

3 ACTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE RESERVA DE AGUAS NACIONALES SUPERFICIALES PARA EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ.

La información recopilada sobre la región de interés ha permitido establecer el estado actual y así proyectar su crecimiento y demanda futura de agua, por lo tanto, permite estimar las necesidades de reserva por municipio de acuerdo con las características de las cuencas y su suficiencia para reservar aguas superficiales.

Se consideró de forma especial a la Zona Metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP), aun cuando está fuera de la zona de estudio tanto por la actividad económica que se desarrolla como por la población que ahí se concentra. La sustentabilidad de abastecimiento de agua potable en la capital del estado encuentra en riesgo y su capacidad de crecimiento también está comprometida. Se estima que la demanda futura de la ciudad pueda satisfacerse con agua superficial obtenida de las cuencas del río Pánuco.

3.1 Diagnóstico de la situación actual.

Las localidades de San Luis Potosí comprendidas dentro de la región de interés, tienen muy distintas condiciones de cobertura y calidad del servicio de agua potable; la principal problemática de suministro observada, de acuerdo con la información compilada, es la falta de infraestructura eficiente para la distribución y el dispendio en algunas zonas específicas por la falta de cultura hídrica. En cualquier proyecto futuro deberán considerarse mejores prácticas en la distribución y uso del agua por la población servida.

En total se tiene más de la mitad de la población del estado en las zonas Media, Huasteca y ZMSLP, distribuidos en 6,536 localidades de 42 municipios, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.

En el periodo 1970-2010 el estado de San Luis Potosí registró un crecimiento medio de 2.7%, 1.8%, 1.9% y 0.9% por década, tal como se observa en la tabla 3-1. El auge de crecimiento urbano se dio en la década de 1970 con un repunte de 4.16%.

Tabla 3-1: Tasas de crecimiento de la población 1970-2010 en San Luis Potosí.

Población	1970-80	1980-90	1990-00	2000-10
Urbana	4.16%	3.28%	0.95%	1.46%
Rural	1.89%	0.49%	0.24%	0.11%
Total	2.70%	1.81%	1.90%	0.88%

Fuente: Censos de Población y Vivienda 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010 INEGI.

En 2012 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) evaluó el crecimiento del estado de San Luis Potosí y calificó a la ZMSLP como el principal *hub industrial* del estado, la cual participa en el PIB con 81.4% y reportó al 79% de los habitantes

con empleo. La región Media, aunque no cuenta con zonas industriales, tiene una gran cantidad de pequeñas y medianas empresas (PYME) y produce 4% del PIB, así mismo la región Huasteca aporta 9.2% del PIB. [OCDE 2012]

La OCDE afirma que la estructura urbana y los modelos de asentamiento en el estado son relativamente monocéntricos, es decir que los habitantes se transportan diariamente a las ciudades importantes a trabajar. En estas tres regiones, menos de la mitad (30%) de la población vive en comunidades rurales o semirurales pobres con una gran proporción de población indígena. Por consiguiente, hay grandes diferencias en el PIB per cápita, la ZMSLP tiene niveles que se elevan una y media veces por encima del promedio del estado, mientras que la región Huasteca muestra sólo 50% y la región media 70% por encima del promedio. La ZMSLP ha atraído a la mayor parte de la inmigración desde el periodo 2005-2010, en contraste con las otras tres regiones, que han experimentado un proceso de despoblamiento.

En 2010 los sectores más importantes de la región en términos de mano de obra empleada fueron la agricultura, la silvicultura, la caza y la pesca (18% de la fuerza laboral), el comercio y los servicios (56% de los trabajadores) y la manufactura (24%). Los sectores más dinámicos en términos de creación de empleo durante el periodo 2008-2011 fueron industria, los servicios sociales, el comercio y los servicios empresariales.

En San Luis Potosí los *clusters* más importantes son el automotriz, el metalmecánico, el de procesamiento de alimentos, el de los electrodomésticos, el de la logística y el de la agricultura en invernaderos. El surgimiento del sector industrial se atribuye a la región y a la infraestructura industrial. El estado se ha convertido en un centro de desarrollo para la manufactura y la distribución. El *hub* cuenta con alianzas público-privadas que han desarrollado varios parques industriales, las cuales proveen instalaciones y servicios que atraen a muchas empresas multinacionales, lo que ha llevado a la región a experimentar un aumento en la diversificación industrial y un fuerte crecimiento económico. San Luis Potosí es la sede de una de las manufactureras más grandes y de mayor crecimiento en el país. En 2010 el *Financial Times Business* reconoció la plataforma logística regional como el tercer potencial más alto después de las zonas de libre comercio de Shanghái y Dubái.

La región ha puesto en marcha esfuerzos para mejorar la calidad de la educación a través de programas de apoyo al desarrollo de los estudiantes, la consolidación de reformas curriculares, la identificación y difusión de estrategias pedagógicas innovadoras y el aseguramiento de la pertinencia de la educación regional. Los programas han apuntado a centros educativos en sectores sociales vulnerables y desfavorecidos, con el fin de aumentar las oportunidades que se ofrecen a los estudiantes de los sectores marginales, por lo general

jóvenes e indígenas. PROMEX¹ entrega recursos a las instalaciones universitarias para así permitirles contratar a profesores reconocidos y los programas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) ofrecen becas de posgrado para cualquier lugar fuera del estado con cláusulas de repatriación, que comprometen a los alumnos a volver a la región a trabajar so pena de tener que pagar el monto de sus becas.

La región es atravesada por 12 carreteras federales que la conectan con todo el país. Los principales proyectos de infraestructura incluyen la modernización del corredor Manzanillo-Tampico, la modernización de la carretera federal de San Felipe (Guanajuato) y la modernización del Libramiento Poniente en la ciudad de San Luis Potosí. Los futuros programas de modernización de carreteras rurales son parte de los objetivos estratégicos de la región. La región goza también de excelentes instalaciones ferroviarias que dominan el transporte de carga por tren a través del corazón de México. La región también tiene un nivel satisfactorio de redes de telefonía, telefonía móvil y banda ancha.

Para lograr el crecimiento y desarrollo es fundamental asegurar que los principales impulsores del crecimiento estén integrados y se complementen unos a otros de una manera positiva para evitar las consecuencias no deseadas que resultan de intervenciones sectoriales aisladas [OCDE 2009].

Los siguientes factores han sido clave para el desarrollo de San Luis Potosí:

- El provecho obtenido de la ubicación geográfica.
- Abundante fuerza laboral con competencias técnicas en los sectores más dinámicos.
- Ambiente favorable sobre regulación y políticas públicas.
- Infraestructura adecuada que consolida el *hub* logístico.
- Los vínculos entre las empresas y las universidades han mejorado.

Sin embargo, se han detectado algunos elementos que podrían constituir un cuello de botella para el crecimiento y el desarrollo:

- Limitadas capacidades locales para hacer negocios.
- Baja cultura de colaboración entre negocios.
- Problema del desarrollo urbano.
- Conectividad con los puertos de Tampico-Altamira.

¹ Empresa mexicana que impulsa el desarrollo de productos nacionales.

En cuanto al servicio de agua potable, la tabla 2-18 contiene los volúmenes ofertados y demandados de agua potable para los 36 municipios de la zona de estudio. El déficit estimado en estos municipios es de 23 millones de metros cúbicos al año que podría solventarse mejorando las condiciones de servicio en las localidades más importantes y ampliando la cobertura a aquellos sitios a los que no se lleva agua potable y alcantarillado actualmente.

Por otro lado, el suministro de varias localidades ubicadas en el área de los acuíferos Huasteca Potosina y Tamuín depende de aguas subterráneas de escasa o riesgosa disponibilidad, por lo que se propone sustituir paulatinamente el abasto de agua subterránea por agua proveniente de fuentes superficiales. En la tabla siguiente se muestran los volúmenes a sustituir.

Tabla 3-2: Municipios servidos de acuíferos de baja confiabilidad.

Acuífero	Municipio	Volumen anual Millones de metros cúbicos		Caudal equivalente Litros por segundo	
		Urbano	Rural	Urbano	Rural
Huasteca Potosina	Aquismón	0.00	0.07	0.00	2.22
	Cárdenas	0.01	0.00	0.32	0.00
	Ciudad Fernández	0.01	0.00	0.32	0.00
	Ciudad Valles	1.10	0.37	34.88	11.73
	El Naranjo	0.04	0.01	1.27	0.32
	Huehuetlán	0.00	0.07	0.00	2.22
	Matlapa	0.02	0.01	0.63	0.32
	Rayón	0.50	0.00	15.85	0.00
	San Ciro de Acosta	0.47	0.00	14.90	0.00
	Rioverde	0.04	0.00	1.27	0.00
	Santa Catarina	0.00	0.03	0.00	0.95
	Tamasopo	0.40	0.13	12.68	4.12
	Tamazunchale	0.14	0.05	4.44	1.59
	Tampamolón Corona	0.00	0.08	0.00	2.54
	Tancanhuitz	0.05	0.02	1.59	0.63
Xilitla	0.25	0.08	7.93	2.54	
Subtotal		3.03	0.92	96.08	29.18
Tamuín	Axtla de Terrazas	0.38	0.13	12.05	4.12
	Coxcatlán	0.00	0.13	0.00	4.12
	Ébano	0.07	0.02	2.22	0.63
	Huehuetlán	0.00	0.03	0.00	0.95
	Matlapa	0.06	0.02	1.90	0.63
	San Antonio	0.00	0.05	0.00	1.59
	San Vicente Tancuayalab	0.59	0.20	18.71	6.34
	Tamazunchale	0.05	0.02	1.59	0.63
	Tampacán	0.00	0.35	0.00	11.10
	Tampamolón Corona	0.00	0.14	0.00	4.44
	Tamuín	0.24	0.08	7.61	2.54
	Tancanhuitz	0.14	0.04	4.44	1.27
	Tanlajás	0.00	0.31	0.00	9.83
Tanquian de Escobedo	0.59	0.20	18.71	6.34	
Subtotal		2.12	1.72	67.23	54.53
Total		5.15	2.64	163.31	83.71

Fuente: elaboración propia con datos del REPDA 2014.

Como se observa, los volúmenes demandados son del orden de 5.2 millones de metros cúbicos para las zonas urbanas y de 2.6 millones de metros cúbicos para las zonas rurales, lo que suma 7.8 millones de metros cúbicos anuales.

El déficit en la ZMSLP, en 2010, fue de 90 millones de metros cúbicos para abastecer a toda la población y sin sobreexplotar el acuífero, mismo que podría satisfacerse con las acciones de mitigación propuestas por el INTERAPAS y la CEASLP (ver tabla 3-3), estas incluyen al acueducto El Realito, el programa de Mejora Integral de Gestión (MIG) del organismo operador que implica la recuperación de caudales en la red y reducción del consumo por mejores prácticas, programas para ampliar el reúso y el proyecto Sistema Villa de Reyes para el intercambio de agua del acuífero por agua de tratada con la Comisión Federal de Electricidad en la Central Termoeléctrica Villa de Reyes. Sin embargo, es de notarse que aún con el logro de estas metas se hace necesario promover otros proyectos para satisfacer la demanda futura.

Tabla 3-3: Acciones de mitigación del déficit de la ZMSLP.

Acción	Volumen anual ¹	Inversión ²
Acueducto El Realito	32	2,780
MIG (recuperación de caudales en red)	10	880
Reúso (Tenorio, Tangamanga, otros)	16	92
Proyecto Sistema Villa de Reyes	32	902
Total	90	4,654

¹ Millones de metros cúbicos.

² Millones de pesos del 2010

Fuente: Comisión Estatal del Agua de San Luis Potosí, 2010.

Los usos del agua en las zonas Media, Huasteca y ZMSLP se describen en el capítulo previo, en conjunto demandan 218 millones de metros cúbicos al año y a las que únicamente se suministran 179 millones de metros cúbicos, es decir que se tiene un déficit en el suministro de 39 millones de metros cúbicos más los 75 millones de metros cúbicos de sobreexplotación del acuífero San Luis Potosí y los 8 millones de metros cúbicos de extracciones de los acuíferos Huasteca Potosina y Tamuín, indispensables de sustituir por su baja productividad. En suma, el déficit actual en las zonas Media, Huasteca y ZMSLP asciende a 122 millones de metros cúbicos anuales.

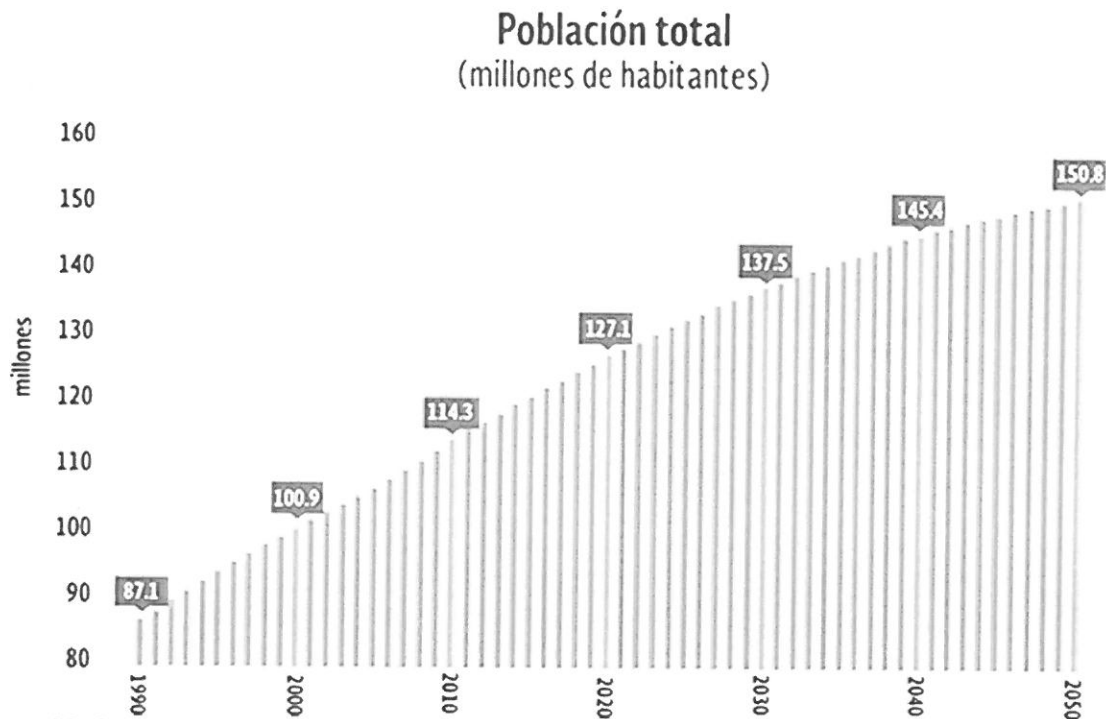
Cabe resaltar que estas cifras no representan las condiciones de servicio particulares de cada municipio o localidad comprendida en estas regiones, pues se tienen coberturas de servicio que van desde el 44% hasta el 97%.

3.2 Proyección de crecimiento y demanda.

Para hacer el cálculo de la demanda futura de agua se consideraron los efectos del crecimiento poblacional en las zonas de interés, las condiciones de los servicios de agua potable (y saneamiento) y el crecimiento económico de la región.

3.2.1 Proyección de la población.

México está atravesando por una importante transición demográfica, en las siguientes décadas el país vivirá transformaciones en su estructura poblacional y en la esperanza de vida. A comienzos del siglo XXI, la tasa de crecimiento nacional era de 1.2%, muy similar a la que había a inicios del siglo XX, pero con una población entre siete y ocho veces mayor. Las proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO) señalan que el crecimiento poblacional seguirá hasta el año 2050, cuando alcanzará aproximadamente 150.8 millones de habitantes [CONAPO 2013].



Fuente: CONSAR 2015.

La población de San Luis Potosí muestra profundas transformaciones que afectan su crecimiento y su estructura por edad. La disminución en la mortalidad infantil, los nuevos patrones de causa de muerte, la mayor esperanza de vida al nacer, el aumento del uso de métodos anticonceptivos modernos y la intensificación de las migraciones, son responsables directos de estos cambios, entre otros factores [CONAPO 2014].

De acuerdo con la dinámica demográfica 1990-2010, el CONAPO prevé que la población de San Luis Potosí continúe aumentando en las décadas futuras, alcanzará en 2020 los 2'868,906 habitantes con una tasa de crecimiento de 0.74 por ciento anual; y en 2030 llegará a 3'055,130 habitantes con un ritmo de crecimiento menor, 0.52 por ciento anual.

Bajo esta perspectiva se han establecido los parámetros para la proyección poblacional en las zonas Media, Huasteca y ZMSLP, la base de partida son las tasas de crecimiento a 2030

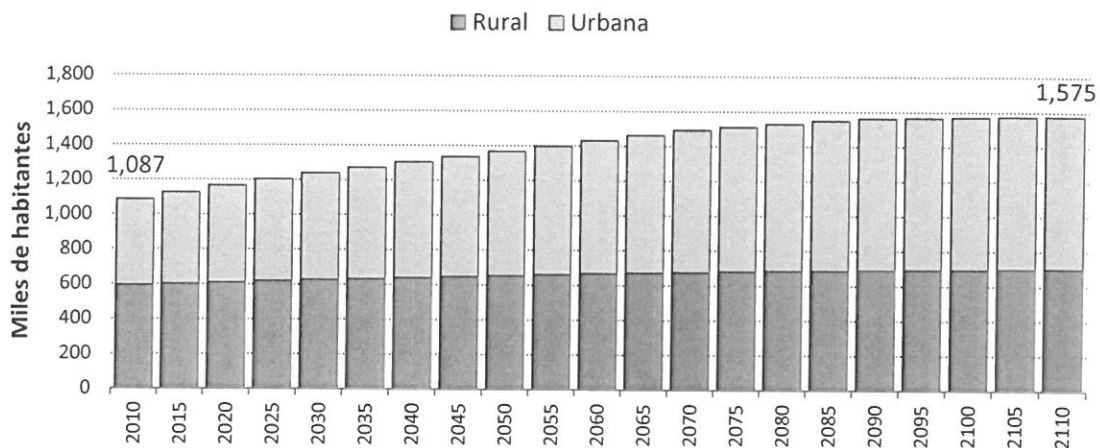
proyectadas por el CONAPO y para el periodo 2031-2110 se consideraron las tendencias socioeconómicas regionales de entidades como el banco mundial y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

3.2.1.1 Zonas Media y Huasteca.

De acuerdo con lo expuesto en el diagnóstico regional, se estimó que a mediados del 2110 la población de los 36 municipios de las zonas Media y Huasteca se acercará a los 1.6 millones de habitantes. Algunos municipios manifiestan un crecimiento negativo debido a la migración y otros en cambio crecen en durante los primeros años del periodo de análisis para después entrar en un periodo de estabilización en el que su población prácticamente deja de crecer.

En la figura 3-1 se observa el crecimiento poblacional en el periodo 2010-2110, puede notarse cómo las componentes urbana y rural cambian y la región apenas es mayormente rural al final del periodo, en la tabla 3-4 se observa esta participación porcentual por año.

Figura 3-1: Proyección de la población 2010-2110 en las zonas Media y Huasteca.



Fuente: elaboración propia con información CONAPO 2005 e INEGI 2010.

De acuerdo con la información analizada se estima que la población de las localidades rurales emigrará hacia los polos de atracción cercanos, exteriores o interiores del estado, en particular hacia las ciudades de Zaragoza, Santa María del Río, El Naranjo, Aquismón, Axtla de Terrazas, Xilitla, Matlapa, Villa de Reyes, Ciudad Valles y las zonas metropolitanas de Rioverde-Ciudad Fernández (ZM RV-CF) y San Luis Potosí (ZMSLP).

Tabla 3-4: Proyección de la población 2010-2110 en las zonas Media y Huasteca.

Año	Urbana	Participación %	Rural	Participación %	Total (miles de habitantes)
2010	494	45%	593	55%	1087
2015	526	47%	601	53%	1127
2020	556	48%	610	52%	1166
2025	585	49%	619	51%	1204
2030	613	49%	626	51%	1239
2035	638	50%	633	50%	1271
2040	664	51%	639	49%	1304
2045	689	52%	646	48%	1335
2050	714	52%	653	48%	1367
2055	739	53%	660	47%	1399
2060	764	53%	667	47%	1431
2065	791	54%	672	46%	1463
2070	816	55%	677	45%	1492
2075	830	55%	681	45%	1512
2080	845	55%	685	45%	1530
2085	860	56%	688	44%	1548
2090	872	56%	690	44%	1562
2095	873	56%	693	44%	1566
2100	874	56%	695	44%	1569
2105	875	56%	698	44%	1573
2110	875	56%	701	44%	1575

Fuente: elaboración propia con información CONAPO 2005 e INEGI 2010.

3.2.1.2 Zona Metropolitana de San Luis Potosí.

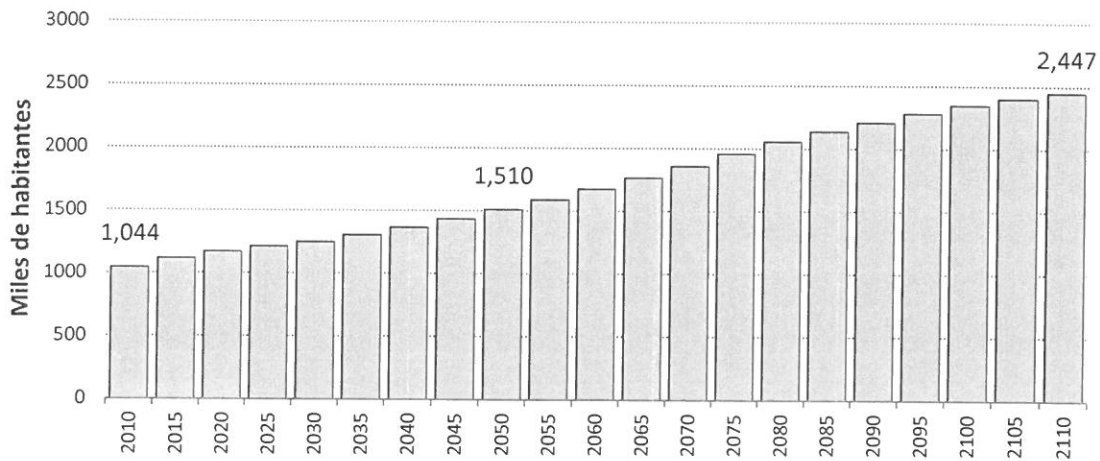
Esta región debe resolver un problema de desarrollo urbano que se ha dado entre 1980 y 2010, pues su población creció 120% y su superficie terrestre se expandió 740%; la ampliación se debe al crecimiento de las áreas industriales al sur de la ciudad a través del corredor México-Monterrey y al crecimiento de la vivienda social asociada a las áreas industriales en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez. Los principales servicios de la región se proveen sobre todo en la ciudad de San Luis Potosí, lo cual aumenta el nivel de traslados entre el centro de la ciudad, las áreas de vivienda social y las zonas de actividad industrial. La mayor necesidad de desplazarse ha ocasionado altos grados de congestión en las horas pico. La construcción de anillos de circunvalación de varios niveles todavía no ha resuelto el problema por completo. Hasta el momento no se ha implementado un sistema urbano eficiente capaz de ajustarse a las necesidades de movilización de los habitantes que se trasladan entre su lugar de residencia, su lugar de trabajo y el lugar en donde encuentran a los proveedores de servicios.

Sin embargo, el potencial de crecimiento es patente y la ciudad se ha propuesto resolverlo mediante proyectos estratégicos de infraestructura y prestación de servicios, entre los cuales el abastecimiento de agua potable es fundamental. Se considera pues que la demanda futura de la ZMSLP pueda satisfacerse con agua superficial obtenida de las cuencas del río Pánuco.

En la figura 3-2 se aprecia el crecimiento poblacional estimado, tomando como punto de partida el comportamiento de las últimas décadas, las recomendaciones de la OCDE y las

consideraciones del CONAPO e INEGI. En el periodo 1970-1980 la tasa de crecimiento anual fue de 5.4%, de 1980-1990 llegó a 3.8% anual, de 1990-2000 se registró un crecimiento promedio anual de 2.7% y por último en el periodo 2000-2010 la tasa fue de 2.5% por año, en suma, de 1970 a 2010 en la ciudad de San Luis Potosí y su zona metropolitana hubo un crecimiento promedio de 3.6% anual. La tasa de crecimiento media en 100 años es de 1% para esta región, en la tabla 3-5 se muestran las tasas de crecimiento estimadas en el periodo de 2010-2110.

Figura 3-2: Proyección de la población 2010-2110 en la ZMSLP.



Fuente: elaboración propia con información CONAPO 2005 e INEGI 2010.

Tabla 3-5: Tasas de crecimiento poblacional 2010-2110. ZMSLP.

Año	Tasa anual	Año	Tasa anual
2010-15	1.14%	2060-65	1.02%
2015-20	0.84%	2065-70	1.03%
2020-25	0.64%	2070-75	1.05%
2025-30	0.49%	2075-80	0.77%
2030-35	0.88%	2080-85	0.70%
2035-40	1.00%	2085-90	0.65%
2040-45	1.01%	2090-95	0.60%
2045-50	1.02%	2095-100	0.45%
2050-55	1.03%	2100-105	0.41%
2055-60	1.04%	2105-110	0.35%

Fuente: elaboración propia con información CONAPO 2005 e INEGI 2010.

3.2.2 Demanda futura de agua.

El cálculo de la demanda futura se dividirá en dos grandes vertientes: el primero es el que tiene que ver con el uso doméstico, es decir lo que es necesario para suplir las necesidades de las zonas urbanas y rurales.

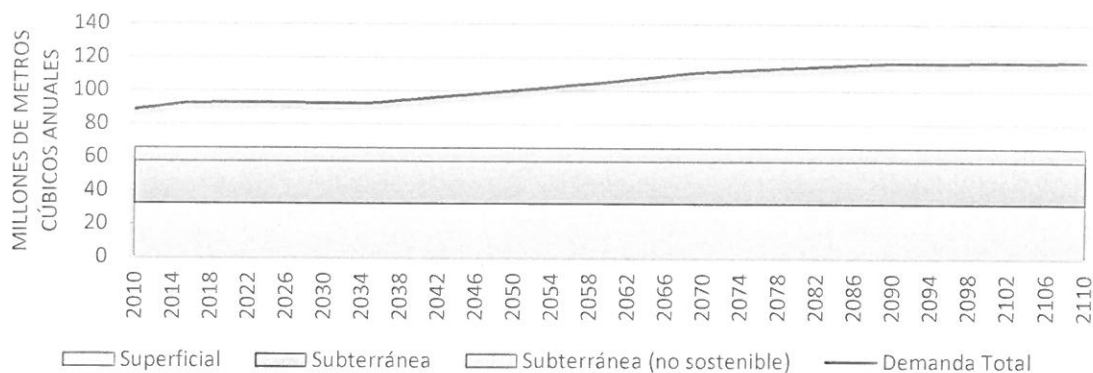
Para calcular la demanda de agua potable de uso público-urbano, se utilizó la información de población que reporta el INEGI para el año 2010, de acuerdo con lo descrito en el capítulo anterior. La proyección de la demanda considera que:

- ❖ La dotación objetivo para zonas urbanas es de 250 litros por habitante por día y de 150 litros por habitante por día para zonas rurales.
- ❖ Lograr una cobertura total de los servicios, eliminando el déficit actual.

Se asume para el cálculo que las medidas descritas sean una realidad en 10 años en la ZMSLP, como parte de los logros del MIG, en 15 años para el resto de las zonas urbanas en estudio, y en 20 años en las zonas rurales.

En la figura 3-3 se muestra la evolución esperada de la demanda de agua para las zonas Media y Huasteca. El incremento en la demanda al 2110 es de 29 millones de metros cúbicos al año, correspondientes en su totalidad a las zonas urbanas de la región. Dado el comportamiento de la población en las zonas rurales no se estima que la demanda de agua potable aumente.

Figura 3-3: Demanda para el periodo 2010-2110 en las zonas Media y Huasteca.



Fuente: elaboración propia.

Algunos municipios de estas regiones experimentan problemas de desabasto intermitente por la baja productividad acuífera, en particular de los acuíferos Huasteca Potosina y Tamuín de los que se extraen hasta 8 millones de metros cúbicos anuales (ver tabla 3-2), este volumen se sumará a la solicitud de reserva.

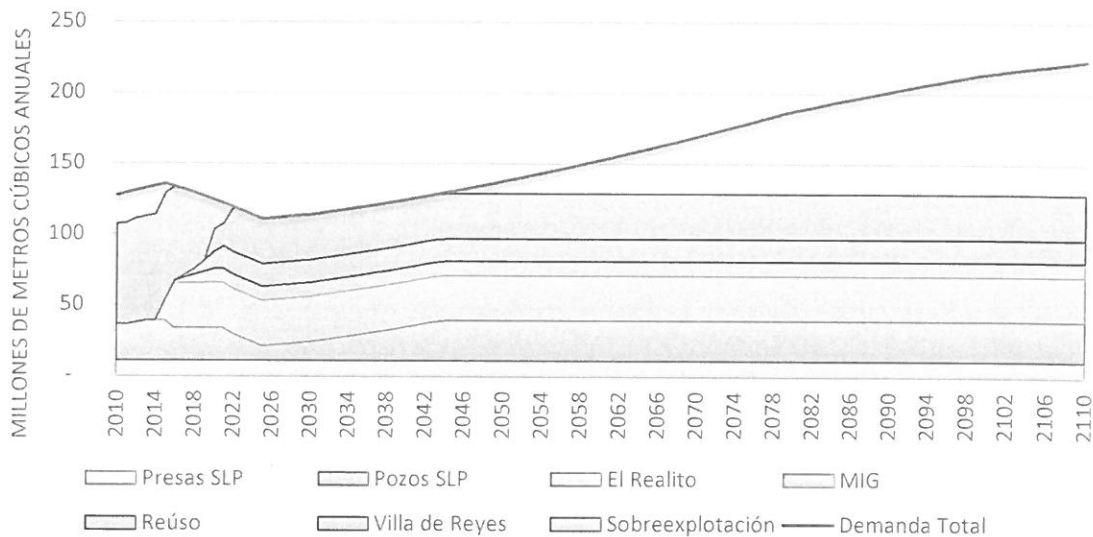
En la ZMSLP, con la aplicación exitosa de los proyectos descritos en la tabla 3-3, se espera que para el año 2110 la demanda llegue a 227 millones de metros cúbicos al año para satisfacer las necesidades de una población cercana a los 2.5 millones de habitantes.

En la figura 3-4 se muestra la curva de demanda y las diferentes fuentes de abastecimiento que tendrá la ZMSLP, de acuerdo con el plan de acción conjunta del INTERAPAS y la CEASLP.

La oferta tiene un incremento notable correspondiente al acueducto El Realito (32 millones de metros cúbicos), así como a los logros del programa de MIG (10 millones de metros cúbicos), y a los programas para ampliar el reúso de agua (16 millones de metros cúbicos), por último, al proyecto Sistema Villa de Reyes para el intercambio de agua con la CFE (32 millones de metros cúbicos).

La curva de demanda muestra un crecimiento entre 2010 y 2015 debido al crecimiento estimado de la población en dicho periodo (con tasas de CONAPO) y de 2016 a 2026 una reducción por el ajuste de la dotación.

Figura 3-4: Demanda para el periodo 2010-2110 en las zonas Media y Huasteca.



Fuente: elaboración propia.

Como se observa, el déficit de agua potable en la ZMSLP se mitiga con la entrada en operación de El Realito y la sobreexplotación se elimina con el resto de los proyectos contemplados, sin embargo, es necesario un volumen adicional para satisfacer la demanda futura, que de otro modo sería suministrada parcialmente a partir de la sobreexplotación del acuífero. De acuerdo con el balance estimado, en el año 2110 serían necesarios 94.5 millones de metros cúbicos adicionales.

3.3 Alternativas para satisfacer la demanda futura.

La evolución esperada de la demanda de agua considera los sectores de usuarios más importantes, bajo un escenario orientado a lograr la sustentabilidad del aprovechamiento del recurso. El análisis de las demandas previstas se enfoca específicamente en los municipios cuya demanda se satisface o satisfará con aguas superficiales de la cuenca del río Pánuco, aun cuando algunos acuíferos podrían aportar volúmenes importantes. Los sitios potenciales

para el aprovechamiento de las aguas se sustentan en la disponibilidad de las cuencas de interés, de acuerdo con la información oficial.

La cuenca del río Pánuco tiene un escurrimiento permanente que para su estudio se dividió en 24 cuencas debido a su dimensión y aportaciones, éstas se han descrito en el capítulo 2.3. En la zona de estudio se tiene la influencia de 11 acuíferos: Ahualulco, Buenavista, Cerritos-Villa Juárez, Huasteca Potosina, Jaral de Berrios-Villa de Reyes, Río Verde, San Nicolás Tolentino, Santa María del Río, Tamuín, Villa de Arista y Villa Hidalgo.

En la tabla 3-6 se muestran las cuencas seleccionadas como alternativa para satisfacer la demanda futura, y los componentes hidráulicos empleados para la determinación de la disponibilidad. De acuerdo con los datos disponibles, las cuencas de la región de estudio cuentan con una disponibilidad por encima de los siete mil millones de metros cúbicos anuales, siendo los ríos Tampaón y Moctezuma los que cuentan con el mayor volumen. Por su parte, las cuencas Santa María 1, Santa María 2 y Altamira presentan déficit, por lo que no se consideran en el análisis de la reserva.

En la tabla 3-7 se consignan las demandas esperadas en los municipios de interés para las localidades urbanas, aunque algunos municipios no cuentan con esta. En consecuencia, la tabla 3-9 muestra los volúmenes adicionales, por cuenca, requeridos para satisfacer las demandas listadas, considerados como reserva para las zonas urbanas de los municipios de interés, así como el suministro de las fuentes subterráneas que se sustituirá por aguas superficiales para dar seguridad a la fuente. Se resalta de forma particular la Zona Metropolitana de San Luis Potosí que podría importar agua de las cuencas Santa María 2, Santa María 3, Verde 2 y Verde 3.

En la tabla 3-8 se muestran las demandas esperadas en los municipios de interés para la población rural, la ZMVM se consideró sin zonas rurales. La tabla 3-10 contiene los volúmenes considerados como reserva para satisfacer la demanda futura de agua para uso doméstico en las zonas rurales de los municipios de interés, incluyendo la sustitución de agua de los acuíferos Tamuín y Huasteca por aguas superficiales para dar seguridad a la fuente.

Tabla 3-6: Disponibilidad en las cuencas del río Pánuco, antes de la reserva.

Cuenca	Cp	Ar	Uc	R	Im	Ex	Ev	Av	Ab	Rxy	30%FM	D
Río Claro	449.58	-	6.34	3.65	-	-	-	-	446.88	94.92	90.98	260.99
Río Amajac	880.57	251.49	2.95	1.85	-	-	-	-	1,130.96	240.21	267.67	623.07
Río Tempoal 2	290.16	2,412.24	179.73	8.26	-	-	-	-	2,530.94	517.92	572.96	1,440.07
Río Verde 1	31.72	-	7.07	2.43	-	-	-	-	27.08	15.84	4.17	7.08
Río Verde 2	139.93	27.08	79.30	31.73	-	-	-	-	119.44	36.92	28.01	54.51
Río Verde 3	83.42	119.44	10.58	3.57	-	-	-	-	195.85	53.23	47.71	94.90
Arroyo Altamira	51.07	-	47.51	3.82	-	-	1.21	0.63	5.55	5.04	0.95	-0.44
Río Santa María 1	87.97	5.55	17.93	5.99	-	63.07	-	-	18.51	9.35	18.20	-9.04
Río Santa María 2	113.43	18.51	14.55	9.84	-	-	-	-	127.23	57.09	42.05	28.10
Río Santa María 3	650.07	127.23	34.75	16.20	-	158.00	-	-	600.76	163.28	190.62	246.86
Río Tamasopo 1	308.90	-	3.25	1.08	-	-	-	-	306.74	90.66	72.97	143.11
Río Tamasopo 2	361.64	306.74	22.04	6.93	-	-	-	-	653.26	177.55	151.13	324.59
Río Gallinas	392.55	-	12.41	3.98	-	-	-	-	384.12	104.40	96.64	183.09
Río El Salto	847.72	-	437.42	405.52	-	-	-	-	815.81	221.73	171.80	422.28
Río Valles	285.31	-	118.33	40.43	-	-	-	-	207.41	56.37	61.43	89.61
Río Tampaón 1	1,674.29	2,857.20	110.24	40.01	-	-	-	-	4,461.27	1,132.24	1,098.13	2,230.90
Río Choy	235.66	-	40.91	13.13	-	-	-	-	207.88	38.51	56.90	112.48
Río Coy 1	921.57	-	8.52	3.56	-	-	-	-	916.61	260.18	201.41	455.02
Río Coy 2	131.81	916.61	42.78	13.87	-	-	-	-	1,019.50	258.74	232.60	528.16
Río Tampaón 2	80.13	5,480.77	470.31	28.28	-	-	-	-	5,118.86	948.18	1,353.46	2,817.22
Río Tanculín	389.35	-	3.88	2.57	-	-	-	-	388.04	82.42	89.61	216.01
Río Huichihuayán	807.65	-	6.60	3.53	-	-	-	-	804.57	170.89	177.63	456.05
Río Moctezuma 3	505.05	4,398.59	48.04	18.39	-	-	-	-	4,873.99	997.38	1,221.53	2,655.07
Río Moctezuma 4	167.25	7,404.93	181.52	50.95	-	-	-	-	7,441.60	1,378.43	1,837.19	4,225.98
Río Moctezuma 5	150.30	12,768.34	1,018.92	31.82	-	98.17	-	-	11,833.38	1,281.77	3,305.72	7,245.88
Río Pánuco 1	202.33	11,833.38	461.86	266.60	98.17	473.04	119.40	-	11,346.18	288.91	3,444.52	7,612.75

Simbología:

Cp Volumen medio anual de escurrimiento natural;

Ar Volumen medio anual de escurrimiento aguas arriba;

Uc Volumen anual de extracciones de agua superficial (actualizadas a 2015);

R Volumen anual de retornos;

Im Volumen anual de importaciones;

Ex Volumen anual de exportaciones;

Ev Volumen anual de evaporación en embalses;

Av Volumen anual de variación de almacenamiento en embalses;

Ab Volumen anual de escurrimiento aguas abajo $Ab=Cp+Ar+R+Im-(Uc+Ev+Ex+Av)$;

Rxy Volumen anual actual comprometido, incluye el flujo mínimo para garantizar la estabilidad de los cauces;

D Disponibilidad media anual.

Cantidades en millones de metros cúbicos.

Fuente: Diario Oficial de la Federación del 7 de julio de 2016 y 7 de abril de 2014.

Tabla 3-7: Evolución de la demanda en zonas urbanas.

Municipio	2010	2020	2030	2040	2050	....	2100	2110
Alaquines	-	-	-	-	-	....	-	-
Aquismón	1.50	1.62	1.40	1.75	2.13	....	2.79	2.69
Armadillo de los Infante	-	-	-	-	-	....	-	-
Axtla de Terrazas	1.10	1.25	1.34	1.55	1.71	....	1.95	1.89
Cárdenas	0.99	1.21	1.58	1.64	1.69	....	2.06	2.08
Cerritos	1.00	1.24	1.64	1.74	1.83	....	1.99	1.92
Ciudad Fernández	6.74	6.22	3.68	3.93	4.02	....	4.40	4.48
Ciudad Valles	14.05	14.65	13.71	14.67	15.58	....	19.09	19.45
Coxcatlán	0.48	0.46	0.33	0.38	0.43	....	0.53	0.51
Ébano	3.29	3.62	3.86	4.02	4.14	....	4.59	4.61
El Naranjo	0.92	1.05	1.17	1.25	1.33	....	1.56	1.50
Huehuetlán	-	-	-	-	-	....	-	-
Lagunillas	-	-	-	-	-	....	-	-
Matlapa	2.04	1.69	0.90	1.02	1.16	....	1.50	1.46
Rayón	0.74	0.74	0.65	0.70	0.76	....	0.91	0.88
Rioverde	5.73	5.94	5.61	5.93	6.27	....	5.73	5.94
San Antonio	-	-	-	-	-	....	-	-
San Ciró de Acosta	0.62	0.69	0.77	0.84	0.91	....	1.11	1.07
San Martín Chalchicuautla	0.63	0.58	0.35	0.38	0.42	....	0.50	0.49
San Nicolás Tolentino	-	-	-	-	-	....	-	-
San Vicente Tancuayalab	0.67	0.74	0.75	0.82	0.89	....	1.09	1.05
Santa Catarina	-	-	-	-	-	....	-	-
Santa María del Río	1.16	1.38	1.67	1.79	1.92	....	2.32	2.32
Tamasopo	1.45	1.45	1.37	1.51	1.66	....	2.06	1.98
Tamazunchale	3.75	4.42	4.92	5.26	5.45	....	6.06	6.10
Tampacán	0.36	0.36	0.25	0.30	0.37	....	0.56	0.54
Tampamolón Corona	0.44	0.43	0.35	0.39	0.43	....	0.55	0.53
Tamuín	2.15	2.25	2.14	2.28	2.33	....	2.56	2.58
Tancanhuitz	0.72	0.60	0.30	0.32	0.34	....	0.40	0.39
Tanlajás	-	-	-	-	-	....	-	-
Tanquian de Escobedo	0.66	0.80	1.04	1.08	1.12	....	1.24	1.20
Tierra Nueva	0.45	0.50	0.58	0.64	0.71	....	0.88	0.85
Villa de Reyes	2.83	3.02	2.55	3.09	3.76	....	6.30	6.43
Villa Juárez	0.31	0.32	0.33	0.34	0.36	....	0.40	0.38
Xilitla	0.95	0.99	0.86	0.93	1.02	....	1.23	1.19
Zaragoza	2.85	2.82	1.82	2.09	2.43	....	3.28	3.23
Subtotal	58.58	61.04	55.92	60.64	65.17	....	79.73	79.82
ZMSLP	127.33	124.58	113.90	124.53	137.74	....	214.17	223.32
Total	185.91	185.62	169.82	185.17	202.91	....	293.90	303.14

Cifras en millones de metros cúbicos anuales.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3-8: Evolución de la demanda en zonas rurales.

Municipio	2010	2020	2030	2040	2050	....	2100	2110
Alaquines	0.67	0.65	0.56	0.50	0.51	....	0.46	0.45
Aquismón	3.02	2.83	2.42	2.20	2.21	....	2.02	1.97
Armadillo de los Infante	0.18	0.20	0.23	0.26	0.27	....	0.29	0.29
Axtla de Terrazas	1.25	1.22	1.20	1.16	1.12	....	0.92	0.88
Cárdenas	0.11	0.14	0.19	0.22	0.23	....	0.23	0.23
Cerritos	0.22	0.23	0.26	0.26	0.23	....	0.12	0.11
Ciudad Fernández	1.21	1.00	0.67	0.49	0.45	....	0.27	0.25
Ciudad Valles	2.14	2.29	2.34	2.37	2.40	....	2.54	2.57
Coxcatlán	1.32	1.17	0.92	0.80	0.80	....	0.85	0.86
Ébano	0.22	0.26	0.30	0.30	0.29	....	0.21	0.18
El Naranjo	0.43	0.49	0.57	0.61	0.63	....	0.70	0.71
Huehuetlán	1.42	1.36	1.13	0.99	1.00	....	1.04	1.03
Lagunillas	0.57	0.51	0.39	0.33	0.33	....	0.36	0.36
Matlapa	2.61	2.35	1.70	1.33	1.34	....	1.36	1.36
Rayón	0.61	0.61	0.58	0.57	0.58	....	0.63	0.63
Rioverde	2.09	2.26	2.39	2.51	2.62	....	3.05	3.08
San Antonio	0.90	0.84	0.68	0.60	0.62	....	0.67	0.67
San Ciró de Acosta	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	....	0.09	0.09
San Martín Chalchicuautla	2.00	1.72	1.25	1.01	1.02	....	1.06	1.07
San Nicolás Tolentino	0.45	0.41	0.34	0.31	0.32	....	0.35	0.35
San Vicente Tancuayalab	0.44	0.48	0.50	0.52	0.52	....	0.52	0.51
Santa Catarina	1.35	1.27	0.97	0.82	0.87	....	1.05	1.05
Santa María del Río	1.07	1.25	1.52	1.70	1.78	....	2.18	2.26
Tamasopo	0.79	0.87	0.95	0.97	0.99	....	0.98	0.96
Tamazunchale	3.22	3.15	3.08	3.04	2.98	....	2.67	2.61
Tampacán	1.38	1.23	0.94	0.79	0.80	....	0.84	0.84
Tampamolón Corona	0.81	0.79	0.72	0.70	0.73	....	0.91	0.95
Tamuín	1.00	1.07	1.12	1.16	1.20	....	1.42	1.47
Tancanhuitz	2.22	2.01	1.46	1.17	1.22	....	1.42	1.43
Tanlajás	1.41	1.38	1.29	1.28	1.38	....	2.03	2.20
Tanquian de Escobedo	0.21	0.24	0.27	0.29	0.31	....	0.41	0.43
Tierra Nueva	0.16	0.16	0.18	0.18	0.18	....	0.15	0.14
Villa de Reyes	2.00	1.98	1.73	1.76	1.95	....	2.05	2.03
Villa Juárez	0.30	0.32	0.37	0.40	0.42	....	0.50	0.52
Xilitla	3.26	3.14	2.88	2.72	2.78	....	3.10	3.17
Zaragoza	1.06	0.94	0.67	0.56	0.57	....	0.62	0.63
Subtotal	42.26	40.95	36.90	35.00	35.76	....	38.07	38.34
ZMSLP	-	-	-	-	-	....	-	-
Total	42.26	40.95	36.90	35.00	35.76	....	38.07	38.34

Cifras en millones de metros cúbicos anuales.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3-9: Oferta actual y volumen de agua requerido para zonas urbanas.

Cuenca	Municipio	Oferta actual (2010)	Vol. requerido (2110)	Incremento
Amajac	Tamazunchale	2.26	6.29	4.03
Choy	Tamuín	0.19	0.25	0.06
Coy 2	Ciudad Valles	0.35	0.53	0.17
	Tancanhuitz	0.01	0.015	0.003
	Tanlajás	-	-	-
El Salto	Ciudad Valles	0.35	0.53	0.17
	El Naranjo	0.88	1.54	0.66
Gallinas	Tamasopo	0.135	0.28	0.15
Huichihuayán	Xilitla	0.60	1.44	0.84
Moctezuma 3	Axtla de Terrazas	0.80	2.27	1.47
	Coxcatlán	0.24	0.51	0.27
	Huehuetlán	-	-	-
	Matlapa	0.85	1.55	0.70
	San Antonio	-	-	-
	San Martín Chalchicuautla	0.37	0.48	0.11
	San Vicente Tancuayalab	0.59	1.64	1.05
	Tampacán	0.18	0.53	0.35
	Tampamolón Corona	0.32	0.53	0.21
	Tancanhuitz	0.30	0.563	0.259
Moctezuma 5	Tamuín	1.49	1.97	0.48
	Ébano	2.95	4.68	1.73
Río Valles	Ciudad Valles	4.93	7.36	2.43
Tamasopo 1	Alaquines	-	-	-
	Cárdenas	0.92	2.08	1.17
	ZMSLP*	25.38	44.0	18.6
Tamasopo 2	Tamasopo	0.009	0.02	0.01
	ZMSLP*	52.43	90.9	38.5
Tampaón 1	Aquismón	0.78	2.69	1.91
	Ciudad Valles	7.40	12.14	4.74
	Tamasopo	0.812	2.08	1.26
Tampaón 2	Tamuín	0.28	0.61	0.33
Verde 1	Villa de Reyes	2.45	6.43	3.98
Verde 2	Armadillo de los Infantes	-	-	-
	Cerritos	0.91	1.92	1.01
	Ciudad Fernández	6.58	4.49	-
	Rioverde	3.08	4.90	1.82
	San Nicolás Tolentino	-	-	-
	Tierra Nueva	0.36	0.85	0.49
	Villa de Juárez	0.29	0.37	0.09
	Zaragoza	2.07	3.23	1.16
Verde 3	ZMSLP*	11.72	20.3	8.6
	Lagunillas	-	-	-
	Rayón	0.54	1.39	0.84
	Rioverde	1.96	3.16	1.20
	San Ciró de Acosta	0.57	1.54	0.97
	Santa Catarina	-	-	-
Total	Santa María del Río	0.83	2.33	1.49
	ZMSLP*	39.29	68.1	28.8
	Total	177.10	308.28	133.28

Cifras en millones de metros cúbicos anuales.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3-10: Oferta actual y volumen de agua requerido para zonas rurales.

Cuenca	Municipio	Oferta actual (2010)	Vol. requerido (2110)	Incremento
Amajac	Tamazunchale	1.94	2.68	0.74
Choy	Tamuín	0.09	0.15	0.06
Coy 2	Ciudad Valles	0.05	0.06	0.01
	Tancanhuitz	0.04	0.056	0.018
	Tanlajás	1.24	2.17	0.93
El Salto	Ciudad Valles	0.04	0.05	0.01
	El Naranjo	0.41	0.72	0.31
Gallinas	Tamasopo	0.232	0.43	0.19
Huichihuayán	Xilitla	2.06	3.25	1.19
Moctezuma 3	Axtla de Terrazas	0.91	1.01	0.10
	Coxcatlán	0.66	0.99	0.33
	Huehuetlán	1.13	1.13	-
	Matlapa	1.09	1.39	0.30
	San Antonio	0.47	0.72	0.25
	San Martín Chalchicuautla	1.17	1.07	-
	San Vicente Tancuayalab	0.39	0.71	0.32
	Tampacán	0.71	1.19	0.48
	Tampamolón Corona	0.58	1.17	0.59
	Tancanhuitz	0.94	1.434	0.497
	Tanlajás	0.02	0.34	0.32
Tanquian de Escobedo	0.20	0.63	0.43	
Moctezuma 5	Tamuín	0.69	1.12	0.43
Pánuco 1	Ébano	0.20	0.20	-
Río Valles	Ciudad Valles	0.75	0.97	0.22
Tamasopo 1	Alaquines	0.37	0.45	0.08
	Cárdenas	0.10	0.24	0.13
	ZMSLP*	-	-	0.00
Tamasopo 2	Tamasopo	0.003	0.01	-
	ZMSLP*	-	-	-
Tampaón 1	Aquismón	1.57	2.04	0.47
	Ciudad Valles	1.15	1.86	0.71
	Tamasopo	0.286	0.66	0.37
Tampaón 2	Tamuín	0.12	0.28	0.16
Verde 1	Villa de Reyes	1.74	2.02	0.29
Verde 2	Armadillo de los Infantes	0.15	0.29	0.14
	Cerritos	0.20	0.11	-
	Ciudad Fernández	1.19	0.25	-
	Rioverde	1.12	1.88	0.76
	San Nicolás Tolentino	0.36	0.35	-
	Tierra Nueva	0.13	0.14	0.01
	Villa de Juárez	0.28	0.52	0.24
	Zaragoza	0.77	0.63	-
ZMSLP*	-	-	-	
Verde 3	Lagunillas	0.40	0.36	-
	Rayón	0.45	0.62	0.18
	Rioverde	0.72	1.20	0.48
	San Ciró de Acosta	0.13	0.09	-
	Santa Catarina	0.59	1.08	0.49
	Santa María del Río	0.76	2.27	1.50
ZMSLP*	-	-	-	
Total		28.60	40.98	13.74

Cifras en millones de metros cúbicos anuales.

Fuente: elaboración propia.

3.4 Propuesta de reserva de aguas del río Pánuco para el estado de San Luis Potosí.

Se presenta a continuación una propuesta específica de reserva de aguas del río Pánuco, para el abastecimiento de agua para uso doméstico y público urbano de los municipios del estado de San Luis Potosí, formulada con base en los análisis efectuados y descritos en los apartados anteriores. En resumen, las propuestas específicas de reserva, son:

1. Que, para el abastecimiento de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, con un horizonte de planeación al 2110 se reserve un volumen de **94.50 millones de metros cúbicos al año**, de las siguientes cuencas:
 - a. **18.62** millones de metros cúbicos al año de la cuenca del río Tamasopo 1.
 - b. **38.46** millones de metros cúbicos al año de la cuenca del río Tamasopo 2.
 - c. **28.82** millones de metros cúbicos al año de la cuenca del río Verde 3.
 - d. **8.60** millones de metros cúbicos al año de la cuenca del río Verde 2.

Esta distribución supone disminuir las extracciones en el acuífero de San Luis Potosí, por lo que los volúmenes aquí propuestos pueden variar de acuerdo con las factibilidades técnicas y económicas de la infraestructura necesaria para el abastecimiento de la ZMSLP, desde las fuentes propuestas. De acuerdo con la estimación realizada, el volumen se requerirá a partir de 2050.

2. Que, para satisfacer los aumentos de demanda de agua, previstos para el año 2110 en zonas urbanas y rurales de la cuenca del río Pánuco, se reserven **52.52 millones de metros cúbicos al año**, en los términos en que se detalló por municipio en los apartados anteriores:
 - a. **18.72** millones de metros cúbicos al año de la cuenca del río Tampaón para satisfacer los aumentos en la demanda y garantizar la seguridad de la fuente de las localidades urbanas y rurales de los municipios: Alaquines, Aquismón, Cárdenas, Ciudad Valles, El Naranjo, Tamasopo, Tamuín, Tancanhuitz y Tanlajás.
 - b. **14.93** millones de metros cúbicos al año de la cuenca del río Moctezuma para satisfacer los aumentos en la demanda y garantizar la seguridad de la fuente de las localidades urbanas y rurales de los municipios: Axtla de Terrazas, Coxcatlán, Huehuetlán, Matlapa, San Antonio, San Martín Chalchicuautla,

San Vicente Tancuayalab, Tamazunchale, Tampacán, Tampamolón Corona, Tamuín, Tancanhuitz, Tanlajás, Tanquian de Escobedo y Xilitla.

- c. **17.14** millones de metros cúbicos al año de la cuenca del río Verde para satisfacer los aumentos en la demanda y garantizar la seguridad de la fuente de las localidades urbanas y rurales de los municipios: Armadillo de los Infante, Cerritos, Ciudad Fernández, Rayón, Rioverde, San Ciro de Acosta, San Nicolás Tolentino, Santa Catarina, Santa María del Río, Tierra Nueva, Villa de Juárez y Villa de Reyes.
- d. **1.73** millones de metros cúbicos al año de la cuenca del Río Pánuco 1 para satisfacer los aumentos en la demanda y garantizar la seguridad de la fuente de las localidades urbanas y rurales del municipio de Ébano.

En la tabla 3-11 se muestran los volúmenes de agua que requerirán las zonas urbanas y rurales de cada una de las cuencas en las que se dividió el río Pánuco para su análisis.

Tabla 3-11: Incremento del volumen de agua demandado por cuenca hidrológica.

Cuenca	Urbana			Rural		
	2010	2110	Incremento	2010	2110	Incremento
Amajac	2.26	6.29	4.03	1.94	2.68	0.74
Choy	0.19	0.25	0.06	0.09	0.15	0.06
Coy 2	0.36	0.54	0.18	1.32	2.28	0.96
El Salto	1.23	2.07	0.84	0.46	0.77	0.32
Gallinas	0.14	0.28	0.15	0.23	0.43	0.19
Huichihuayán	0.60	1.44	0.84	2.06	3.25	1.19
Moctezuma 3	4.28	9.86	5.58	5.96	9.59	3.63
Moctezuma 5	1.49	1.97	0.48	0.69	1.12	0.43
Pánuco 1	2.95	4.68	1.73	-	-	-
Río Valles	4.93	7.36	2.43	0.75	0.97	0.22
Tamasopo 1	26.30	46.08	19.78	0.47	0.69	0.22
Tamasopo 2	52.44	90.91	38.47	0.00	0.01	0.00
Tampaón 1	8.99	16.91	7.92	3.01	4.55	1.55
Tampaón 2	0.28	0.61	0.33	0.12	0.28	0.16
Verde 1	2.45	6.43	3.98	1.74	2.02	0.29
Verde 2	18.43	31.60	13.17	1.68	2.83	1.15
Verde 3	43.19	76.52	33.33	2.52	5.17	2.65
Total	170.51	303.79	133.28	23.05	36.79	13.74

Cifras en millones de metros cúbicos anuales.

Fuente: elaboración propia.

3.5 Actualización de la disponibilidad por cuenca, después de la reserva.

Para describir los componentes hidráulicos que integran los recursos hídricos en la zona de estudio, se hace referencia a los últimos estudios de disponibilidad que realizó la CONAGUA para las fuentes correspondientes.

Específicamente, para analizar el balance de las aguas superficiales en la región, se consideró la información que se encuentra disponible en el Diario Oficial de la Federación del jueves 7 de julio del 2016, actualizado con la publicación del 7 de abril del 2014, sobre los resultados

de los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales en las cuencas hidrológicas Río Santa María 2, Río Santa María 3, Río Victoria y Río Extóraz de la región hidrológica 26 Pánuco, para el estado de Guanajuato.

En estos estudios se analizaron los escurrimientos naturales o vírgenes por cuenca propia; los escurrimientos aguas arriba y abajo; los usos consuntivos que tienen lugar en la región; los retornos; las importaciones y exportaciones de agua desde o hacia otras cuencas, las evaporaciones presentes en embalses, así como las variaciones en el almacenamiento de los mismos y el volumen comprometido aguas abajo.

En la tabla 3-12 se resume la propuesta específica de reserva de aguas superficiales del río Pánuco, para abastecimiento de agua para los usos propuestos en la zona media y Huasteca del estado, y la Zona Metropolitana de San Luis Potosí.

En la tabla 3-13 se muestra el balance general y la disponibilidad de agua superficial de las cuencas del río Pánuco, contenidas en la zona de estudio, así como la reserva de 395 millones de metros cúbicos para la ciudad de Querétaro, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de julio del 2009 y los estudios técnicos para la reserva de 181.71 millones de metros cúbicos para el estado de Guanajuato, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de abril del 2014.

Tabla 3-12: Resumen de la propuesta específica de reserva para la zona de estudio.

Cuenca	Sitio probable de extracción	Destino	Disponibilidad publicada	Propuesta de reserva	Disponibilidad final
Amajac	Río Amajac, Río Moctezuma y afluentes de estos en los que destacan, el arroyo Santiago, arroyo Tantoyuquita, Arroyo La Pila entre otros; así como los manantiales de La Mesa, Tantoyuquita y Chorro del Carrizal.	Localidades urbanas del municipio de Tamazunchale	623.07	4.77	612.93
Choy	Río Choy.	Localidades urbanas y rurales del municipio de Tamuín	112.48	0.12	111.50
Coy 2	Río Coy y Manantial El Nacimiento.	Localidades urbanas y rurales de los municipios de Ciudad Valles, Tancanhuitz y Tanlajás	528.16	1.11	521.65
El Salto	Río El Salto, arroyo Chiczapoyo y arroyo Agua Zarca y los manantiales de Pileta el Job, Sabanita, Ojo de Agua, Cuichapa, Atlamaxatl entre otros.	Localidades urbanas y rurales de los municipios de Ciudad Valles y El Naranjo	422.28	1.15	414.23
Gallinas	Río Gallinas.	Localidades urbanas y rurales del municipio de Tamasopo	183.09	0.34	179.34
Huichihuayán	Arroyo Matlapa, Río Capulín y manantiales como La Pagua, La Trinidad, Ahuayo entre otros.	Localidades urbanas y rurales del municipio de Xilitla	456.05	2.03	451.09
Moctezuma 3	Río Axtla, Moctezuma, arroyos Tampochocho, Ojite, El Zapote y los manantiales de El Choteco, La Ceiba, Pane, El Platanito entre otros	Localidades urbanas y rurales de los municipios de Axtla de Terrazas, Coxcatlán, Huehuetlán, Matlapa, San Antonio, San Vicente Tancuayalab, Tampacán, Tampamolón Corona, Tancanhuitz, Tanlajás, Tanquian de Escobedo y San Martín Chalchicuautla	2,655.07	9.23	2,615.71
Moctezuma 5	Río Tropaón y Río Santa Clara.	Localidades urbanas y rurales del municipio de Tamuín.	7,245.88	0.91	6,957.42
Pánuco 1	Río Tropaón.	Localidades urbanas y rurales del municipio de Ébano.	7,612.75	1.73	7,323.94
Río Valles	Río Valles, Los Gatos, arroyo Las Vacas y Presa La Lajilla.	Localidades urbanas y rurales del municipio de Ciudad Valles.	89.61	2.64	87.14
Tamasopo 1	Río Tamasopo y Manantial El Nacimiento.	Localidades urbanas de los municipios Alaquines y Cárdenas.	143.11	20.00	113.61
Tamasopo 2	Río Tamasopo, arroyo El Carrizal, Azul, Cenote las Cuatas, Laguna las Cuatas, entre otros.	Localidades urbanas y rurales del municipio de Tamasopo.	324.59	40.11	276.05
Tropaón 1	Río Tropaón, arroyo Tanute, Tambaque, Canoíta, Seco y manantiales como Monek, La Tajina, Ojo de Agua, Santa Anita, entre otros.	Localidades urbanas y rurales de los municipios de Aquismón, Ciudad Valles y Tamasopo.	2,230.90	7.83	2,000.62
Tropaón 2	Río Tropaón, arroyo Laguna Seca, Raya Honda, El Guayabo, entre otros.	Localidades urbanas y rurales del municipio de Tamuín.	2,817.22	0.49	2,579.64
Verde 1	Río Verde, Cañas y Santa Catarina entre otros.	Localidades urbanas y rurales del municipio Villa de Reyes.	7.08	2.26	3.00
Verde 2	Río Verde, arroyo La Soledad, Chupaderos, Tortugas y manantiales como Gruta Sonadora, Camposanto, entre otros.	Localidades urbanas y rurales de los municipios Armadillo de los Infante, Cerritos, Ciudad Fernández, Rioverde, San Nicolás Tolentino, Villa de Juárez, Tierra Nueva y Zona Metropolitana de San Luis Potosí.	54.51	15.42	29.61
Verde 3	Río Verde, Ojo de Agua, arroyo Alcantarilla, Tampazo, Maravillas, La Laja y manantiales como Ojo de Agua, La Laja, La Cueva, entre otros.	Localidades urbanas y rurales de los municipios de Rayón, Rioverde, San Ciro de Acosta, Santa María del Río, Santa Catarina y Zona Metropolitana de San Luis Potosí.	94.90	36.88	59.75
Totales				147.02	

Cifras en millones de metros cúbicos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3-13: Disponibilidad en las cuencas del río Pánuco, incluida la reserva.

Cuenca	Cp	Ar	Uc	R	Im	Ex	Ev	Av	Ab	Rxy	30%FM	D
Río Claro	449.58	-	6.34	3.65	-	-	-	-	446.88	97.45	90.98	258.45
Río Amajac	880.57	251.49	7.72	1.85	-	-	-	-	1,126.19	245.59	267.67	612.93
Río Tempoal 2	290.16	2,412.32	179.73	8.26	-	-	-	-	2,531.02	528.58	572.96	1,429.49
Río Verde 1	31.72	-	9.33	2.53	-	-	-	-	24.92	17.75	4.17	3.00
Río Verde 2	139.93	24.92	94.71	35.50	-	-	-	-	105.63	48.01	28.01	29.61
Río Verde 3	83.42	105.63	47.46	7.97	-	-	-	-	149.55	42.09	47.71	59.75
Arroyo Altamira	51.07	-	47.51	6.39	-	-	1.21	0.63	8.12	7.56	0.95	-0.39
Río Santa María 1	87.97	8.12	17.93	8.61	-	63.07	-	-	23.71	16.52	18.20	-11.01
Río Santa María 2	113.43	23.71	38.56	9.84	-	-	-	-	108.41	63.85	42.05	2.51
Río Santa María 3	650.07	108.41	173.72	16.57	-	158.00	-	-	443.34	124.75	190.62	127.96
Río Tamasopo 1	308.90	-	23.24	1.14	-	-	-	-	286.80	100.21	72.97	113.61
Río Tamasopo 2	361.64	286.80	62.15	8.16	-	-	-	-	594.45	167.27	151.13	276.05
Río Gallinas	392.55	-	12.75	4.24	-	-	-	-	384.04	108.06	96.64	179.34
Río El Salto	847.72	-	438.58	406.38	-	-	-	-	815.52	229.48	171.80	414.23
Río Valles	285.31	-	120.98	42.41	-	-	-	-	206.74	58.18	61.43	87.14
Río Tampaón 1	1,674.29	2,593.64	118.06	44.24	-	-	-	-	4,194.10	1,095.35	1,098.13	2,000.62
Río Choy	235.66	-	41.03	13.13	-	-	-	-	207.76	39.37	56.90	111.50
Río Coy 1	921.57	-	8.52	5.35	-	-	-	-	918.40	267.82	201.41	449.16
Río Coy 2	131.81	918.40	43.90	14.56	-	-	-	-	1,020.87	266.62	232.60	521.65
Río Tampaón 2	80.13	5,214.98	470.80	28.28	-	-	-	-	4,852.58	919.48	1,353.46	2,579.64
Río Tanculín	389.35	-	3.88	3.32	-	-	-	-	388.79	84.78	89.61	214.39
Río Huichihuayán	807.65	-	8.63	5.05	-	-	-	-	804.06	175.34	177.63	451.09
Río Moctezuma 3	505.05	4,375.34	57.27	27.03	-	-	-	-	4,850.14	1,012.90	1,221.53	2,615.71
Río Moctezuma 4	167.25	7,381.16	181.52	51.97	-	-	-	-	7,418.87	1,405.74	1,837.19	4,175.94
Río Moctezuma 5	150.30	12,479.21	1,019.83	32.95	-	98.17	-	-	11,544.47	1,281.32	3,305.72	6,957.42
Río Pánuco 1	202.33	11,544.47	463.58	267.90	98.17	473.04	119.40	-	11,056.84	288.38	3,444.52	7,323.94

Simbología:

Cp Volumen medio anual de escurrimiento natural;

Ar Volumen medio anual de escurrimiento aguas arriba;

Uc Volumen anual de extracciones de agua superficial;

R Volumen anual de retornos;

Im Volumen anual de importaciones;

Ex Volumen anual de exportaciones;

Ev Volumen anual de evaporación en embalses;

Av Volumen anual de variación de almacenamiento en embalses;

Ab: Volumen anual de escurrimiento aguas abajo, $Ab=Cp+Ar+R+Im-(Uc+Ev+Ex+Av)$;

Rxy Volumen anual actual comprometido, incluye el flujo mínimo para garantizar la estabilidad de los cauces;

30%FM Flujo mínimo para garantizar la estabilidad de cauces, lagos y lagunas, para la protección de ecosistemas acuáticos y sus especies;

D Disponibilidad media anual.

Cantidades en millones de metros cúbicos.

Fuente: elaboración propia.

4 MARCO LEGAL.

La Ley de Aguas Nacionales establece el marco legal en el que se inscriben las declaraciones de reserva de las aguas nacionales. En particular, el artículo 38 establece que el Ejecutivo Federal, previos los estudios técnicos que al efecto se elaboren y publiquen, y considerando los programas nacionales hídrico y por cuenca hidrológica y las necesidades del ordenamiento territorial nacional, regional y local, podrá decretar el establecimiento de zonas reglamentadas, zonas de veda o declarar la reserva de aguas.

Asimismo, el artículo 41 de la citada Ley faculta al Ejecutivo Federal para declarar o levantar mediante decreto la reserva total o parcial de las aguas nacionales para los propósitos de usos doméstico y público urbano, para la generación de energía eléctrica para servicio público, y para garantizar los flujos mínimos para la protección ecológica, incluyendo la conservación o restauración de ecosistemas vitales. Indica también que “La Autoridad del Agua” tomara las previsiones necesarias para incorporar las reservas a la programación hídrica regional y nacional.

Más específicamente sobre el proceso para la declaración de reservas de las aguas nacionales, el artículo 9, señala que corresponde a la Comisión Nacional del Agua, por una parte, en su fracción XLI, definir los lineamientos técnicos en materia de gestión de aguas nacionales, cuencas, obras y servicios, para considerarlos en la elaboración de programas, reglamentaciones y decretos de vedas y reservas; y, por otra parte, en su fracción XLII, proponer al titular del Poder Ejecutivo Federal la expedición de decretos para el establecimiento, modificación o extinción de zonas de veda y de zonas reglamentadas para la extracción y distribución de aguas nacionales y para su explotación, uso o aprovechamiento, así como declaratorias de reserva de aguas nacionales y de zonas de desastre.

Por su parte, a los Organismos de Cuenca les corresponde proponer al Director General de la Comisión Nacional del Agua los proyectos de reglamentos para la extracción y distribución de aguas nacionales y su explotación, uso o aprovechamiento; decretos de zonas de veda y zonas reglamentadas; y declaratorias de reserva de aguas nacionales, según se señala en el artículo 12 BIS 6, fracción XXVI; mientras que a los Consejos de Cuenca les es atribuido entre otros impulsar las acciones derivadas del establecimiento de zonas reglamentadas, de zonas de veda y de zonas de reserva, según se señala en el artículo 13 BIS 3, fracción XIII.

Lo anterior describe en términos genéricos el marco legal para el establecimiento de reservas de aguas nacionales. Ya en concreto para la cuenca del río Pánuco, es de señalarse que, hasta el 26 de marzo de 1999, persistieron vedas para el otorgamiento de concesiones de aguas superficiales en diversos tramos del río Pánuco, conforme a diversos acuerdos y decretos publicados en su oportunidad en el Diario Oficial de la Federación. Sin embargo, mediante

decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de marzo de 1999, se suprime parcialmente la veda por tiempo indefinido para el otorgamiento de concesiones y asignaciones para el aprovechamiento de las aguas en las cuencas de los ríos Metztlán, Moctezuma, Tempoal, Verde, Santa María, Tampaón, Guayalejo y Tamesí-Chicayán.

En el mencionado decreto también se indica que la Comisión Nacional del Agua solo podrá concesionar o asignar el 70% de los volúmenes disponibles de agua obtenidos en los estudios técnicos correspondientes; y que la propia Comisión Nacional del Agua reservará el 30% restante de las aguas disponibles para garantizar los flujos mínimos que requiera la estabilidad de los cauces, lagos, lagunas, humedales, esteros, así como la protección de los ecosistemas acuáticos y sus especies.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados del presente estudio hacen factible la reserva de aguas nacionales superficiales de las cuencas hidrológicas Amajac, Choy, Coy 2, El Salto, Gallinas, Huichihuayán, Moctezuma 3, Moctezuma 5, Pánuco 1, Río Valles, Tamasopo 1, Tamasopo 2, Tampaón 1, Tampaón 2, Verde 1, Verde 2 y Verde 3, para asegurar el abastecimiento de agua a la población esperada para el 2110 en la región de estudio y la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, así como su desarrollo socioeconómico, para lo cual se concluye y se hacen las recomendaciones siguientes:

- a. Es vital que se lleve o garantice el uso de los recursos hídricos de las cuencas en donde se propone reservar el agua bajo un esquema de sustentabilidad, ya que de otro modo no habrá cantidad y calidad futura suficiente para satisfacer las demandas de los 1.6 millones de habitantes que se prevé ocuparán la región de estudio en el 2110; por tal motivo se concluye la conveniencia de proponer una reserva de aguas nacionales de la cuenca del río Pánuco, para satisfacer la demanda de agua de las poblaciones, tanto rurales como urbanas, localizadas en la cuenca, por un volumen de **52.53 millones de metros cúbicos**, equivalentes a un caudal de **1.66 metros cúbicos por segundo**, extraíbles en diferentes puntos de la cuenca y para los cuales existe disponibilidad publicada.
- b. La demanda creciente del abastecimiento de agua, como resultado del crecimiento demográfico de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, hace imperativo que se reserven **94.5 millones de metros cúbicos**, equivalentes a un caudal de **2.99 metros cúbicos por segundo**, extraíbles en diferentes puntos de la cuenca del río Pánuco, para así garantizar el desarrollo social y productivo de la región, y cuyos volúmenes dependen de las factibilidades técnicas y económicas de la infraestructura necesaria para abastecer la zona desde los puntos propuestos.
- c. Fomentar en la región de estudio, y como en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí otras formas o usos para dejar de utilizar las aguas subterráneas, con el fin de disminuir la sobreexplotación de los acuíferos de la zona. Una forma es el intercambio de agua industrial por agua tratada para reúso, así como el saneamiento de las aguas.
- d. El desarrollo futuro de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí exige la implementación de estrategias para el control de la demanda y la estabilización del acuífero local, a través de proyectos para la recarga del acuífero, del reúso de agua tratada (directo o como intercambio por agua de primer uso), y de importación de agua de otras cuencas. De no llevarse a cabo estas prácticas, se verá comprometida la disponibilidad futura del acuífero y el abastecimiento a la ciudad, y, por ende, el crecimiento económico y social.

BIBLIOGRAFÍA.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua. “*Estudio de disponibilidad de las aguas superficiales de las cuencas de los ríos Pánuco, San Fernando, Laguna Madre y Laguna Morales-San Andrés con base en la norma oficial mexicana NOM-011-CNA-2000*”. México, 2005.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua. “*Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025*”. México, 2002.

CONAPO, Consejo Nacional de Población. “*Dinámica demográfica 1990-2010 y proyecciones de población 2010-2030. San Luis Potosí*”. México, 2014

CONSAR, Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro. “*El contexto demográfico de las pensiones*”. Consultado el 22 de septiembre de 2015 en <http://www.consar.gob.mx/BLOG/ContextoEvolucion.aspx>

CONTRERAS, Servín Carlos. “*Análisis espacial y vulnerabilidad de la ciudad de San Luis Potosí-México, al abasto futuro de agua potable*”. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México, 2010.

DOMINGUEZ, Calle Efraín Antonio. “*Relaciones Demanda-Oferta de agua y el índice de escases de agua como herramienta de evaluación del recurso hídrico colombiano*”. Departamento de Ecología y Territorio, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Colombia, 2008.

DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. “*Metodología de proyecciones de población y estudios demográficos*”. Colombia, 2009.

DOF, Diario Oficial de la Federación. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales nacionales de las 731 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos, marzo 8, 2016.

DOF, Diario Oficial de la Federación. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican. México. Abril 20, 2015.

DOF, Diario Oficial de la Federación. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales en las cuencas hidrológicas Río

Moctezuma 1, Río Extóraz y Río Santa María 3 de la Región Hidrológica número 26 Pánuco.
Julio 2, 2009.

FIDERCO, Fideicomiso para el desarrollo de la región Centro Occidente. Universidad Autónoma de Nayarit. *Análisis regional de la gestión del agua en la región Centro Occidente*. México, 2002.

GOBIERNO del Estado de San Luis Potosí. *Plan estatal de desarrollo 2009-2015*". México, 2010.

INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. *Evaluación y control de substancias toxicas en aguas superficiales en la cuenca del río Panuco*". México, 2009.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *Anuario estadístico del estado de San Luis Potosí*". México, 1993.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *Anuario estadístico del estado de San Luis Potosí*". México, 1994.

INSTITUTO Municipal de Planeación de San Luis Potosí. *San Luis Potosí en cifras*". H. Ayuntamiento de San Luis Potosí. México, 2011.

INTERAPAS, Organismo Intermunicipal Metropolitano de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Servicios Conexos de los municipios de Cerro de San Pedro, San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez. *Gestión del Agua en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Cerro de San Pedro y Soledad de Graciano Sánchez 2013*. México, 2014.

OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. *How Regions Grow: Trends and Analysis*. Global 2009. El texto completo de este libro está disponible en línea a través de este enlace: www.sourceoecd.org/regionaldevelopment/9789264039452.

OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. *Promoviendo el crecimiento en todas las regiones*. Traducido y editado en México para América Latina, 2012. Este libro está disponible en línea en <http://dx.doi.org/10.1787/9789264176362-es>.

OSPINA, Botero David. *Modelos matemáticos elementales en proyecciones de población*". Revista Colombiana de Estadística, 1981.

PARTIDA, Bush Virgilio. *Un método para proyectar la población según tamaño de localidad. (Aplicación al caso de la población urbana de México en 1990)*". El Colegio de México, 1990.