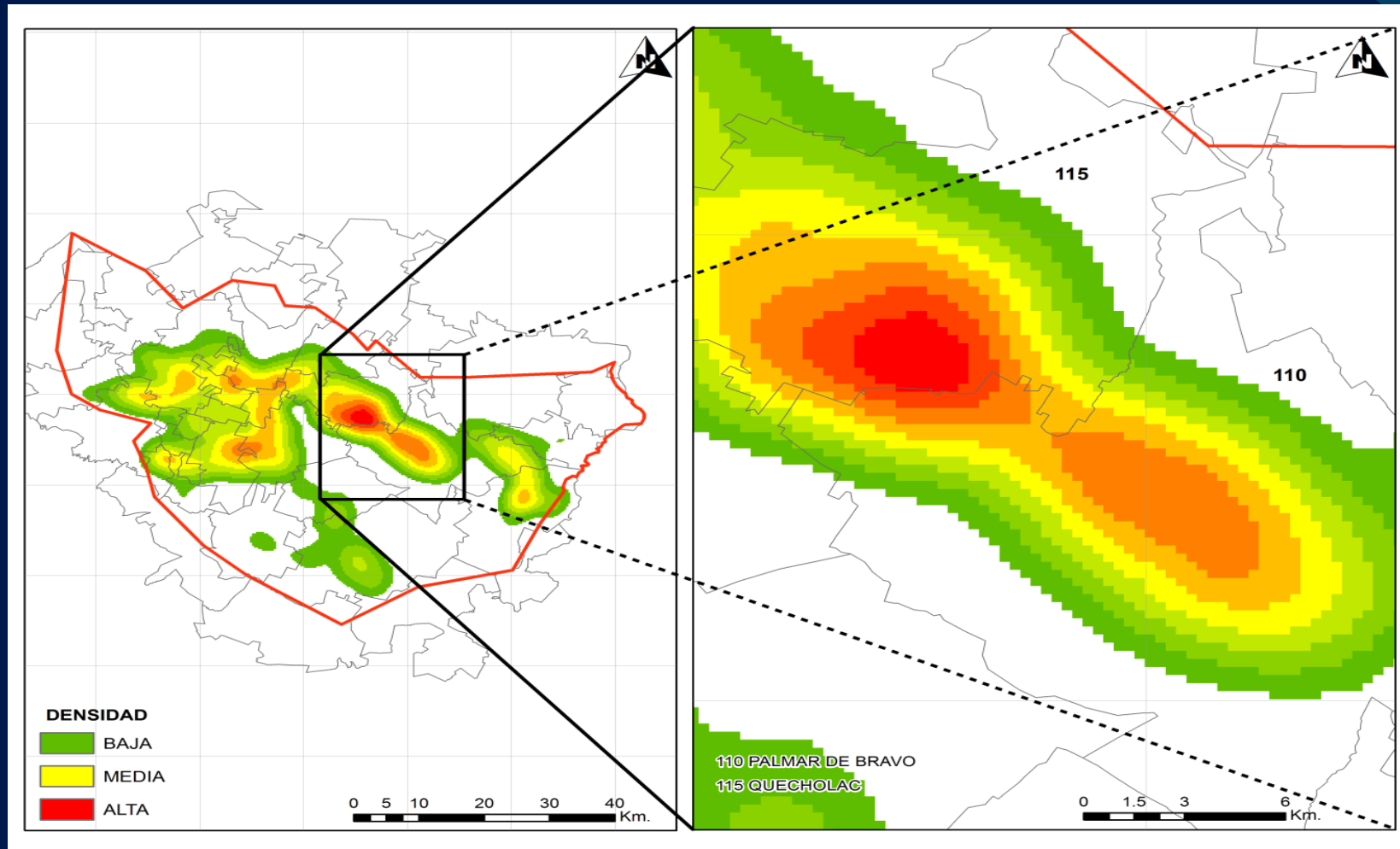


Ubicación del Acuífero del Valle de Tecamachalco y los acuíferos del estado de Puebla. Hernández *et al.*, 2019.

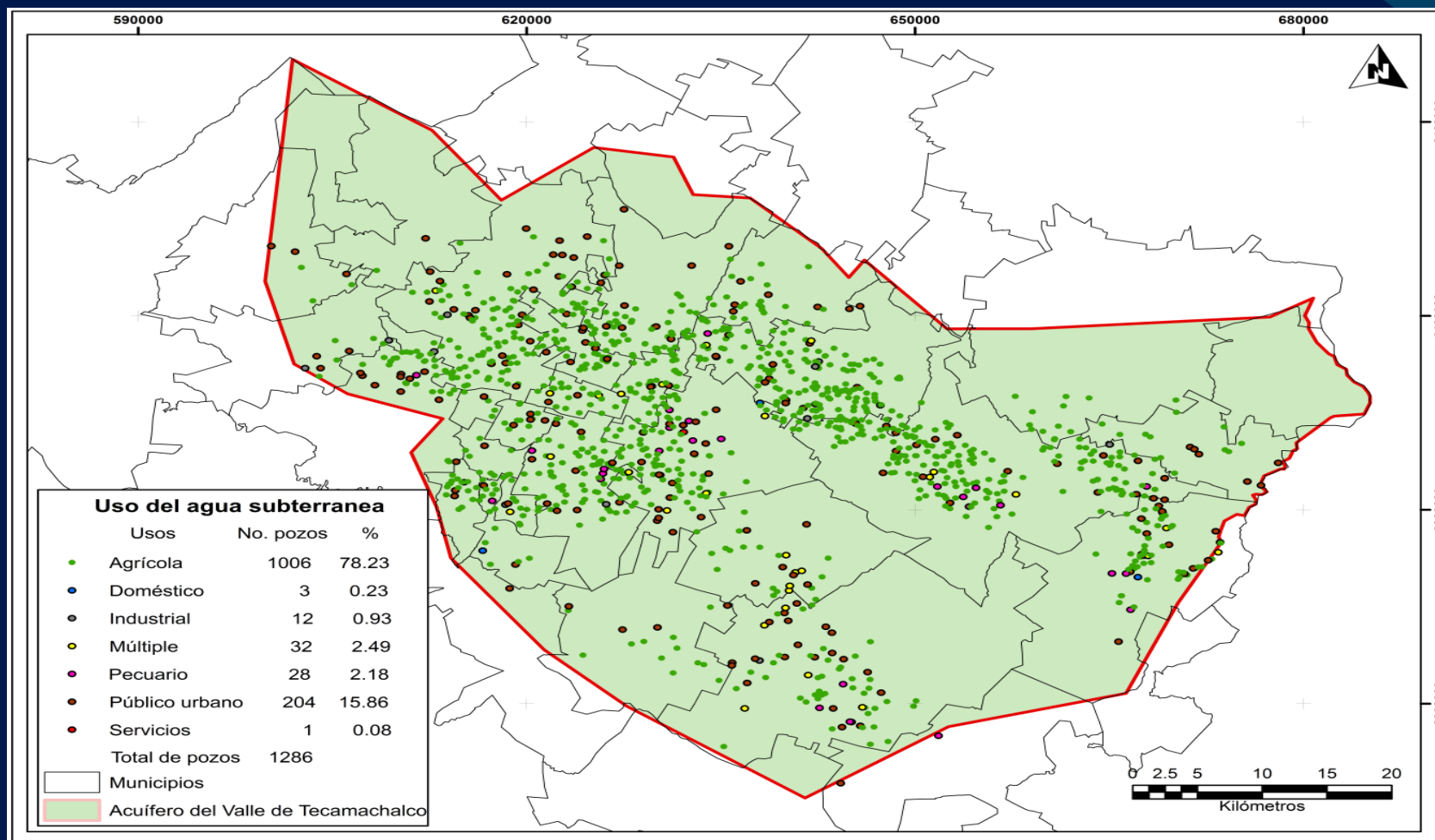


Patrones de distribución espacial de aprovechamientos de agua subterránea del AVT en cinco momentos del periodo analizado.

Fuente: Hernández et al. 2019 con información del REPDA de la CONAGUA.



Zona de mayor densidad de aprovechamientos de agua subterránea de 1994 a 2014. Hernández et al. 2019.



Distribución geoespacial de los aprovechamientos de agua subterránea y sus usos.

Fuente: Hernández et al. 2019 con información del REPDA de la CONAGUA.

Metodología

1. Delimitación del acuífero
2. Compilación de información agrícola
3. Estimación de los requerimientos de riego
4. Estimación de demandas no agrícolas

2. Materiales y métodos

2.1 Estadística agrícola 2017 del acuífero del Valle de Tecamachalco

Ciclicos y perennes	Cultivo	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1	Maíz grano	18556.28	18556.28	116046.57	4.89	3786.47	432068.30
2	Alfalfa verde	9643.60	9643.60	759730.50	78.63	514.78	338210.48
3	Frijol	3692.74	3692.74	4617.89	1.38	12508.16	60918.48
4	Lechuga	2611.73	2611.73	58232.79	16.97	2996.79	207886.87
5	Sorgo grano	2319.50	2319.50	14337.89	6.02	3195.21	45596.93
6	Brócoli	2093.50	2093.50	38977.86	17.05	4864.25	179041.66
7	Maíz forrajero	1855.20	1855.20	113779.76	116.82	1296.73	59336.23
8	Col (Repollo)	1600.50	1600.50	69139.79	36.00	2126.87	143592.29
9	Cilantro	1599.64	1599.64	29692.97	18.67	3175.95	119060.17
10	Avena forrajera	1448.50	1448.50	37871.32	22.26	543.69	18063.28
11	Cebolla	1395.92	1395.92	23095.34	15.78	4623.98	119967.06
12	Tomate verde	1353.50	1353.50	19878.72	13.81	5092.75	117917.58
13	Zanahoria	1269.72	1269.72	36381.17	24.73	2337.59	108837.92
14	Elote	910.50	910.50	19094.30	17.28	2624.61	31474.23
15	Calabacita	891.00	891.00	12644.55	15.64	4101.80	60211.36
16	Rábano	830.30	830.30	19440.82	21.80	2709.95	52140.86
17	Haba verde	661.36	661.36	2835.32	4.08	4985.98	15710.53
18	Haba grano	617.20	617.20	1677.94	2.07	9332.02	9805.69
19	Ejote	548.00	548.00	4582.75	9.00	6345.19	27107.96
20	Chile verde	472.00	472.00	2859.02	5.92	17811.90	42472.63
21	Tomate rojo (Jitomate)	378.71	378.71	62389.31	140.31	6693.00	428292.30

2.1 Estadística agrícola 2017 del acuífero del Valle de Tecamachalco

22	Coliflor	375.00	375.00	8841.25	24.92	3190.12	31235.05
23	Zempoalxochitl	346.00	346.00	3003.15	8.41	3267.61	12134.99
24	Betabel	343.00	343.00	7504.14	19.62	3354.49	26805.98
25	Chícharo	309.60	309.60	1997.79	6.39	7007.39	12989.42
26	Espinaca	253.00	253.00	4582.13	17.98	2796.17	13906.99
27	Statice	220.00	220.00	2173.50	9.43	3412.33	5391.56
28	Acelga	219.00	219.00	4265.72	19.64	1963.31	10528.03
29	Poro	182.00	182.00	2533.47	13.69	4693.11	11881.72
30	Nube	170.50	170.50	1370.04	7.92	6754.50	9102.50
31	Trigo grano	164.50	164.50	248.51	2.73	3775.36	772.05
32	Alhelí	152.00	152.00	1263.33	8.36	5945.87	7629.37
33	Apio	150.50	150.50	6307.79	42.76	4770.53	26180.64
34	Pepino	110.50	110.50	2959.25	23.36	4506.36	15013.51
35	Nabo	104.50	104.50	1842.75	21.22	2165.21	5080.11
36	Aguacate	98.00	98.00	2,120.14	10.99	14,591.47	30,935.95
37	Ajo	72.50	72.50	877.34	11.63	16771.50	14859.68
38	Manzanilla	49.50	26.50	182.29	8.57	5916.51	816.16
39	Huauzontle	39.00	39.00	254.30	9.29	4599.13	1169.36
40	Perejil	24.20	24.20	423.53	16.49	3953.23	1702.19
41	Durazno	22.00	22.00	137.46	6.22	14375.21	1967.29
42	Amaranto	6.00	6.00	11.72	2.24	6532.43	76.47
43	Hierbabuena	2.00	2.00	47.20	23.60	5415.73	255.62
		58,162.70	58,139.70	1,500,253.38	21.04	5,381.98	2,858,147.45

2.2 Escenarios sobre el uso agrícola del agua

Necesidades hídricas Penman-Monteith

Mes	No. de días	Ajuste por	Radiación	Calor latente	Ajuste por	Temperatura	Velocidad	Déficit	ET _o	ET _o	K _c	ET _p
	del ciclo	Temperatura	neta	de vaporizcion	Humedad	promedio	del viento	de presion		para mes		para ciclo vegetativo
								de vapor		completo		
			R _n (cal/cm ² día)	L (cal/g)		T (°C)	u ₂ (m/s)	(es - ea) (mb)	(mm/día)	(mm/mes)		
Abr	30	0.56	298.90	585.10	0.17	19.50	4.98	10.83	5.60	168.00	0.47	79.00
May	31	0.58	301.00	585.10	0.17	19.50	4.52	8.85	5.10	158.10	0.65	102.80
Jun	30	0.58	316.90	585.40	0.17	18.90	4.47	6.83	4.70	141.00	0.94	132.50
Jul	31	0.57	299.40	585.80	0.17	18.00	4.77	6.30	4.50	139.50	1.06	147.90
Ago	31	0.58	282.80	585.70	0.17	18.30	4.38	6.51	4.30	133.30	1.01	134.60
Sep	27	0.62	276.70	585.80	0.19	18.00	3.18	5.03	3.80	114.00	0.89	91.30
Sumas y medias	180		1775.70	3512.90		112.20	26.30	44.35	28.00	853.90		688.10

Requerimiento de riego Penman-Monteith

Mes	RH (mm/mes)	P (mm/mes)	Pe (mm/mes)	RR (mm/mes)
Abr	79.00	16.40	11.80	67.20
May	102.80	76.40	53.70	49.10
Jun	132.50	95.20	69.50	63.00
Jul	147.90	48.80	39.70	108.20
Ago	134.60	44.60	35.50	99.10
Sep	91.30	55.90	39.60	51.70
Sumas	688.10	337.30	249.80	438.30

CULTIVO:
CICLO VEGETATIVO:
FECHA DE SIEMBRA:
NECESIDAD HIDRICA:

RESUMEN

Maíz grano
180 días
1 de Abril
688,1 mm

2.3 Uso consuntivo total del patrón de cultivos

Cultivo	Riego		Demanda neta de riego	UC total
	Hectáreas	%	m ³ * ha	m ³ /año
Maíz grano	18556.28	31.92	4,383.00	81,332,175.24
Alfalfa verde	9643.60	16.59	10,565.00	101,884,634.00
Frijol	3692.74	6.35	2,538.00	9,372,174.12
Lechuga	2611.73	4.49	3,385.00	8,840,706.05
Sorgo grano	2319.50	3.99	6,473.00	15,014,123.50
Brócoli	2093.50	3.60	6,338.00	13,268,603.00
Maíz forrajero	1855.20	3.19	4,358.00	8,084,961.60
Col (Repollo)	1600.50	2.75	6,281.00	10,052,740.50
Cilantro	1599.64	2.75	1,845.00	2,951,335.80
Avena forrajera	1448.50	2.49	5,387.00	7,803,069.50
Cebolla	1395.92	2.40	3,931.00	5,487,361.52
Tomate verde	1353.50	2.33	3,717.00	5,030,959.50
Zanahoria	1269.72	2.18	4,377.00	5,557,564.44
Elote	910.50	1.57	4,383.00	3,990,721.50
Calabacita	891.00	1.53	2,055.00	1,831,005.00
Rábano	830.30	1.43	1,817.00	1,508,655.10
Haba verde	661.36	1.14	7,318.00	4,839,832.48
Haba grano	617.20	1.06	7,318.00	4,516,669.60
Ejote	548.00	0.94	2,585.00	1,416,580.00
Chile verde	472.00	0.81	5,424.00	2,560,128.00
Tomate rojo (Jitomate)	378.71	0.65	3,717.00	1,407,665.07

2.3 Uso consuntivo total del patrón de cultivos

Cultivo	Riego		Demanda neta de riego m ³ * ha	UC total m ³ /año
	Hectáreas	%		
Coliflor	375.00	0.64	6,308.00	2,365,500.00
Zempoalxochitl	346.00	0.60	2,095.00	724,870.00
Betabel	343.00	0.59	2,819.00	966,917.00
Chícharo	309.60	0.53	2,463.00	762,544.80
Espinaca	253.00	0.44	2,051.00	518,903.00
Statice	220.00	0.38	3,750.00	825,000.00
Acelga	219.00	0.38	2,051.00	449,169.00
Poro	182.00	0.31	3,390.00	616,980.00
Nube	170.50	0.29	3,750.00	639,375.00
Trigo grano	164.50	0.28	5,115.00	841,417.50
Alhelí	152.00	0.26	2,945.00	447,640.00
Apio	150.50	0.26	4,909.00	738,804.50
Pepino	110.50	0.19	2,598.00	287,079.00
Nabo	104.50	0.18	3,931.00	410,789.50
Aguacate	98.00	0.17	11,167.00	1,094,366.00
Ajo	72.50	0.12	1,864.00	135,140.00
Manzanilla	26.50	0.05	4,181.00	110,796.50
Huauzontle	39.00	0.07	3,771.00	147,069.00
Perejil	24.20	0.04	1,845.00	44,649.00
Durazno	22.00	0.04	4,156.00	91,432.00
Amaranto	6.00	0.01	2,743.00	16,458.00
Hierbabuena	2.00	0.00	1,839.00	3,678.00
Total	58,139.70	100.00	177,936.00	308,990,243.32

2.4 Uso consuntivo oficial; urbano y rural del acuífero

Nombre		2010	2017	2030	2050	2070
Acajete	001	60,353	65,034	71,632	79,511	87,391
Acatzingo	004	52,078	56,117	61,810	68,610	75,409
Amozoc	015	100,964	108,795	119,832	133,014	146,196
Atoyatempan	020	6,426	6,924	7,627	8,466	9,305
Atzitzintla	023	8,408	9,060	9,979	11,077	12,175
Cañada Morelos	099	18,954	20,424	22,496	24,971	27,445
Cuapiaxtla de Madero	038	8,709	9,384	10,337	11,474	12,611
Cuautinchán	040	9,538	10,278	11,320	12,566	13,811
Chalchicomula de Sesma	045	43,882	47,285	52,083	57,812	63,541
Esperanza	063	13,785	14,854	16,361	18,161	19,961
General Felipe Ángeles	065	19,040	20,517	22,598	25,084	27,570
Huitziltepec	079	5,306	5,718	6,298	6,990	7,683
Los Reyes de Juárez	118	25,553	27,535	30,328	33,665	37,001
Mixtla	097	2,216	2,388	2,630	2,919	3,209
Molcaxac	098	6,218	6,700	7,380	8,192	9,004
Palmar de Bravo	110	42,887	46,213	50,902	56,501	62,100
Quecholac	115	47,281	50,948	56,117	62,290	68,463
San Salvador Huixcolotla	144	13,541	14,591	16,072	17,839	19,607
Santo Tomás Hueyotlipan	151	8,016	8,638	9,514	10,561	11,607
Tecali de Herrera	153	20,267	21,839	24,055	26,701	29,347
Tepeaca	164	74,708	80,502	88,670	98,423	108,177
Tecamachalco	154	71,571	77,122	84,946	94,290	103,635
Tepatlxaco de Hidalgo	163	16,275	17,537	19,317	21,441	23,566
Tepeyahualco de Cuauhtémoc	170	16,390	17,661	19,453	21,593	23,733
Tlacotepec de Benito Juárez	177	48,268	52,012	57,288	63,590	69,892
Tlanepantla	182	4,833	5,208	5,736	6,367	6,998
Tochtepec	189	19,701	21,229	23,383	25,955	28,527
Xochitlán Todos Santos	203	6,049	6,518	7,179	7,969	8,759
Yehualtepec	205	22,976	24,758	27,270	30,269	33,269
Total[1]		794,193	855,789	942,614	1,046,302	1,149,989
población urbana		571,819	616,168	678,682	753,337	827,992
uso consuntivo (l/d/hab)	150					
uso consuntivo (m³/d)		85,773	92,425	101,802	113,001	124,199
población rural		222,374	239,621	263,932	292,964	321,997
uso consuntivo (l/d/hab)	75					
uso consuntivo (m³/d)		16,678	17,972	19,795	21,972	24,150
Uso consuntivo del acuífero (m3/año)		37,394,577	40,294,843	44,382,979	49,265,107	54,147,235

2.5 Uso consuntivo ajustado; urbano y rural del acuífero

Nombre		2010	2017	2030	2050	2070
Acajete	001	60,353	65,034	71,632	79,511	87,391
Acatzingo	004	52,078	56,117	61,810	68,610	75,409
Amozoc	015	100,964	108,795	119,832	133,014	146,196
Atoyatempan	020	6,426	6,924	7,627	8,466	9,305
Atzitzintla	023	8,408	9,060	9,979	11,077	12,175
Cañada Morelos	099	18,954	20,424	22,496	24,971	27,445
Cuapiaxtla de Madero	038	8,709	9,384	10,337	11,474	12,611
Cuautinchán	040	9,538	10,278	11,320	12,566	13,811
Chalchicomula de Sesma	045	43,882	47,285	52,083	57,812	63,541
Esperanza	063	13,785	14,854	16,361	18,161	19,961
General Felipe Ángeles	065	19,040	20,517	22,598	25,084	27,570
Huitziltepec	079	5,306	5,718	6,298	6,990	7,683
Los Reyes de Juárez	118	25,553	27,535	30,328	33,665	37,001
Mixtla	097	2,216	2,388	2,630	2,919	3,209
Molcaxac	098	6,218	6,700	7,380	8,192	9,004
Palmar de Bravo	110	42,887	46,213	50,902	56,501	62,100
Quecholac	115	47,281	50,948	56,117	62,290	68,463
San salvador Huixcolotla	144	13,541	14,591	16,072	17,839	19,607
Santo Tomás Hueyotlipan	151	8,016	8,638	9,514	10,561	11,607
Tecali de Herrera	153	20,267	21,839	24,055	26,701	29,347
Tepeaca	164	74,708	80,502	88,670	98,423	108,177
Tecamachalco	154	71,571	77,122	84,946	94,290	103,635
Tepatlatxco de Hidalgo	163	16,275	17,537	19,317	21,441	23,566
Tepeyahualco de Cuauhtémoc	170	16,390	17,661	19,453	21,593	23,733
Tlacotepec de Benito Juárez	177	48,268	52,012	57,288	63,590	69,892
Tlanepantla	182	4,833	5,208	5,736	6,367	6,998
Tochtepec	189	19,701	21,229	23,383	25,955	28,527
Xochitlán Todos Santos	203	6,049	6,518	7,179	7,969	8,759
Yehualtepec	205	22,976	24,758	27,270	30,269	33,269
Total[1]		794,193	855,789	942,614	1,046,302	1,149,989
población urbana		571,819	616,168	678,682	753,337	827,992
uso consuntivo (l/d/hab)	100					
uso consuntivo (m³/d)		57,182	61,617	67,868	75,334	82,799
población rural		222,374	239,621	263,932	292,964	321,997
uso consuntivo (l/d/hab)	50					
uso consuntivo (m³/d)		11,119	11,981	13,197	14,648	16,100
Uso consuntivo del acuífero (m3/año)		24,929,718	26,863,229	29,588,653	32,843,405	36,098,156

2.6 Tabla comparativa de usos consuntivos del acuífero

Datos oficiales 2017			Calculado		Ajustado	
VCAS	Porcentaje	206,202,251.00	Porcentaje	201,114,624.98	Porcentaje	187,941,145.37
DOF 20 abril 2015	%	m ³	%	m ³	%	m ³
Agrícola	0.83	171,250,969.46	79.08	159,037,278.24	84.62	159,037,278.24
Público	0.16	32,394,373.63	19.65	39,520,438.83	14.02	26,346,959.22
Industria y otros	0.01	2,556,907.91	1.27	2,556,907.91	1.36	2,556,907.91
suma	1.00	206,202,251.00	100.00	201,114,624.98	100.00	187,941,145.37
			Consideraciones: 150 l/hab/día uso urbano 75 l/hab/día uso rural 58,139.70 hectáreas		Consideraciones: 100 l/hab/día uso urbano 50 l/hab/día uso rural 58,139.70 hectáreas	

3. Resultados y discusión

3.1 Escenario oficial de usos consuntivos del acuífero

Acuífero del Valle de Tecamachalco - Escenario de uso de suelo (ponderado general)										
Descripción	2017 (Ha)	Uso consuntivo (M³/año)	2020 (Ha)	Uso consuntivo (M³/año)	2030 (Ha)	Uso consuntivo (M³/año)	2050 (Ha)	Uso consuntivo (M³/año)	2070 (Ha)	Uso consuntivo (M³/año)
Uso agrícola	58,139.70	159,037,278.24	61,046.69	166,989,142.15	64,099.02	175,338,599.26	67,303.97	184,105,529.22	70,669.17	193,310,805.68
Uso público urbano	34,159.00	26,346,959.22	35,866.95	27,589,610.70	37,660.30	29,588,652.87	39,543.31	32,843,404.68	41,520.48	36,098,156.50
Uso Industrial y otros	580.00	2,556,907.91	590.00	2,608,046.07	600.00	2,660,206.99	610.00	2,713,411.13	620.00	2,767,679.35
Total	92,879	187,941,145.37	97,503.64	197,186,798.92	102,359.32	207,587,459.11	107,457.28	219,662,345.03	112,809.65	232,176,641.53

CCXII REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "BALSAS"							
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES							
ESTADO DE PUEBLA							
2101	VALLE DE TECAMACHALCO	157.1	0	206.202251	343	0	-49.102251

R = Recarga media annual

DNCOM - Descarga natural comprometida

VCAS = Volumen concesionado de agua subterránea

VEXTET = Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos

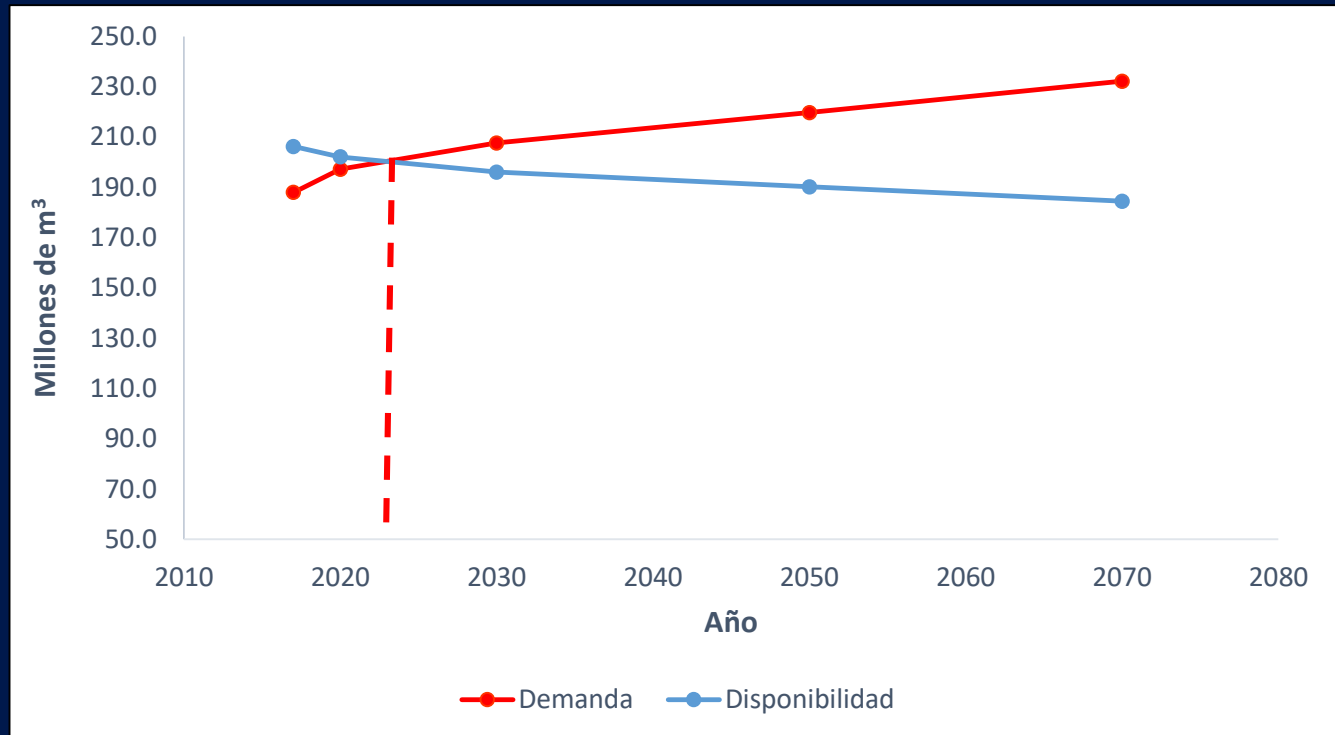
DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea

Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015

3. Resultados y discusión

3.1 Escenario oficial de usos consuntivos del acuífero

Año	Demanda	Disponibilidad	%	Superávit/déficit
2017	187,941,145.37	206,202,251.00	91.14	8.86
2020	197,186,798.92	202,078,205.98	97.58	2.42
2030	207,587,459.11	196,015,859.80	105.90	-5.90
2050	219,662,345.03	190,135,384.01	115.53	-15.53
2070	232,176,641.53	184,431,322.49	125.89	-25.89



3. Resultados y discusión

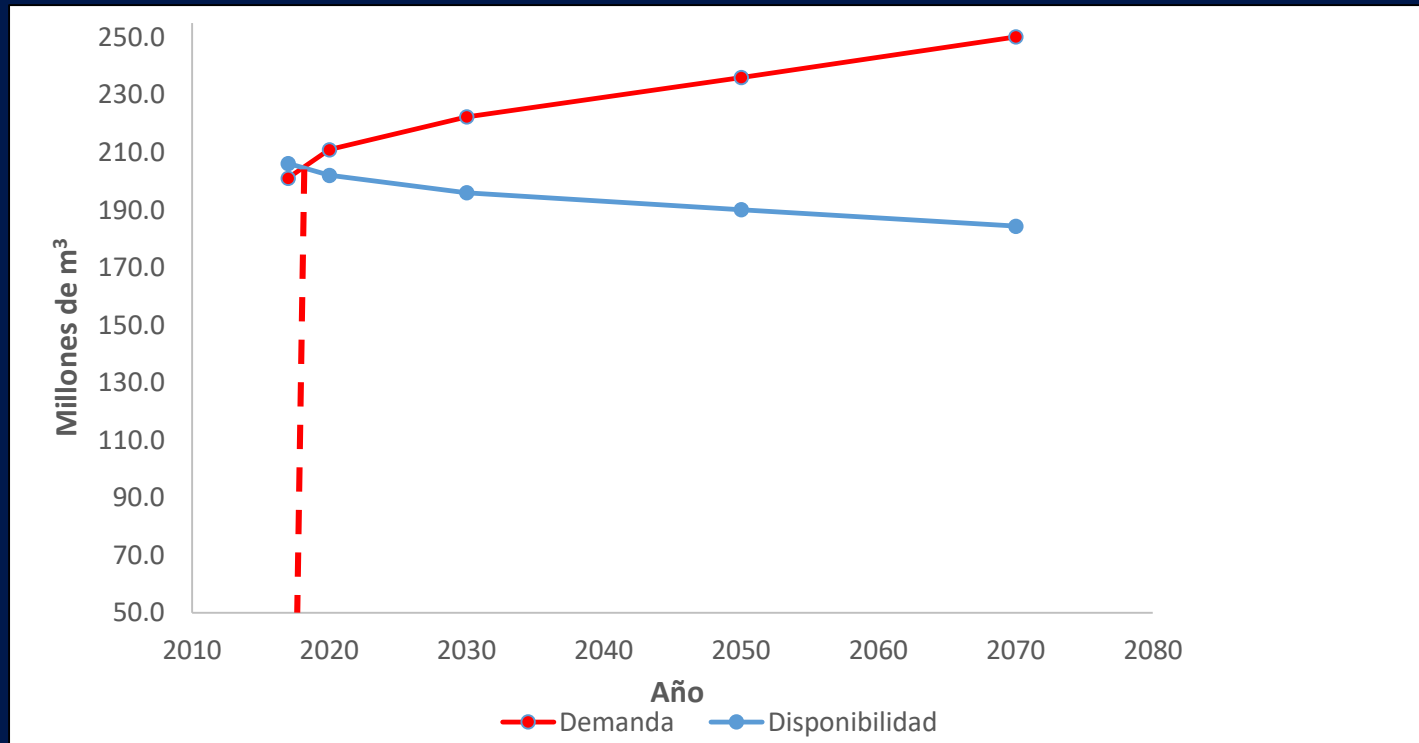
3.2 Escenario ajustado de usos consuntivos del acuífero

Acuífero Valle de Tecamachalco - Escenario de uso consuntivo										
Descripción	2017 (Ha)	Uso consuntivo (M ³ /año)	2020 (Ha)	Uso consuntivo (M ³ /año)	2030 (Ha)	Uso consuntivo (M ³ /año)	2050 (Ha)	Uso consuntivo (M ³ /año)	2070 (Ha)	Uso consuntivo (M ³ /año)
Uso agrícola	58,139.70	159,037,278.24	61,046.69	166,989,142.15	64,099.02	175,338,599.26	67,303.97	184,105,529.22	70,669.17	193,310,805.68
Uso público urbano	34,159.00	39,520,438.83	35,866.95	41,384,416.05	37,660.30	44,382,979.30	39,543.31	49,265,107.02	41,520.48	54,147,234.74
Uso Industrial y otros	580.00	2,556,907.91	590.00	2,608,046.07	600.00	2,660,206.99	610.00	2,713,411.13	620.00	2,767,679.35
Total	92,879	201,114,624.98	97,503.64	210,981,604.27	102,359.32	222,381,785.55	107,457.28	236,084,047.37	112,809.65	250,225,719.78

3. Resultados y discusión

3.2 Escenario ajustado de usos consuntivos del acuífero

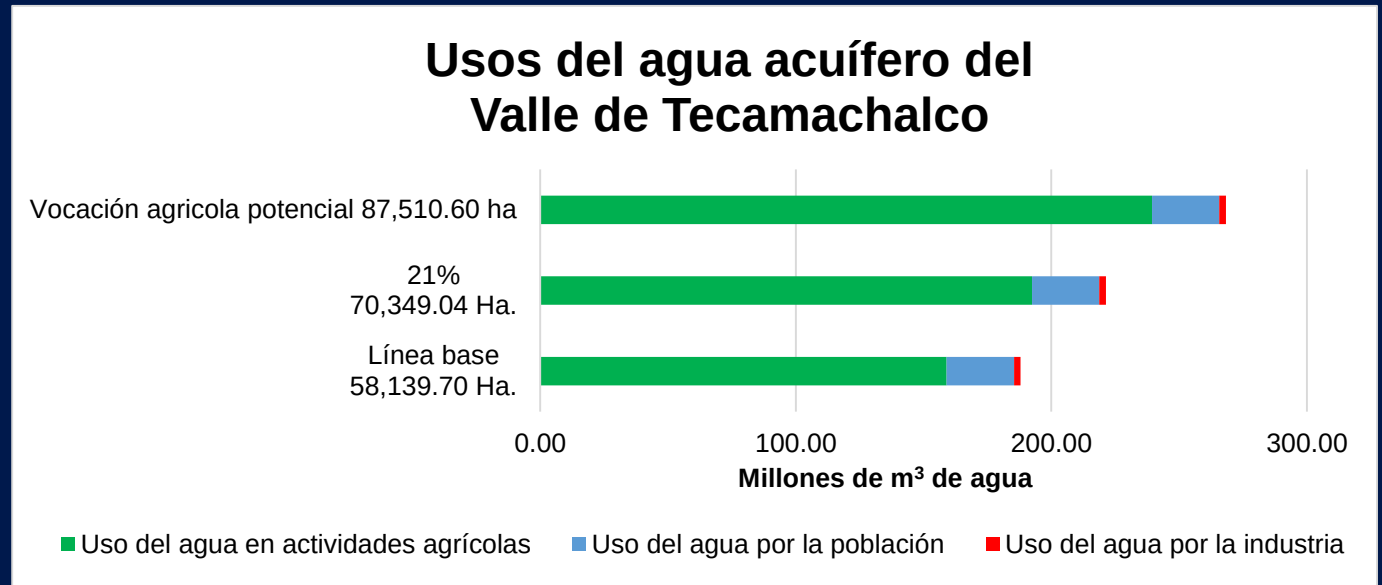
Año	Demanda	Disponibilidad	%	Superávit/déficit
2017	201,114,624.98	206,202,251.00	97.53	2.47
2020	210,981,604.27	202,078,205.98	104.41	-4.41
2030	222,381,785.55	196,015,859.80	113.45	-13.45
2050	236,084,047.37	190,135,384.01	124.17	-24.17
2070	250,225,719.78	184,431,322.49	135.67	-35.67



3. Resultados y discusión

3.3 Usos consuntivos ponderados del acuífero

2017			
Millones de metros cúbicos			
	Uso del agua en actividades agrícolas	Uso del agua por la población	Uso del agua por la industria
Línea base 58,139.70 Ha.	159.04	26.35	2.56
21% 70,349.04 Ha.	192.43	26.35	2.56
Vocación agrícola potencial 87,510.60 ha	239.37	26.35	2.56



4. Conclusiones

4.1 La proyección y construcción de los escenarios actual y futuro, a partir de datos oficiales y ajustados, sobre la disponibilidad y demanda de agua del AVT, proporciona una idea clara sobre la tendencia de reducción paulatina y constante de los volúmenes de agua disponibles y su insuficiencia para satisfacer una demanda creciente, en cada uno de los usos consuntivos de la misma.

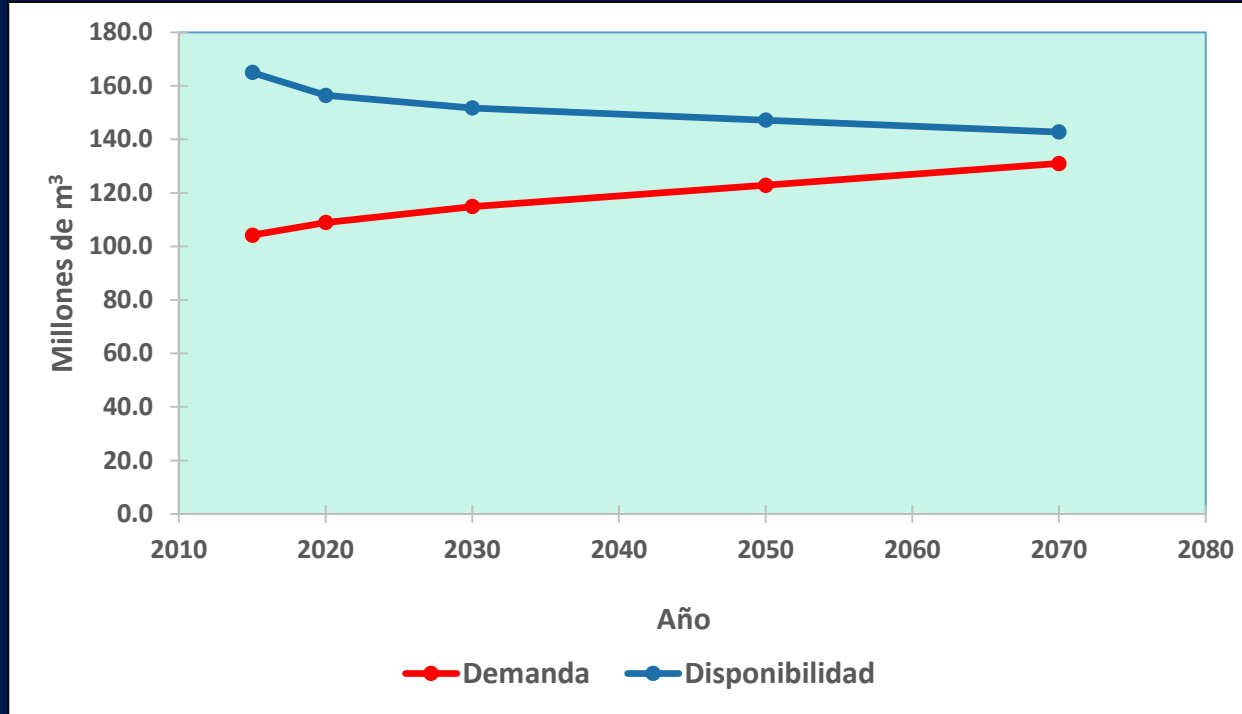
4.2 El escenario construido y proyectado a partir de datos oficiales muestra que aproximadamente a partir del año 2023, la disponibilidad igualará a la demanda, por lo que prácticamente a partir de ese año se registrará un déficit gradual y progresivo de agua en el acuífero, mismo que llegará a ser de aproximadamente el 26% para el año 2070.

4. Conclusiones

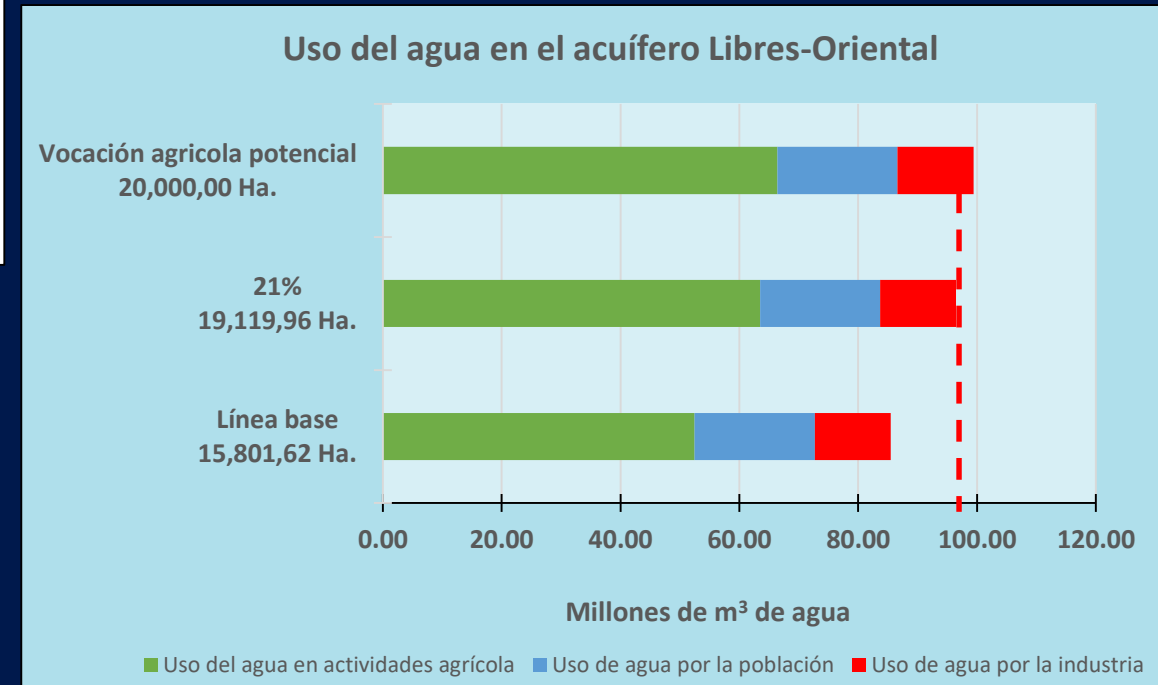
4.3 El escenario ajustado muestra que prácticamente para el año 2018, la disponibilidad es muy cercana a la demanda, por lo que hoy día se estaría ya registrando un déficit de agua en el acuífero, mismo que llegará a ser del orden del 35.67% para el año 2070.

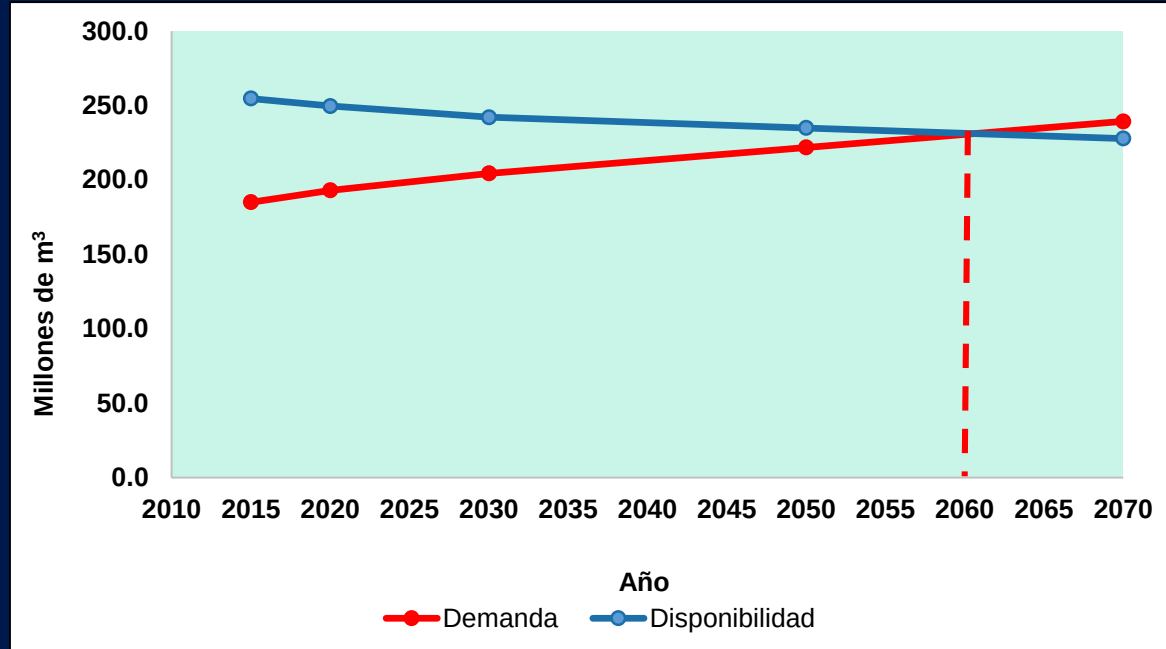
4.4 A partir de los resultados encontrados en el presente estudio, las autoridades de todos los niveles de gobierno, deben implementar acciones tendentes a revertir los efectos negativos de la disminución de la disponibilidad del agua subterránea del acuífero, recomendando, implementando, evaluando y mejorando acciones orientadas a maximizar la recarga natural del acuífero, y sobre todo a realizar un uso más eficiente del agua en todas y cada una de las actividades consuntivas que se realizan en los municipios y localidades asentadas en el área de influencia del acuífero.

5. Escenarios de los acuíferos del estado de Puebla

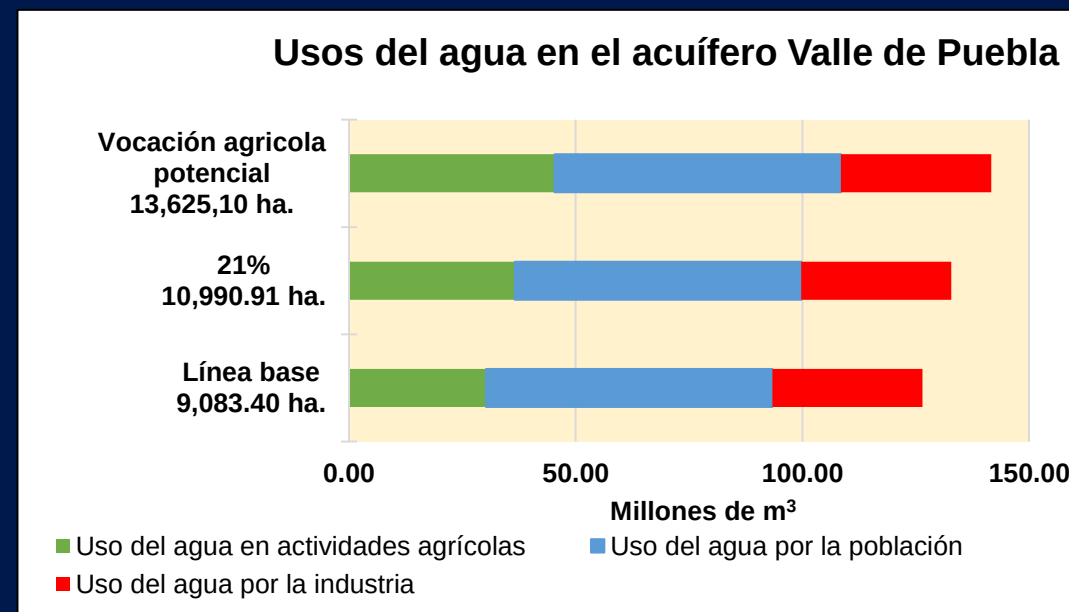


Escenario y usos consuntivos ponderados del acuífero de Libres-Oriental, Pue.

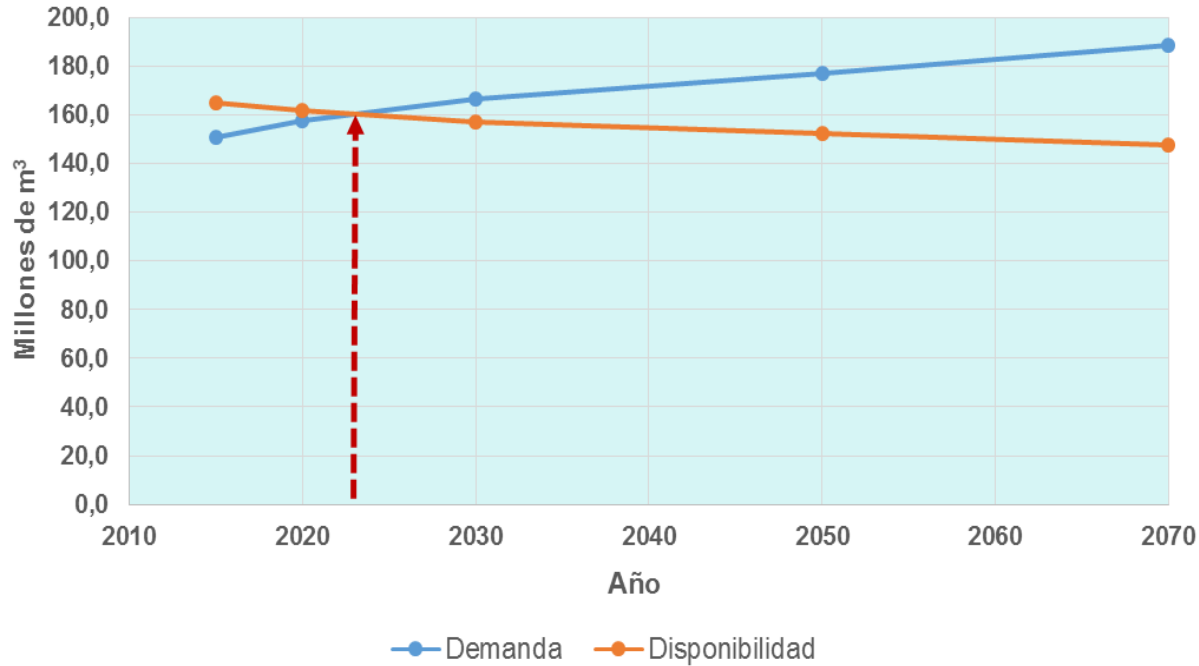




Escenario y usos consuntivos ponderados del acuífero Valle de Puebla.

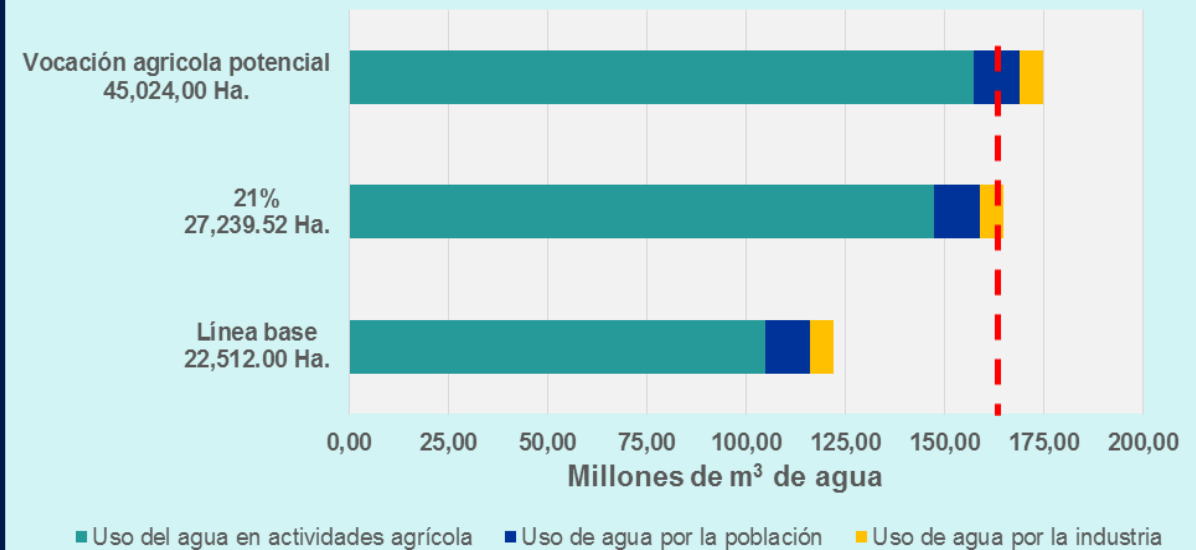


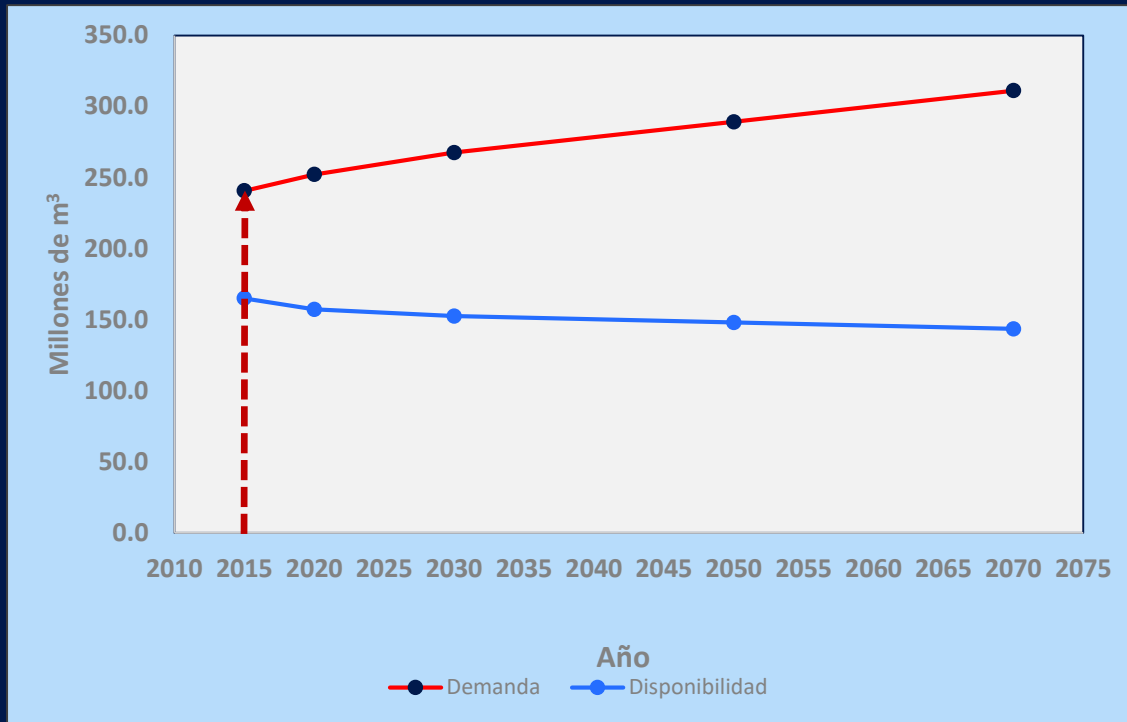
Gráfica de disponibilidad-demanda de agua del acuífero Valle de tehuacán. Período 2015-2070. Datos calculados y ajustados.



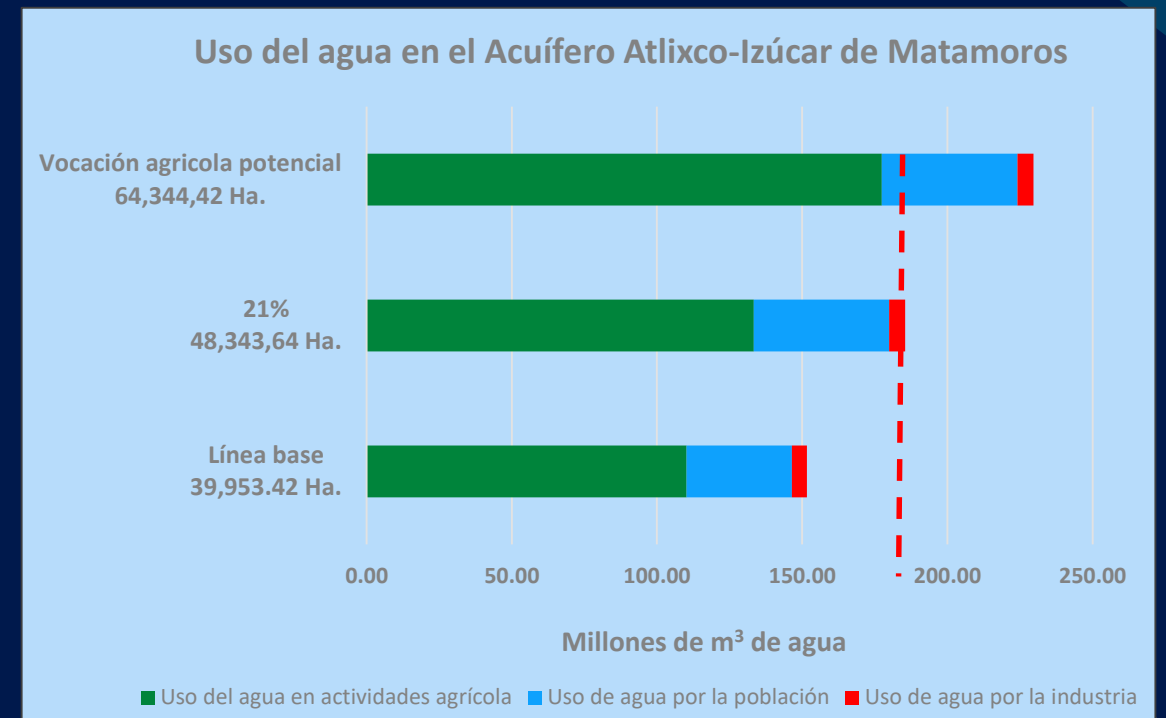
Escenario y usos consuntivos ponderados del acuífero Valle de Tehuacán, Pue.

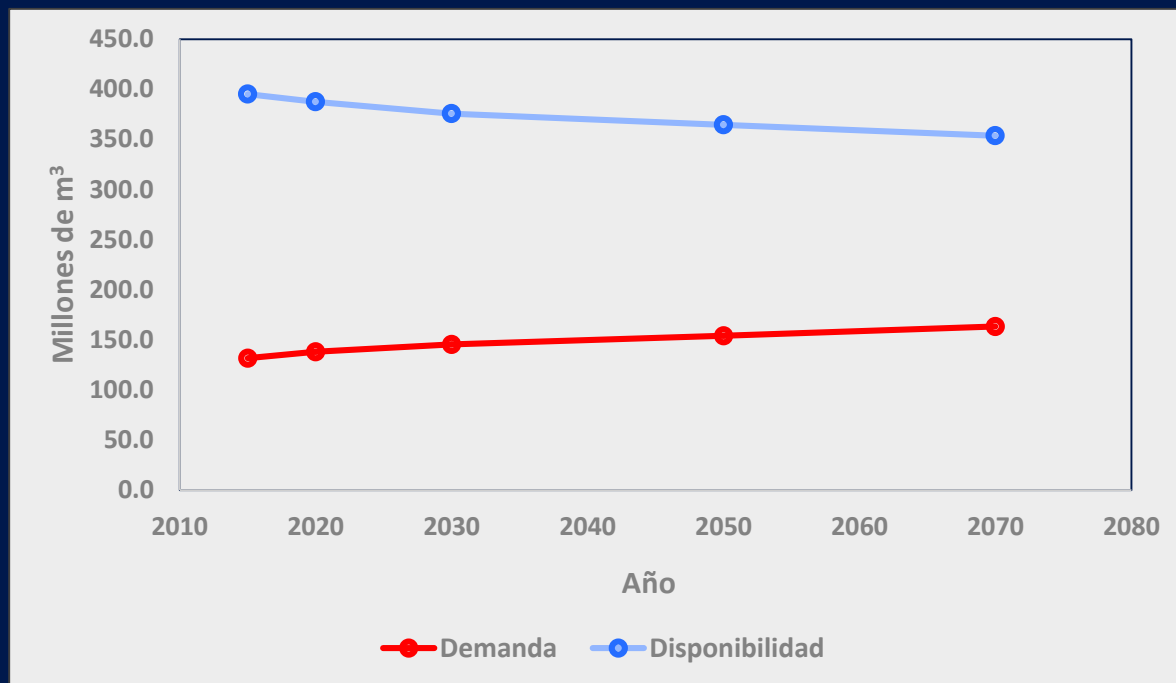
Usos del agua en el Acuífero Valle de Tehuacán



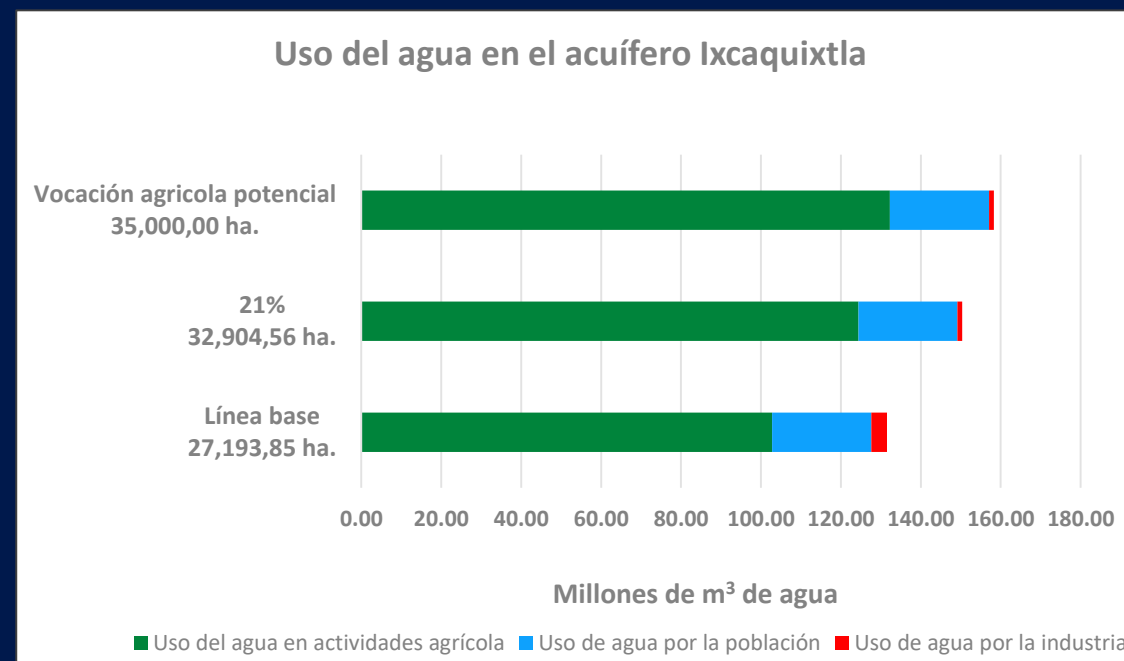


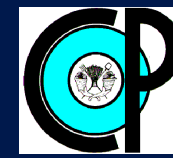
Escenario y usos consuntivos ponderados del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, Pue.





Escenario y usos consuntivos ponderados del acuífero Ixcaquixtla, Pue.





Campus Puebla



Muchas gracias

Dr. Luis Alberto Villarreal Manzo
Profesor Investigador del Colegio
de Postgraduados, *Campus Puebla*

Para citar esta presentación:

Villareal Manzo, Luis A. 2020. **Proyección de la disponibilidad y demanda de agua del acuífero del Valle de Tecamachalco, Puebla.** Serie de Seminarios Virtuales 2020. Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación (COMEI). México. 24 pp.



Consulta el portal del COMEI y sus redes sociales:

www.comeii.com y www.riego.mx