



Investigación y Ciencia

ISSN: 1665-4412

ISSN: 2521-9758

revistaiyc@correo.uaa.mx

Universidad Autónoma de Aguascalientes

México

Rendón-Contreras, Héctor Javier; Chavoya-Gama, Jorge Ignacio;
Morales-Hernández, Julio César; Ramírez-Rodríguez, Horacio
Ciudades turísticas, el agua y su demanda: Escenario al año 2030, Puerto Vallarta, México
Investigación y Ciencia, vol. 29, núm. 82, 2021, Enero-, pp. 72-85
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Aguascalientes, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67470553008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Ciudades turísticas, el agua y su demanda: Escenario al año 2030, Puerto Vallarta, México

Tourist cities, water and its demand: Scenario to 2030, Puerto Vallarta, Mexico



Héctor Javier Rendón-Contreras*✉, Jorge Ignacio Chavoya-Gama*, Julio César Morales-Hernández*, Horacio Ramírez-Rodríguez*

Rendón-Contreras, H. J., Chavoya-Gama, J. I., Morales-Hernández, J. C., & Ramírez-Rodríguez, H. (2021). Ciudades turísticas, el agua y su demanda: Escenario al año 2030, Puerto Vallarta, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 29(82), 72-85.

RESUMEN

La vocación turística en una zona geográfica demanda los servicios básicos, entre ellos el abastecimiento de agua potable, por lo que es importante satisfacer su demanda y prever su consumo entre la población local y su principal actividad económica, el turismo. Determinar las necesidades de consumo de agua, tanto de la industria turística como de uso residencial es de suma importancia para poder satisfacer su suministro y prever las demandas futuras por parte del organismo operador del agua. Por ello, de mantener el consumo de agua actual se sufrirá escasez de este vital líquido en el mediano plazo. El presente trabajo analiza el consumo de agua potable para uso urbano y turístico y la capacidad de producción en la oferta del organismo operador de agua potable en Puerto Vallarta (SEAPAL) y su proyección de oferta-demanda en el mediano plazo (2030).

Palabras clave: agua potable; suministro; demanda; turismo.

Keywords: drinking water; supply; demand; tourism.

Recibido: 4 de mayo de 2020, aceptado: 21 de diciembre de 2020

* Departamento de Ciencias Exactas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad de Guadalajara 203, Ixtapa, Los Tamarindos, C. P. 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México. Correo electrónico: hector.rendon@academicos.udg.mx; jorge.chavoya@academicos.udg.mx; cesarbemarena@gmail.com; horacio.ramirez@academicos.udg.mx ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5205-1788>; <http://orcid.org/0000-0002-6745-1485>; <http://orcid.org/0000-0002-9932-6945>; <http://orcid.org/0000-0003-3878-3138>

✉ Autor para correspondencia

ABSTRACT

The tourist vocation in a geographical area, demands of the main basic services, including the supply of drinking water, therefore it is important to satisfy its demand and anticipate its consumption among the local population and its main economic activity, tourism. Determining the water consumption needs of both the tourism industry and its residential use is of utmost importance in order to satisfy its supply and anticipate future demands by the water operator. Therefore, maintain current water consumption, there will be a shortage of this vital liquid in the medium term. The present work analyzes the consumption of drinking water for urban and tourist use, and the production capacity in the supply of the potable water operator in Puerto Vallarta (SEAPAL) and its projection of supply-demand in the medium term (2030).

INTRODUCCIÓN

La vocación turística en una zona geográfica implica demanda de los principales servicios básicos, entre ellos el abastecimiento de agua potable, tanto para la población residente como para la visitante.

El acceso al agua potable, además de ser uno de los principales indicadores de desarrollo humano, se considera como una parte fundamental dentro de las actividades turísticas, ya que puede influir en la elección de los destinos turísticos (Rico Amorós, 2007). Es de vital importancia satisfacer su demanda y prever el consumo futuro por parte

de los organismos operadores de agua potable, para que les permita optimizar su gestión y a su vez permita satisfacer las exigencias de cualificación y sostenibilidad del sector (Vera Rebollo, 2006).

Determinar las necesidades de consumo de agua, tanto de la industria turística como de uso residencial, es de vital importancia para poder prever su suministro, que permita establecer estrategias para mantener una capacidad de producción (oferta) adecuada a la demanda.

Puerto Vallarta es la segunda ciudad más poblada del estado de Jalisco con 275,640 habitantes para 2015 (CIJ, 2018; INEGI, s. f.). Presenta una tasa de crecimiento media anual de 3.24%, por lo que para 2020 la población podría alcanzar los 299,434 habitantes según el Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG, s. f.). Es considerado como el principal destino turístico de sol y playa del litoral del Pacífico mexicano y el segundo a nivel nacional después de Cancún, en virtud de que a esta zona arriban cerca de cuatro millones de visitantes al año (Chavoya Gama, Rendón Contreras, & Rodríguez Ávalos, 2019).

El brindar alojamiento al visitante en la infraestructura turística sumado al incremento demográfico de la población local puede afectar la disponibilidad natural media de agua per cápita. Por ello se llega a la hipótesis que dice que de mantener un consumo de agua potable actual con la actual producción se sufrirá escasez de este vital líquido en el mediano plazo si no se prevén futuras fuentes de abastecimiento.

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar el consumo de agua potable de una ciudad turística de Puerto Vallarta, determinar las necesidades de consumo tanto de la industria turística como de uso residencial, con la producción de este vital líquido en la próxima década, ya que permitirá generar conocimiento y estrategias que coadyuven de manera pertinente a la toma de decisiones para proveer este recurso de primera necesidad en la población y en su principal actividad económica, el turismo.

Para el desarrollo del presente trabajo se usó el método deductivo con enfoque cuantitativo y alcance exploratorio, ya que el objetivo es examinar un problema poco estudiado mediante un trabajo

de campo donde se realizaron entrevistas en el organismo operador de agua potable de la localidad y a través de información documental de datos estadísticos de ocupación hotelera, a través de los anuarios estadísticos la Secretaría de Turismo del estado de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Vera Rebollo (2006) analiza las relaciones entre el modelo de desarrollo turístico y sus implicaciones en el gasto de agua y sus repercusiones en la gestión del agua en España, señala las limitaciones en su investigación desde el punto de vista estadístico y conceptual para poder abordar este tipo de análisis.

Por otra parte, Rico Amorós (2007) en su artículo "Tipologías de consumo de agua en abastecimientos urbano-turísticos de la Comunidad Valenciana" realizó un análisis de las unidades de consumo de agua asociadas a las actividades turísticas, para de esta manera valorar la eficiencia ambiental y socioeconómica del modelo de desarrollo turístico en la ciudad de Valencia, España. Para ello empleó el método empírico, mismo que desarrolló a través de entrevistas y análisis estadístico.

Como herramienta cuantitativa para la elaboración del pronóstico proyectado al año 2030 se utilizó el modelo de análisis de regresión lineal, ya que es una herramienta estadística utilizada para estudiar la relación entre variables; en este caso se emplearon dos variables predictoras: la de producción (oferta) y la de consumo (demanda) con respecto al tiempo. Para encontrar una ecuación de regresión estimada y poder establecer el pronóstico se empleó el método de mínimos cuadrados, ya que los valores de la serie de tiempo utilizadas exhiben una tendencia lineal a lo largo del tiempo (Anderson, & Sweeney, & Williams, 2008). Los elementos de la metodología se sintetizan en la figura 1.

Población y territorio

En 1970 Puerto Vallarta contaba con una población de 35,911 habitantes. La construcción de la terminal portuaria y el aeropuerto internacional Gustavo Díaz Ordaz hizo posible la llegada de más cruceros. El nuevo aeropuerto incrementó los vuelos de las compañías ya existentes y la entrada de aerolíneas

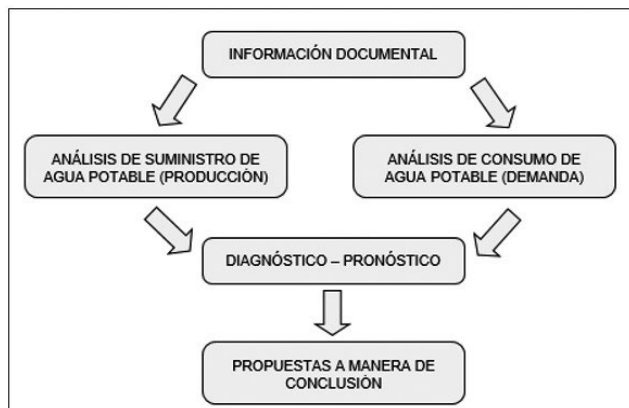


Figura 1. Método de estudio.
 Elaboración propia.

extranjeras, lo cual permitió una comunicación con las principales ciudades del país y del mundo entero (FIDERCO, 2009).

Se incrementó la afluencia de turistas y como consecuencia se abrieron nuevas fuentes de trabajo para personal con experiencia en las diferentes ramas de la industria turística y el aumento de la población con la llegada de inmigrantes de diferentes partes del país, con mayor demanda de infraestructura urbana (FIDERCO, 2009).

Para el año 2010 el municipio contaba con una población estimada de 255,681 habitantes, así como 5 millones de turistas anuales. Con el municipio de Bahía de Banderas del estado de Nayarit conforma la Zona Metropolitana de Puerto Vallarta, que cuenta con 304,107 habitantes, siendo así la segunda más poblada de ambos estados. Asimismo, el municipio es uno de los que registran mayor crecimiento poblacional en el estado, inclusive mayor que los municipios centrales.

Área de estudio

El municipio de Puerto Vallarta está situado al poniente del estado, en las coordenadas 20°40'N -105°16'O / 20.667, -105.267, a una altura de 2 m s. n. m. Limita al norte con el estado de Nayarit, al sur con el municipio de Cabo Corriente y Talpa de Allende, al este con San Sebastián y Mascota y al oeste con el Océano Pacífico. Su extensión territorial es de 1,367 km² (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2019), esto puede consultarse en la figura 2.

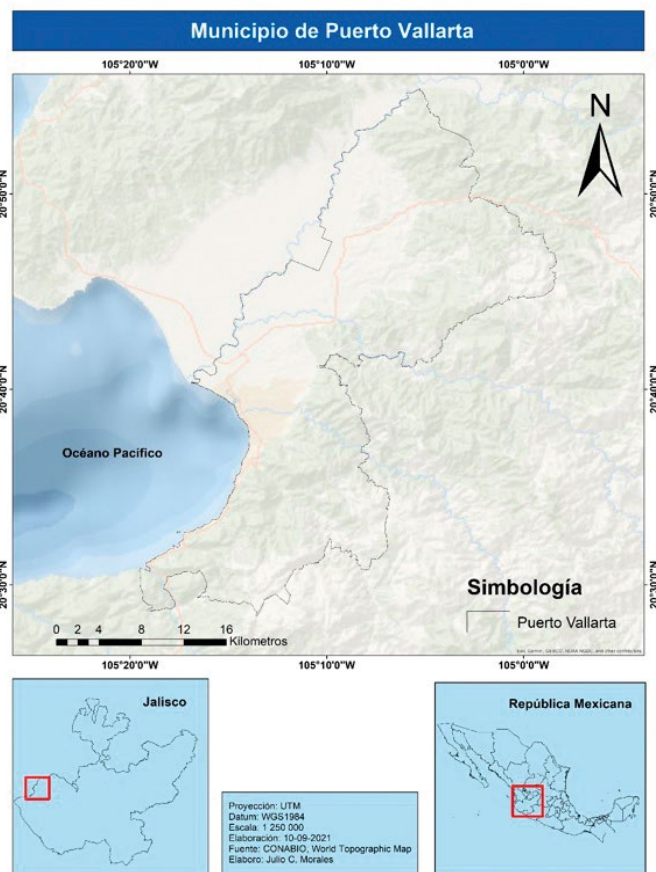


Figura 2. Área de estudio del municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, México.
 Elaboración propia con datos de CONAGUA (1998).

El municipio cuenta con muy pocas zonas planas, mismas que se localizan principalmente en la margen derecha del río Ameca y por la costa desde su desembocadura hasta la del río Cuale hacia el sur (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2019). El clima es semitropical y húmedo, la temperatura máxima es de 31 °C en verano y la mínima de 19 °C en el invierno; la media anual es de 25 °C. La temporada de lluvias abarca desde mediados del mes de junio hasta finales del mes de agosto, con lluvias aisladas hasta mediados de octubre; tiene una precipitación media anual de 1,417 mm. Los vientos dominantes son en dirección suroeste y no presentan heladas.

El municipio está regado al norte por los ríos Ameca; que sirve de límite entre los estados de Jalisco y Nayarit, el río Mascota; que descarga sus aguas en el anterior cerca del poblado de Las Juntas, El Pitillal, La Vena de Santa María y El Cuale;

que cruza la ciudad. Al sur se encuentran los arroyos de Las Amapas, Las Estacas, El Carrizo, Palo María, Mismaloya, Los Horcones y el de Quimixto; así como el Tomatlán, que sirve de límite con el vecino municipio de Cabo Corrientes (H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2019).

Puerto Vallarta se encuentra dentro de las regiones hidrológicas número 13 y 14, río Huicicila y río Ameca, respectivamente; dentro de la provincia fisiografía Sierra Madre del Sur que inicia desde San Blas Nayarit y termina en las inmediaciones del estado de Guerrero y Oaxaca. En esta región se ubican las cuencas río Cuale Pitillal, misma que se divide en tres subcuencas de los ríos Tecomala, Cuale y Pitillal; la cuenca Ameca-Ixtapa, misma que se divide en tres subcuencas de los ríos Talpa, Mascota y Ameca-Ixtapa. Las más importantes para este municipio son las subcuencas río Pitillal, río Mascota y río Ameca Ixtapa; esta información puede consultarse en la figura 3.

La precipitación pluvial media anual fluctúa entre 1,100 y 1,500 mm, con registro de 27 años; los meses con mayor precipitación son de mayo a septiembre. La permeabilidad en la región fisiográfica de la Sierra Madre del Sur es baja debido al material que la constituye, pero en las márgenes de los ríos como el Ameca, así como en las planicies costeras es favorable la infiltración y la recarga de acuíferos por los sedimentos aluviales y conglomerados que las constituyen.

Capacidad de producción (oferta)

El municipio de Puerto Vallarta se abastece principalmente por la explotación de aguas subterráneas en 80%, a través de pozos ubicados principalmente en los valles del Pitillal y la margen izquierda del río Ameca-Mascota (figura 4). El 20% restante proviene de aguas superficiales de los ríos Cuale y Mismaloya.

A 2019 la infraestructura hidráulica para la gestión de agua potable con la que cuenta el organismo operador Servicios de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta, Jalisco (SEPAL) se encuentra compuesta por:

- 30 pozos profundos
- 2 galerías filtrantes

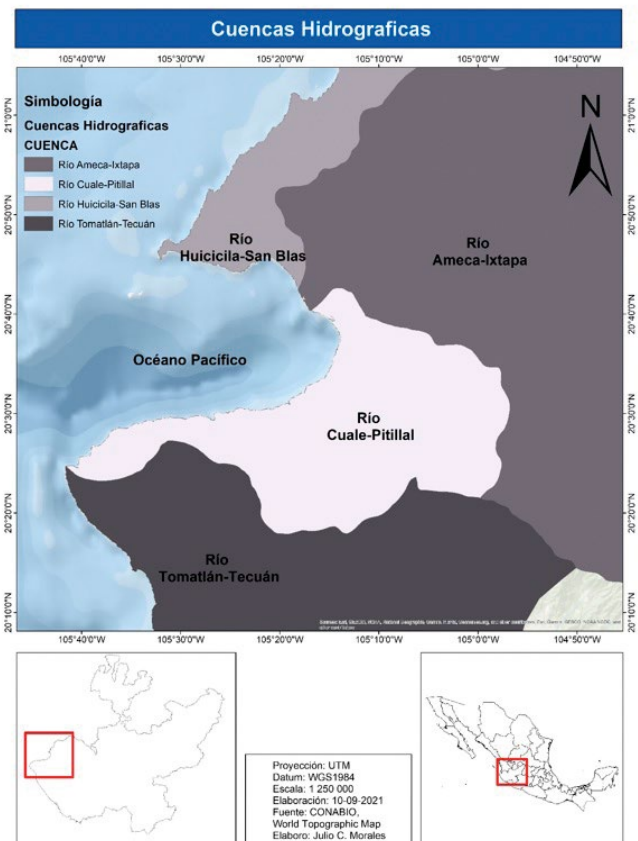


Figura 3. Cuencas hidrográficas de la región de Puerto Vallarta, México.
Elaboración propia con datos de CONAGUA (1998).

- 36 tanques de almacenamiento
- 3 plantas potabilizadoras
- 1 planta de remoción de hierro y manganeso
- 1 pozo radial en la confluencia de los ríos Mascota y Ameca

con una capacidad de producción de 1,148.82 litros por segundo (lps/año), lo cual se puede ver en las tablas 1 y 2.

La infraestructura hidráulica de SEPAL (s. f.) se puede consultar en la tabla 2.



Figura 4. Periodo de estiaje en el río Mascota y río Ameca, en el pozo radial de Puerto Vallarta, Jalisco, México. Fotografía proporcionada por los autores.

Tabla 1

Capacidad de producción de agua potable en Puerto Vallarta en 2019

Infraestructura	Producción		Capacidad de producción	
	lps/año	m ³ /año	lps/año	m ³ /año
Pozos profundos	940.39	29,656,052.82	1,059.45	33,410,663.83
Plantas potabilizadoras	144.12	4,544,967.00	165.94	5,232,995.54
Galerías filtrantes	43.72	1,378,631.77	51.06	1,610,152.47
Total	1,128.22	35,579,651.59	1,276.44	40,253,811.84

Nota: Elaboración propia con datos de SEAPAL (s. f.).

Tabla 2

Infraestructura hidráulica de Puerto Vallarta 2000-2019

Año	Pozos	Galerías	Potabilizadoras	Pozos Radiales	Total	Capacidad de producción m ³ /año
2000	27	2	3	—	32	36,347,053.81
2005	23	2	3	1	29	38,000,880.00
2010	25	2	3	1	31	36,011,003.23
2012	25	2	3	1	31	37,321,326.28
2013	26	2	3	1	32	38,002,133.86
2014	28	2	3	1	34	36,673,955.86
2015	28	2	3	1	34	35,445,418.68
2016	28	2	3	1	34	35,836,061.80
2017	28	2	3	1	34	39,493,794.24
2018	30	2	3	1	36	39,625,299.36
2019	30	2	3	1	36	40,253,811.84

Nota: Elaboración propia con datos de SEAPAL (s. f.).

Capacidad urbana

Para la Encuesta Intercensal 2015 (CIJ, 2018; INEGI, s. f.) se registraron 79,622 viviendas particulares; de las cuales SEAPAL otorga servicio a 78,667, lo que representa el 98.8% de las viviendas con servicio de agua potable. Con el incremento poblacional en

Puerto Vallarta también ha aumentado la oferta de vivienda y con ello el servicio de abastecimiento (Gobierno del estado de Jalisco, s. f.), como se puede ver en la tabla 3.

Tabla 3

Total de viviendas particulares habitadas y población en Puerto Vallarta, 2000 – 2015

Año	Viviendas habitadas	Población
2000	44,313	184,728
2005	55,636	220,368
2010	68,677	255,681
2015	79,622	275,640

Nota: Elaboración propia con datos de CIJ (2018), Gobierno del estado de Jalisco (s. f.) e INEGI (s. f.).

Capacidad turística

Para poder determinar el consumo para el ámbito turístico se tomaron datos estadísticos respecto a la afluencia de los visitantes. En este contexto y según datos de la Secretaría de Turismo del Estado de Jalisco en el año 2019 (SECTURJAL, 2019) se recibieron más de 6.4 millones de turistas contra 4.5 millones con respecto a 2018, lo que se puede consultar en la tabla 4. Esto deja una importante derrama económica para el destino por 19.2 mil millones de pesos, según la Dirección de Inteligencia de Mercados, Información Estadística y Evaluación de la SECTURJAL (2019).

La estancia promedio en Puerto Vallarta es de 3.8 días, con una ocupación hotelera para 2019 de 72.38%. Destacan las categorías de cinco estrellas

que tuvieron una ocupación promedio de 70.76%; cuatro estrellas con 76.34% de ocupación y 77.19% para categoría de tres estrellas, como se puede observar en la tabla 5 (SECTURJAL, 2019).

En la tabla 6 se observa la capacidad de hospedaje y los porcentajes de ocupación desde 2000 hasta 2019 en Puerto Vallarta, mismos que se han incrementado 37.32%.

Actualmente, las zonas de playa disponibles para la construcción de desarrollos turísticos en Puerto Vallarta están agotadas y las pocas disponibles en la zona sur del municipio tienen una precaria condición medioambiental, debido a las condiciones orográficas del terreno.

Tabla 4

Afluencia de visitantes a Puerto Vallarta, 2019

M E S	TURISMO HOSPEDADO			CASA PARTICULAR			EN TRANSITO			AFLUENCIA TOTAL		
	NALES.	EXTR.	TOTAL	NALES.	EXTR.	TOTAL	NALES.	EXTR.	TOTAL	NALES.	EXTR.	TOTAL
ENE	130,464	145,370	275,834	84,930	23,482	108,412	80,474	1,768	82,242	295,867	170,620	466,487
FEB	100,772	140,127	240,899	74,173	20,508	94,681	70,281	1,544	71,826	245,226	162,179	407,406
MAR	149,766	147,101	296,867	91,406	25,272	116,678	86,610	1,903	88,513	327,781	174,276	502,057
ABR	207,803	107,696	315,499	97,143	26,859	124,001	92,046	2,022	94,068	396,991	136,577	533,568
MAY	247,972	93,545	341,517	105,153	29,074	134,227	99,636	2,189	101,825	452,762	124,807	577,569
JUN	246,830	91,917	338,747	104,301	28,838	133,138	98,828	2,171	101,000	449,959	122,926	572,885
JUL	308,320	95,006	403,326	124,185	34,335	158,520	117,669	2,585	120,254	550,174	131,927	682,101
AGO	253,941	81,723	335,665	103,352	28,575	131,927	97,929	2,152	100,081	455,222	112,450	567,672
SEP	192,428	59,306	251,734	89,046	9,894	98,940	67,551	7,506	75,056	349,024	76,706	425,731
OCT	192,020	93,061	285,081	100,841	11,205	112,046	76,499	8,500	84,999	369,360	112,765	482,125
NOV	193,278	154,125	347,404	122,887	13,654	136,541	93,223	10,358	103,581	409,388	178,138	587,525
DIC	192,714	175,763	368,477	130,341	14,482	144,823	98,877	10,986	109,864	421,933	201,232	623,164
TOTAL	2,416,309	1,384,740	3,801,049	1,227,757	266,178	1,493,935	1,079,622	53,686	1,133,308	4,723,687	1,704,605	6,428,292

Nota: Elaboración propia con datos de Dirección de Inteligencia de Mercados, Información Estadística y Evaluación de la SECTURJAL (2019).

Tabla 5

Infraestructura hospedaje Puerto Vallarta 2019

Hospedaje	5 estrellas	4 estrellas	3 estrellas	2 estrellas	1 estrella	Sin categoría	Total
Establecimiento	33	45	41	29	16	261	425
Habitaciones	7534	4546	1873	642	412	10488	25,495
Porcentaje de ocupación	70.76	76.34	77.19	68.45	48.67	—	72.38

Nota: Elaboración propia con datos de la SECTURJAL (2019).

Tabla 6

Infraestructura hospedaje Puerto 2000-2019

Hospedaje	2000	2005	2010	2015	2019
Cuartos de hotel	9,516	18,053	21,206	22,962	25,495
Porcentaje de ocupación	SD	62.63	51.81	66.09	72.38

Nota: Elaboración propia con datos de la SECTURJAL (2019).

Consumo de agua (demanda)

El consumo de agua urbana en Puerto Vallarta se determinó de acuerdo con el tipo de usuarios: doméstico y no doméstico. El consumo doméstico se subdivide según la clase socioeconómica de la población en residencial, medio y popular. Si se toma en consideración que el consumo no es constante durante todo el año y varía según el mes, el día y la hora. Durante los meses calurosos el consumo de agua es mayor que durante los meses fríos. La temperatura promedio en Puerto Vallarta es 25.7 °C, considerada

cálida; el consumo no doméstico incluye el industrial, mismo que se clasificó en el de servicio (hoteles) por ser una zona con giro netamente turístico. Esto puede consultarse en las tablas 7 y 8.

Con los datos anteriores y como señala Vera Rebollo (2002), una vez conociendo la oferta del destino turístico consolidado habrá que plantear la resolución del problema de suministro de agua.

Tabla 7

Consumo doméstico promedio per cápita

Clima	Consumo por clase socioeconómica (l/hab/día)			
	Residencial	Media	Popular	Promedio
Cálido	400	230	185	270

Nota: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua (s. f.).

Tabla 8

Consumo promedio en hoteles de Puerto Vallarta

Clasificación	Consumos de hoteles (l/cuarto/día)	
	Zona turística	Zona urbana
Gran turismo	2000	1000
4 y 5 estrellas	1500	750
1 a 3 estrellas	1000	400

Nota: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua (s. f.).

RESULTADOS

De acuerdo con los datos demográficos quinquenales del INEGI (s. f.) y del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG, s. f.), la población del municipio en 2015 según la Encuesta Intercensal fue de 275,640 habitantes; donde la tasa poblacional de los últimos cinco años es de 7.8%. Se estima que para 2020 esta población aumentaría a 299,434 habitantes (IIEG, s. f.). Mediante análisis de regresión lineal simple se determina la población aproximada para el año 2019 con el fin de obtener las variables de oferta y demanda hasta el año en cuestión. Con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.98 entre las variables, un error típico de 412.07 habitantes y

un coeficiente significativo de 0.0008, se tiene una ecuación de proyección $y=5,693.68x + 1.1197 \times 10^7$, que da como resultado una población estimada para 2019 de 298,413 habitantes.

Con la información estadística referente al número de cuartos ofertados (unidades rentables), así como los porcentajes de ocupación hotelera en Puerto Vallarta, se determinó la demanda para el lapso de 2010 a 2019. En la tabla 10 se muestra el cálculo aproximado de la demanda de agua entre los principales consumidores: habitantes y turistas para el año 2019. En los visitantes se determinó en porcentaje de ocupación por consumo, en función de su clasificación.

Tabla 9

Población de Puerto Vallarta de los años 2000 a 2020

2000*	2005*	2010*	2015*	2019	2020**
184,728	220,368	255,681	275,640	298,413	299,434

Nota: Elaboración propia con datos quinquenales INEGI* (s. f.) e IIEG** (s. f.).

Tabla 10

Cálculo para determinar la demanda de agua potable en Puerto Vallarta a 2019

Consumo urbano	Año 2019				
Población (hab.)	298,413				
Consumo promedio (l/hab./día)	270				
Demanda anual aprox.(lps)	932.54				
Consumo Industria hotelera	4 a 5 estrellas			1 a 3 estrellas	
	5 estrellas	4 estrellas	3 estrellas	2 estrellas	una estrella
Capacidad cuartos	7534	4546	1873	642	412
Porcentaje de ocupación	70.76	76.34	77.19	68.45	48.67
Cuartos ocupados	5331	3470	1446	439	201
Consumo (l/cuarto/día)	1,500			1,000	
Demanda anual aprox.(lps)	152.80			24.14	
Consumo Total aprox. (lps/año)	1,109.48				

Nota: Elaboración propia con datos de la SECTURJAL (2019) y datos de la tabla 9.

Posteriormente se calcularon los consumos aproximados para los otros periodos. En la tabla 11 se presenta la demanda de agua entre los principales consumidores: población local y turistas.

Con los valores del consumo de agua potable en los últimos años y los datos estadísticos de producción de agua proporcionados por el organismo operador SEAPAL (s. f.) se presentan en la tabla 12 los valores de las variables de oferta y demanda en una serie de tiempo del lapso 2000 a 2019.

Con el objetivo de encontrar dos ecuaciones de regresión estimada y poder establecer el pronóstico, con el método de mínimos cuadrados del modelo de análisis de regresión lineal se emplearon las variables de producción (oferta) y consumo (demanda) con respecto al tiempo. Para la demanda de agua potable, la ecuación de proyección de tendencias, se obtuvo con un coeficiente de determinación R^2 de 0.90 entre las variables, error típico de 3.25 lps/año y coeficiente significativo de 0.01, se tiene $y=16.939x - 33,102.65$.

Tabla 11

Consumo aproximado de agua en Puerto Vallarta

Consumidores	2000	2005	2010	2015	2019
Población (hab.)	184,728	220,368	255,681	275,640	298,413
Demanda (lps)	534.51	637.64	739.82	861	932.67
Cuartos ocupados	9,516	11,307	10,987	6,706	10,887
Demanda (lps)	137.67	163.59	158.96	111.68	176.94
Demanda aprox. (lps)	744.62	887.50	992.71	973.05	1,109.61

Nota: Elaboración propia con datos de la SECTURJAL (2019).

Tabla 12

Demanda vs. producción

Año	Capacidad de producción lps/año	Capacidad de producción m ³ /año	Consumo aprox. lps/año	Consumo aprox. m ³ /año
2000	1,152.56	36,347,053.81	744.62	23,482,336.32
2005	1,205.00	38,000,880.00	887.50	27,988,200.00
2010	1,141.90	36,011,003.23	992.71	31,306,102.56
2015	1,123.97	35,445,418.68	973.05	30,686,104.80
2019	1,276.44	40,253,811.84	1,109.61	34,992,660.96

Nota: Elaboración propia con datos de SEAPAL (s. f.).

DISCUSIÓN

Para la oferta y de acuerdo con los datos históricos obtenidos se presenta una mayor variación, pero con tendencia lineal; lo que da como resultado una ecuación de proyección de $y=3.194x - 5,239.40$, aunque la recta de tendencias mantiene una pendiente positiva, es menos pronunciada que la pendiente de la oferta. En la figura 5 se presentan las dos proyecciones de capacidad de producción vs. consumo aproximado.

Como se aprecia en la figura 5, las proyecciones lineales de capacidad de producción vs. consumo aproximado mantienen una tendencia

Aun cuando existe una importante producción de agua potable en Puerto Vallarta, de acuerdo con Reyes Martínez y Quintero Soto (10 de agosto de 2009), los recursos hídricos en México, igual que en el resto del mundo se encuentran bajo una creciente presión, donde sigue siendo el Estado quien debe de garantizar el acceso del agua potable a toda la población.

En Puerto Vallarta, uno de los principales destinos turísticos del Pacífico mexicano con

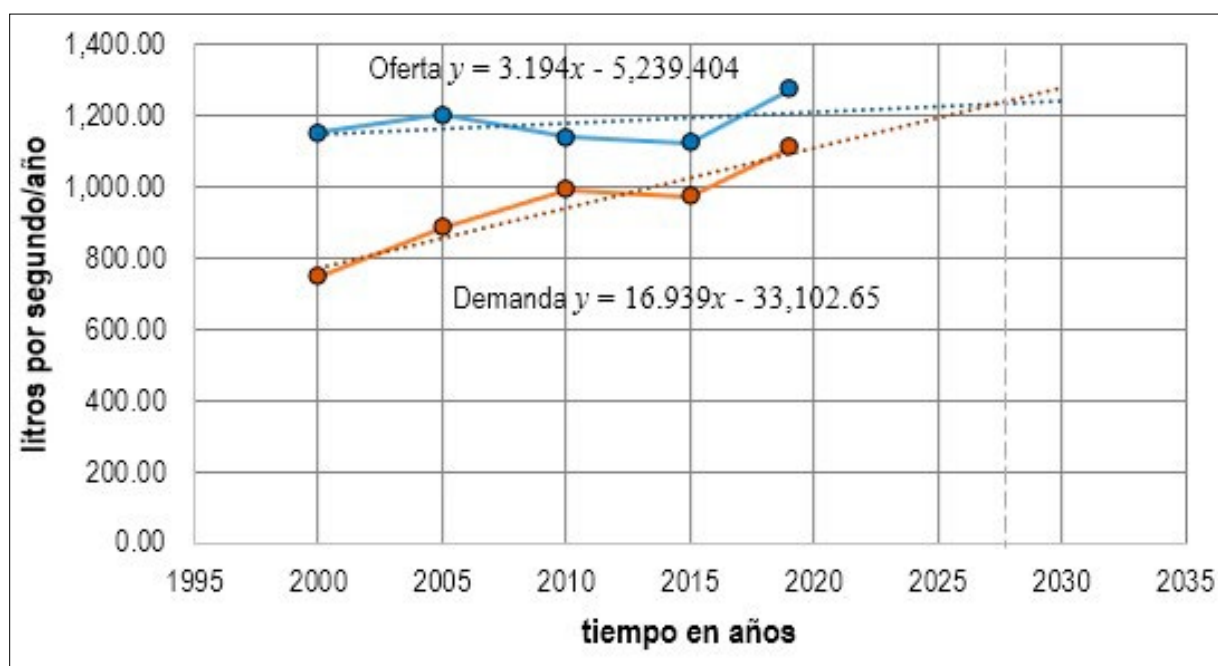


Figura 5. Proyección lineal producción vs. consumo.
 Elaboración propia.

a la intersección. Para determinar el punto de intersección de ambas rectas se hace una igualación de funciones para encontrar el valor de x (tiempo en años).

$$3.194x - 5239.40 = 16.939x - 33102.65$$

$$-5239.40 + 33102.65 = 16.939x - 3.194x$$

$$27863.25 = 13.745x$$

$$x = 2027.15$$

dinámico incremento poblacional el crecimiento de la infraestructura urbana y turística demanda los servicios básicos, entre ellos el agua potable. Ante este incremento en la demanda, SEAPAL al momento de este trabajo cuenta con infraestructura de capacidad suficiente para proveer los servicios urbano, comercial e industrial (turismo); 80% de la producción es a través de la extracción del agua subterránea contra 20% del agua superficial.

Una de las principales fortalezas es la variación en la precipitación anual en la región;

la permeabilidad del suelo y subsuelo de la zona influyen directamente en la disponibilidad de agua subterránea. El organismo operador de agua potable señala que no existe estrés hídrico en los pozos de distribución, ya que los niveles dinámicos (ND) mantienen siempre un balance (recarga) positivo, como puede observarse en la tabla 13.

El promedio de los tres años anteriores, la variación de los niveles dinámicos de extracción durante el periodo de estiaje, que es la época del año en la cual se presentan los niveles más bajos de los mantos freáticos y caudales mínimos de agua superficial, contra el periodo posterior al temporal

CONCLUSIONES

El hecho de que Puerto Vallarta sea un destino de playa y esté en una de las bahías más bellas del mundo, con clima favorable para el turismo de sol y playa, le brinda un gran potencial en desarrollo turístico, por lo que seguirá incrementando su afluencia en el mediano y largo plazo. Con más turismo se requiere de más infraestructura hotelera, genera más empleo y por consiguiente más migración, que, aunado con las tasas de crecimiento poblacional, será necesaria más infraestructura urbana. Como consecuencia, será imprescindible la ampliación de los servicios básicos.

Tabla 13

Niveles dinámicos ND promedios en las principales fuentes de abastecimiento de agua potable de Puerto Vallarta

Año	Estiaje (mayo)		Lluvias (noviembre)		Recuperación (variación %)
	Q promedio (lps)	ND promedio (m)	Q promedio (lps)	ND promedio (m)	
2017	30.32	18.17	28.86	15.12	3.04
2018	27.64	17.92	26.93	17.21	0.71
2019	27.26	16.66	28.18	15.01	1.65

Nota: Elaboración propia con datos de SEAPAL (s. f.).

de lluvias, mantiene una recuperación positiva de 1.80 m y conserva el mismo caudal de extracción.

En el presente estudio no se consideró el consumo comercial (que es muy bajo en relación con las otras variables) pero, aun así, con el análisis realizado de la producción de agua (oferta) con el consumo urbano y turístico (demanda), es suficiente para inferir que la demanda se incrementa en relación con la producción con respecto al tiempo.

El consumo de agua potable pronosticado para el año 2030 en Puerto Vallarta contará con un déficit de 39.1 lps/año (1,233,057.60 m³/año), por lo que se satisface la hipótesis de que a este ritmo creciente la capacidad instalada y de producción actual no serán suficientes para satisfacer tal demanda.

De mantenerse el incremento en la demanda de agua potable y seguir utilizando la misma capacidad para la gestión del vital líquido podrían alterarse los niveles dinámicos a recargas negativas de las fuentes de abastecimiento de agua subterránea, lo que generaría estrés hídrico. Actualmente, las acciones que realiza el organismo operador de agua potable de Puerto Vallarta para garantizar la recarga de los mantos freáticos es importante conservarlas y en el mejor de los casos perfeccionarlas para garantizar una filtración óptima; es de suma importancia que continúen las mediciones de niveles estáticos y dinámicos para verificar el uso ideal del agua subterránea y no llegar a la sobreexplotación, pues al tener colindancia con el mar se puede tener intrusión salina y perder las fuentes de abastecimiento, lo que complica el escenario futuro.

Con las rectas de tendencias obtenidas del análisis de regresión lineal de oferta y demanda se establecen los pronósticos en las proyecciones de producción y consumo de agua potable; su abastecimiento al ritmo actual estará garantizado para el año 2027 con 1,234 lps/año (38,915,424 m³/año), tanto para la producción como para la demanda. Para el 2030 la demanda calculada se tiene proyectada en 1,283.52 lps/año (40,477,086.72 m³/año) respecto a una producción de 1,244.42 lps/año (39,244,029.12 m³/año), con un déficit de 39.1 lps/año (1,233,057.60 m³/año); con ello se corre el riesgo de generar un desabasto en el consumidor si no se prevé una solución en el corto plazo.

Una propuesta para dar solución integral al abastecimiento de agua potable en Puerto Vallarta consiste en ampliar y mejorar la infraestructura primaria existente; incluyendo red de distribución, tanques de almacenamiento y plantas potabilizadoras; gestionar nuevas fuentes de abastecimiento, ya que las actuales no son suficientes para cubrir la demanda futura; pero lo más importante es concientizar a la población y generar una cultura en cuanto al consumo responsable de agua.

Agradecimientos

Los autores desean expresar un especial agradecimiento a SEAPAL por la información estadística proporcionada referente a la producción de agua potable para el municipio de Puerto Vallarta para el desarrollo del presente trabajo; a la Universidad de Guadalajara por las facilidades técnicas y de infraestructura otorgadas; al Cuerpo Académico UDG 303: Estudios de la Ciudad, Arquitectura y Desarrollo, por su vinculación y gestiones en el sector turismo y diferentes organismos públicos.

REFERENCIAS

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2008). *Estadística para administración y economía* (10a. ed., pp. 626-628). Thomson/Southwestern.
- Centros de Integración Juvenil, A. C. (2018). EBCO. Estudio Básico de Comunidad Objetivo 2018 [Documento electrónico]. Recuperado de <http://www.cij.gob.mx/ebco2018-2024/9811/9811CSD.html>
- Chavoya Gama, J. I., Rendón Contreras, H. J., & Rodríguez Ávalos, M. L. (2019). Obsolescencia y vitalidad urbana en ciudades turísticas de litoral. Puerto Vallarta, Jalisco, México. En *XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual City and Territory: Challenges and paradigms of the contemporary city*: UPC, Barcelona, October 2-4, 2019. Barcelona: CPSV, 2019, p. 8461. doi: 10.5821/ctv.8461
- Comisión Nacional del Agua. (s. f.). Determinación de la demanda. En *Estudio de alternativas de solución para suministrar agua potable a las ciudades de Minatitlán y Coatzacoalcos, en el estado de Veracruz* [Documento digital subido por Carlos Mosso Santiago en StuDocu]. Recuperado de <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-guerrero/anatomia-y-diseciones-i/determinacion-de-la-demanda/11146882>
- Comisión Nacional del Agua (1998). *Cuencas Hidrológicas*. Escala 1:250000. México (Ruta: Hidrología - Regiones hidrológicas y cuencas - Subcuencas hidrológicas) [Portal electrónico de información geográfica]. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Comisión Nacional del Agua. (2020). Regiones hidrológicas (nacional) [Base de datos electrónica]. México: Autor. Recuperado de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=regionesHidrológicas&ver=reporte&o=0&n=nacional>
- Fideicomiso para el Desarrollo de la Región Centro Occidente. (2009). *Programa de ordenamiento de la zona metropolitana interestatal de Puerto Vallarta-Bahía de Banderas. Etapa de diagnóstico* [Documento en formato pdf]. Guadalajara: Autor. Recuperado de <https://docplayer.es/6294892-Programa-de-ordenamiento-de-la-zona-metropolitana-interestatal-de-puerto-vallarta-bahia-de-banderas-etapa-de-diagnostico.html>
- Gobierno del estado de Jalisco. (s. f.). Puerto Vallarta [Portal electrónico]. Recuperado de <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/puerto-vallarta>
- H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta. (2019). Medio físico [Portal electrónico]. Recuperado de <https://www.puertovallarta.gob.mx/2018-2021/Ciudad/localizacion.php>
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. (s. f.). [Portal electrónico]. Recuperado de <https://iieg.gob.mx/ns/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). Encuesta Intercensal 2015. Principales resultados [Documento en formato pdf]. México: Autor. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/#>
- Reyes Martínez, A., & Quintero Soto, M. L. (10 de agosto de 2009). Problemática del agua en los distritos de riego por bombeo del estado de Sonora. *Revista Digital Universitaria*, 10(8). Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num8/art51/int51-4.htm>

- Rico Amorós, A. M. (2007). Tipologías de consumo de agua en abastecimientos urbano-turísticos de la Comunidad Valenciana. *Investigaciones Geográficas*, 42, 5-34. doi: 10.14198/INGEO2007.42.01
- Secretaría de Turismo del Estado de Jalisco. (2019). Anuario 2019 [Portal electrónico]. México: Autor. Recuperado de <https://secturjal.jalisco.gob.mx/invierte-en-jalisco/estadisticas>
- Sistema de los Servicios de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta, Jalisco. (s. f.). Informe anual de actividades [Portal electrónico de dependencia pública local]. Recuperado de <https://www.seapal.gob.mx/transparencia/informe-anual-de-actividades/>
- Twenergy. (5 de mayo de 2019). La demanda de agua potable, un desafío para México en el siglo XXI [Portal electrónico]. Recuperado de <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/como-ahorrar-agua/>
- Vera Rebollo, J. F. (2002). Transferencia de recursos y demandas turísticas. En A. Gil Olcina, & A. Morales Gil (Coords.), *Insuficiencias hídricas y plan hidrológico nacional* (pp. 179-200). Alicante: Caja de Ahorros del Mediterráneo-Instituto Universitario de Geografía-Universidad de Alicante. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5535623>
- Vera Rebollo, J. F. (2006). Agua y modelo de desarrollo turístico: La necesidad de nuevos criterios para la gestión de los recursos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 42, 155-178. Recuperado de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/15502>