

RES. 2021/289 | Dictamen por el que se aprueba el Programa de Identificación y Control de Descargas.

CLAUDIA RIVERA VIVANCO, PRESIDENTA MUNICIPAL CONSTITUCIONAL DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DE PUEBLA, a sus habitantes, sabed:

Que por conducto de su Secretaría el Honorable Ayuntamiento del Municipio de Puebla se ha servido dirigirme para su publicación el siguiente:

## DICTAMEN POR EL QUE SE APRUEBA EL PROGRAMA DE IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE DESCARGAS

RES. 2021/289



CON FUNDAMENTO EN LO DISPUESTO POR LOS ARTÍCULOS 115 FRACCIONES II Y III INCISO A) DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS; 102, 103 y 104 INCISO A) DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE PUEBLA; 8 FRACCIONES I Y VII, 15 FRACCIONES I, III, V Y XII Y 117 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE; 3, 78 FRACCIONES I, IV Y LIX DE LA LEY ORGÁNICA MUNICIPAL; 6 FRACCIONES I Y X DE LA LEY PARA LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE NATURAL Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE PUEBLA; 2385 FRACCIÓN II, 2387 Y 2388 DEL CÓDIGO REGLAMENTARIO PARA EL MUNICIPIO DE PUEBLA; 2 FRACCIÓN IX 92, 93 Y 96 DEL REGLAMENTO INTERIOR DE CABILDO Y COMISIONES DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE PUEBLA, SOMETEMOS A LA DISCUSIÓN Y APROBACIÓN DE ESTE HONORABLE CUERPO EDILICIO, EL PRESENTE DICTAMEN POR EL QUE SE APRUEBA EL PROGRAMA DE IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE DESCARGAS; DE CONFORMIDAD CON LOS SIGUIENTES:

### ANTECEDENTES

1. En el Municipio de Puebla, la prestación del servicio público de agua, drenaje y alcantarillado es competencia del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (SOAPAP) el cual fue creado mediante Decreto del H. Congreso del Estado publicado en el Periódico Oficial del Estado con fecha veintiocho de diciembre de mil novecientos ochenta y cuatro, como un Organismo Público Descentralizado de la Administración Pública del Municipio de Puebla con personalidad jurídica y patrimonio propios.
2. En Sesión Ordinaria de Cabildo de fecha dieciséis de febrero de dos mil dieciocho, el H. Ayuntamiento tuvo a bien aprobar el Dictamen por el que se modifica la

estructura administrativa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad para la administración pública 2014-2018, la cual fue publicada en el Periódico Oficial del Estado el día quince de marzo de dos mil dieciocho, con lo que se creó la Dirección de Planeación y Gestión del Agua en función a las facultades que requiere la administración municipal para el cumplimiento de sus atribuciones en materia hídrica.

3. En Sesión Ordinaria de Cabildo del día dieciséis de mayo de dos mil dieciocho, el Ayuntamiento del Municipio de Puebla suscribió el Dictamen por el que se aprueba el Plan Rector para el Saneamiento del Río Atoyac, el cual fue debidamente publicado en el Periódico Oficial del Estado el día cinco de junio de dos mil dieciocho, el cual tiene como objetivo: Definir, con base en un diagnóstico técnico y científicamente sustentado, las estrategias y acciones específicas que servirán de guía a las autoridades municipales y, en lo que corresponda, a las estatales y federales, para su actuación coordinada, así como a la ciudadanía organizada y las representaciones del sector privado para la recuperación de la calidad del agua del río Atoyac, para lograr con ello cumplir con la Visión de: recuperar una calidad del agua acorde con los mejores estándares nacionales, los atributos necesarios para asegurar su dinámica y funcionalidad y para la prestación de los servicios ambientales indispensables para una armoniosa relación con la sociedad del Municipio de Puebla, en un horizonte temporal al año 2031.
4. En Sesión Ordinaria de Cabildo de fecha dieciséis de agosto de dos mil diecinueve, el Ayuntamiento aprobó por unanimidad, el Punto de Acuerdo por el que se crea la Comisión Permanente de Agua Potable y Alcantarillado, la cual fue instalada el día tres de septiembre de dos mil diecinueve.
5. En Sesión Ordinaria de Cabildo de fecha once de octubre de dos mil diecinueve, el Ayuntamiento tuvo a bien aprobar el Punto de Acuerdo presentado por las Regidoras Augusta Valentina Díaz de Rivera Hernández y Carolina Morales García, mediante el cual se instruye a la Dirección de Gestión del Agua y Planeación para que elabore el Programa Municipal de Identificación y Reconocimiento de los Establecimientos Comerciales Comprometidos con el Cumplimiento de las Políticas para el Control de las Descargas de Aguas Residuales y en su oportunidad lo presente a la Comisión Permanente de Agua Potable y Alcantarillado para su dictaminación.
6. En Sesión Ordinaria de Cabildo de fecha trece de diciembre de dos mil diecinueve, se aprobó la modificación de la Estructura Orgánica de la Administración Pública Municipal 2018 – 2021, por la que, entre otros, se cambia de denominación a la Dirección de Gestión del Agua y Planeación para quedar como Dirección de Planeación y Conservación de Recursos Hídricos, Punto de acuerdo que fue publicado en el Periódico Oficial del Estado el trece de febrero de dos mil veinte.
7. En cumplimiento a la instrucción girada en el Punto de Acuerdo señalado en el numeral anterior, la Titular de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad, presentó, en Sesión Ordinaria de fecha seis de febrero de dos mil veinte, el Proyecto del Programa Municipal de Identificación y Reconocimiento de los Establecimientos

Comerciales Comprometidos con el Cumplimiento de las Políticas para el Control de las Descargas de Aguas Residuales, el cual fue aprobado en lo general por los integrantes de dicha Comisión.

8. En Sesión Ordinaria de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de fecha nueve de junio de dos mil veintiuno, se sometió a la consideración de las Regidoras y el Regidor integrante de dicha Comisión, el proyecto de Dictamen por el que se aprueba el Programa Municipal de Identificación y Reconocimiento de los Establecimientos Comerciales Comprometidos con el Cumplimiento de las Políticas para el Control de las Descargas de Aguas Residuales, el cual fue rechazado, toda vez que, dicho documento fue elaborado en el ejercicio anterior y contenía ciertos aspectos que son importantes de mencionar, como son:

- La carencia de facultades de la administración pública municipal en la operación de los servicios hídricos, por lo que se proponía la firma de un convenio con SOAPAP;
- El requisito indispensable de modificar la estructura de organización de la Dirección de Planeación y Conservación de Recursos Hídricos para aumentar la plantilla de personal:
- El requisito indispensable de autorizar una ampliación presupuestal por un monto de \$24,869,956 para llevar a cabo la implementación del Programa propuesto; y
- La propuesta de un cronograma de trabajo que contemplaba 20 meses para su implementación.

De tal manera que, la existencia de los elementos antes mencionados, de conformidad con el análisis de los Regidores, no permiten la adecuada implementación del Programa propuesto, a la luz de las condiciones actuales en las que se encuentra la competencia exclusiva del SOAPAP en la prestación de los servicios hídricos, el avance del gasto del presupuesto aprobado para la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad, en razón de que nos encontramos a más de la mitad del ejercicio fiscal y finalmente en virtud de la próxima terminación de la administración pública municipal 2018-2021, por lo que, en la misma Sesión a que nos referimos en el presente numeral, los integrantes de la Comisión, sin ser omisos ante la responsabilidad que tiene el Ayuntamiento para contribuir a prestar servicios públicos de calidad y con el objetivo, de proponer instrumentos que permitan en un corto plazo, el control de las descargas a la red de drenaje municipal y a más largo plazo reducir la contaminación de los ríos Atoyac, Alseseca y San Francisco, los cuales atraviesan nuestro Municipio, además de impulsar la participación de la administración municipal en el Consejo Directivo del SOAPAP, acordaron elaborar un nuevo proyecto de dictamen que contenga elementos apegados a la normativa aplicable.

9. En virtud de lo señalado en el numeral que antecede, en Sesión Ordinaria de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado celebrada en fecha dieciséis de julio del

año dos mil veintiuno, se sometió a la consideración de las Regidoras y el Regidor integrantes de dicha Comisión, el Dictamen por el que se aprueba el Programa de Identificación y Control de Descargas, aceptándose por unanimidad.

## C O N S I D E R A N D O

- I. Que, de conformidad por lo dispuesto en los artículos 115 fracciones II y III inciso a) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 102, 103 y 104 inciso a) de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla, los Municipios están investidos de personalidad jurídica, y patrimonio propios, su Ayuntamiento administrará libremente su hacienda y no tendrá superior jerárquico, ni habrá autoridad intermedia entre el Municipio y el Gobierno del Estado, además señalan que el Municipio tiene a su cargo, entre otros, el servicio público de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.
- II. Que, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece en sus artículos 8 fracciones I y VII, 15 fracciones I, III, V y XII que es competencia de los Municipios en esta materia, entre otras, la formulación, conducción y evaluación de la política ambiental municipal, así como la aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas, con la participación que conforme a la legislación local en la materia corresponda a los gobiernos de los estados, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 117 de la misma ley general.

Siendo que para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente se debe considerar los siguientes principios:

- Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del país;
  - Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;
  - La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones;
  - Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades tomarán las medidas para garantizar ese derecho.
- III. Que, en términos de lo dispuesto en el artículo 3 de la Ley Orgánica Municipal, el Municipio se encuentra investido de personalidad jurídica y de patrimonio propios,



su Ayuntamiento administrará libremente su hacienda y no tendrá superior jerárquico. No habrá autoridad intermedia entre el Municipio y el Gobierno del Estado.

En cuanto a las atribuciones de los Ayuntamientos, la propia Ley Orgánica Municipal establece en el diverso 78 fracciones I, IV y LIX que son, entre otras, cumplir y hacer cumplir, en los asuntos de su competencia, las leyes, decretos y disposiciones de observancia general de la Federación y del Estado, así como los ordenamientos municipales; expedir Bandos de Policía y Gobierno, reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general, referentes a su organización, funcionamiento, servicios públicos que deban prestar y demás asuntos de su competencia, sujetándose a las bases normativas establecidas por la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla, vigilando su observancia y aplicación, con pleno respeto a los derechos humanos que reconoce el orden jurídico nacional, además de contar con la facultad para prestar los servicios públicos que constitucionalmente les corresponda.

- IV. Que, el artículo 6 fracciones I y X de la Ley para la Protección al Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla establecen que a los Ayuntamientos les corresponde, para el caso que nos ocupa, formular, conducir y evaluar la política ambiental municipal, en congruencia con el Programa de Protección al Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable; así como autorizar y operar los sistemas de tratamiento de sus aguas residuales sanitarias municipales.
- V. Que, con el objetivo de llevar a cabo acciones concretas de control de las descargas de aguas residuales al drenaje municipal, para prevenir y reducir la contaminación de los cuerpos de agua que atraviesan nuestro Municipio de Puebla, en el Código Reglamentario para el Municipio de Puebla, en su Libro Décimo segundo "Prevención y Control de la Contaminación del Agua Residual del Municipio de Puebla", Capítulo 39 "Del Drenaje, Alcantarillado, Saneamiento y Reúso", artículos 2385 fracción II, 2387 y 2388 se establece que el Ayuntamiento del Municipio de Puebla, por sí o a través del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla ejercerá la facultad para implementar programas de identificación y reconocimiento de los establecimientos comprometidos con el cumplimiento de las políticas para el control de las descargas de aguas residuales, sin embargo, siendo que este tipo de acciones, requieren de una acción coordinada y de colaboración entre la propia administración municipal y el SOAPAP, toda vez que, el sistema de drenaje municipal es responsabilidad de aquélla, pero tanto los permisos de descarga como el saneamiento adecuado que se realiza a las aguas residuales antes de verterlas a los cuerpos de agua nacionales, son competencia del Organismo antes mencionado, en los siguientes casos:
- Industrias y establecimientos con procesos productivos o de transformación de bienes;
  - Usuarios que se abastezcan de agua en forma directa o través de vehículos cisterna de pozos particulares o cualquier otra fuente distinta a la red de agua potable; y

- Usuarios con calidad de descargas que requieran monitoreo para la verificación del cumplimiento de los límites máximos permisibles de cargas contaminantes que establecen las Normas Oficiales Mexicanas.

**VI.** Que, los artículos 2 fracción IX del Reglamento Interior de Cabildo y Comisiones del Honorable Ayuntamiento de Puebla, define que un Dictamen es una resolución escrita y aprobada por una o varias Comisiones sobre un asunto o propuesta sometidos a su consideración, sea por acuerdo previo de Cabildo o por solicitud de las propias Comisiones.

El mismo ordenamiento reglamentario, establece en los artículos 92, 93 y 96 que el Ayuntamiento se organizará en Comisiones, las cuales podrán ser permanentes o transitorias y que para el despacho de los asuntos que le corresponde, nombrará a las Comisiones Permanentes en los términos previstos en la Ley Orgánica Municipal; las cuales analizarán, estudiarán, examinarán, propondrán y resolverán los asuntos de las distintas ramas de la Administración Pública Municipal, asimismo, vigilarán que se ejecuten las disposiciones, resoluciones o acuerdos del Ayuntamiento; para lo que, las Comisiones Permanentes o Transitorias, con relación a los asuntos de su competencia, emitirán sus resoluciones en forma colegiada teniendo sus integrantes derechos de voz y voto, asimismo, las Comisiones despacharán los asuntos que les sean turnados mediante Sesiones de Comisión cuando los asuntos deban ser aprobados; o mediante Mesas de Trabajo con el fin de informar o exponer un asunto en particular siempre que sus decisiones no sean vinculantes.

**VII.** Que, el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Puebla publicado en el Periódico Oficial del Estado el día dieciocho de enero de dos mil diecinueve, contempla en el Eje 2 denominado "Ciudad sostenible ambientalmente, por un planeta más resiliente" que sus objetivos se dirigen a proteger al planeta de la degradación, incentivar el consumo y la producción sostenible, manejar de manera sustentable los recursos naturales y tomar acciones urgentes ante el cambio climático a través de una planificación y gestión eficaces; con la visión de Ciudad incluyente se busca garantizar la disponibilidad, accesibilidad, asequibilidad y la gestión sostenible del agua, así como brindar servicios de saneamiento, asegurando la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento, y la protección y restablecimiento de los ecosistemas relacionados con el líquido; así como se proponen acciones de conservación y uso sostenible de los bienes naturales en el municipio para enfrentar los fenómenos meteorológicos más extremos, desarrollar resiliencia frente a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales. También se propone la prevención y reducción significativa de la contaminación de ríos y lagos, la promoción del bienestar animal y el apoyo al cuidado de especies protegidas de flora y fauna, por lo que, en su Programa 7-Ciudad sustentable, compacta, ordenada e incluyente propone en sus líneas estratégicas 1, 4, 5 y 6 desarrollar la estrategia de sensibilización y sociabilización en materia de cultura del agua, establecer convenios de coordinación para el ejercicio de funciones y facultades en materia hídrica, implementar acciones que permitan la mejora del

servicio de drenaje y saneamiento del agua en el Municipio de Puebla, conforme con lo estipulado en el Capítulo 39 del Código Reglamentario para el Municipio de Puebla.

- VIII.** Que, de acuerdo al diagnóstico elaborado por la Dirección de Gestión del Agua y Planeación, ahora Dirección de Planeación y Conservación de Recursos Hídricos, para el caso de México, se tienen antecedentes donde Peña Ramírez [2004] indica que entre las industrias más contaminantes de los cuerpos de agua se encuentran la del papel y celulosa, la química y petroquímica, la de pinturas y la refresquera de acuerdo con el Inventario Nacional de Descargas de Aguas Residuales, reportado en las Estadísticas del Agua en México para 2005, la acuicultura es la industria que libera más aguas residuales (68 m<sup>3</sup>/s), pero con poca materia orgánica generada al año (7 000 t/año); en cuanto al volumen de contaminación, las industrias azucarera, petrolera y agropecuaria en general son las más destacadas (1.750, 1.186 y 1.063 millones de toneladas por año, respectivamente).

Haciendo un cálculo entre la materia orgánica y las descargas producidas, se puede ver que las industrias agropecuaria y petrolera juntas resultan las más contaminantes en México.

Por otra parte, en el estudio "Caracterización de fuentes puntuales de contaminación en el río Atoyac, México", (Fabela, 2006) se realizó un muestreo instantáneo de las aguas residuales más importantes que se detectaron en los puntos de vertido en el río Atoyac, resultando que los giros textil, metalúrgico, químico, farmacéutico y alimenticio, resultaron con mayores niveles contaminantes y de toxicidad.

El desarrollo del Municipio de Puebla se ha caracterizado, en los últimos años, por la industrialización, el crecimiento progresivo de la importancia del sector terciario en la economía local, la disminución constante de la agricultura y la ganadería como componentes principales de la actividad económica. Estas particularidades son comunes en la mayoría de las ciudades más importantes del país, donde la actividad económica principal está centrada en la prestación de servicios a costa de la disminución de la importancia del sector industrial, principalmente de las actividades agropecuarias.

Por otro lado, el Municipio de Puebla también ha venido experimentando un acelerado crecimiento poblacional, el incremento de la extensión de su mancha urbana, así como procesos intensivos de metropolización y megalopolización que han dado lugar al uso intensivo del equipamiento urbano y los servicios que ofrece la ciudad central a residentes del municipio y fuera de él.

Como resultado del vertiginoso desarrollo y crecimiento de Puebla, han tenido lugar desequilibrios que se manifiestan en la forma de carencia de espacios públicos de calidad, insuficientes áreas verdes, deficiente habitabilidad, afectación a los ecosistemas, asentamientos humanos irregulares, presión sobre las áreas naturales protegidas y movilidad conflictiva.

En la zona conurbada de Puebla se cuenta con 14 zonas industriales y de acuerdo con el Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla (SOAPAP), el padrón del sistema comercial registra 24,000 usuarios de industrias, servicios y comercios, asimismo el padrón en el Departamento de Control de Descargas del SOAPAP en 2012, identificó a 8,874 usuarios que tienen que ver con la contaminación del agua al drenaje.

Una de las manifestaciones más evidentes de este proceso es el deterioro progresivo de la calidad del agua. Las causas de esta condición estriban en el crecimiento de los volúmenes de descarga de aguas residuales públicas, domésticas e industriales que son vertidas al drenaje municipal, así como el crecimiento, en número y volumen, de las descargas ilegales que son vertidas directamente a cuerpos de ríos, o bien, a las barrancas que se conectan con ellos.

Como razones principales de estos fenómenos, tenemos que la infraestructura existente para el tratamiento de las aguas residuales que son vertidas a la red municipal de drenaje resulta insuficiente, no solamente por su capacidad de tratamiento de origen, sino por las condiciones de operación que las hacen incumplir los propósitos para las cuales fueron construidos. Por otra parte, tenemos la deficiente regulación de las descargas industriales y de los fraccionamientos y unidades habitacionales que descargan a la red municipal; el incumplimiento por parte de las juntas auxiliares de la obligatoriedad del tratamiento; la inexistencia de un inventario de descargas, entre otras.

El agua residual generada en el Municipio de Puebla, es conducida a cinco plantas de tratamiento:

- Alseseca sur,
- Atoyac sur,
- Barranca del Conde,
- Parque Ecológico y
- San Francisco.

Las cuales reciben un gasto de 2.774 m<sup>3</sup>/s, hasta el año 2010 se trataba el 92.5 por ciento de las aguas residuales generadas, pero para el año 2013 y 2014 no se alcanzaba a cubrir ni el 40 por ciento (SOAPAP, 2013). Acuapue es otra planta de tratamiento, que da atención a las 72 industrias asentadas Parque Industrial Puebla 2000 y que contribuye al saneamiento del río Alseseca.

Es necesario establecer que el destino final del agua, ya sea tratada o no, es la presa Valsequillo y el río Nexapa, a partir de donde, esta misma agua, se utiliza para el riego de cultivos.

Como se puede ver, la contaminación del agua en Puebla y México, ha alcanzado elevadas dimensiones que explican el deterioro de la calidad de los cuerpos de agua del país. La poca importancia que se le ha dado a este problema se refleja en el incumplimiento del marco de regulación que, entre otras causas, no ha tenido la difusión apropiada, lo que ha permitido a los agentes contaminadores del agua

maximizar sus externalidades negativas descargando sus desechos o sus aguas residuales o negras, bajo el supuesto de que la capacidad de asimilación o desintegración de estos es infinita.

Actualmente, cualquier intención de revertir el proceso demanda grandes recursos humanos y materiales para siquiera iniciar la regeneración de presas, lagos y ríos cuyas aguas han dejado de ser útiles por sus elevados índices de contaminación, además de establecer la definición de políticas ambientales claras que regulen o induzcan la conducta de los usuarios que vierten descargas contaminantes a los cuerpos de agua o al drenaje.

Con esto, es claro que la problemática de la contaminación del agua requiere de instrumentos económicos, técnicos y normativos, en forma complementaria a los de regulación ya existentes, con el fin de tener un nivel de calidad del recurso hídrico, que no ponga en peligro la salud de la población que la consume y que pueda utilizar este recurso para diversas actividades económicas, al mismo tiempo que posibilite su aprovechamiento en forma sustentable, que considere los diversos factores que inciden sobre el problema de la contaminación y el control de descargas.

Si se consideran los altos índices de contaminación que existen en los cuerpos de agua a nivel nacional y siguiendo el camino del cual llega esta contaminación, es triste ver que los responsables de esta situación, en mayor o menor medida, somos todos nosotros.

Tomando en cuenta los daños causados, la contaminación se puede considerar como el costo social que toda actividad económica genera, incluye también la reducción de la calidad de vida y niveles de bienestar en general, sobre todo que el saneamiento para volver a potabilizarla demanda un costo adicional, que generalmente es muy elevado [Saldívar, 2007]. Este costo se relaciona con el concepto de externalidad que forma parte de la teoría de la economía ambiental, esto no significa que el costo sea ajeno a la fuente de contaminación, sino que nadie asume los costos por la contaminación, aunque todos la sufren, como resultado de un mal funcionamiento en el mercado, debido a esto, el costo social aumenta y el bienestar general disminuye.

Por tanto, la implementación de un Programa de identificación y control de las descargas de aguas residuales, comerciales, industriales y de servicios, permitirá contar con la información de caracterización de tres aspectos importantes en materia de control de descargas: la infraestructura, los usuarios y las aguas residuales que se descargan.

Con esto se podrá identificar a usuarios industriales y comerciales, que son los que pueden descargar aguas residuales con diferentes cantidades y contenido de contaminantes diferentes a los que descargan las casas habitación. Y así contar, con un padrón de usuarios, un censo de la infraestructura instalada y la caracterización de las descargas.

Con la mira en dicho objetivo, este programa debe contemplar acciones a corto, mediano y largo plazo:

- ✓ Primera Etapa.- Consiste en la elaboración del padrón de usuarios, el censo de la infraestructura instalada y la caracterización de las descargas;
- ✓ Segunda Etapa.- La implementación de una etapa de regulación de establecimientos y
- ✓ Tercera Etapa.- La atención permanente de control de descargas, que permita supervisar, vigilar y sancionar, a través de actos de autoridad, a los establecimientos y usuarios que incumplan con la normativa establecida, misma que deberá revisarse y actualizarse para combatir y reducir la contaminación de los ríos, en pro del bienestar de los habitantes del municipio.

**IX.** Que, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad, a través de la Dirección de Gestión del Agua y Planeación, ahora Dirección de Planeación y Conservación de Recursos Hídricos dio cumplimiento a la instrucción de Cabildo de fecha once de octubre de dos mil diecinueve, por lo que elaboró el proyecto del Programa, documento que fue revisado, analizado y aprobado por las Regidoras y el Regidor integrantes de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, quienes, sin el ánimo de menoscabar los alcances del "Programa Municipal de Identificación y Reconocimiento de los Establecimientos Comerciales Comprometidos con el Cumplimiento de las Políticas para el Control de las Descargas de Aguas Residuales", que menciona el COREMUN, pero para simplificar su denominación y conservando su objetivo a la vista, consideramos pertinente que debe nombrarse "Programa de Identificación y Control de Descargas" y se implemente en los siguientes términos:

PROGRAMA DE IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE DESCARGAS



SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y SUSTENTABILIDAD

DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ANTECEDENTES	19
JUSTIFICACIÓN	20
INTRODUCCIÓN	23
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	24
MEDIO FÍSICO	24
UBICACIÓN	24
FISIOGRAFÍA	24
GEOLOGÍA	29
EDAFOLOGÍA	31
CLIMATOLOGÍA	36
DESCRIPCIÓN DE LOS VIENTOS EN EL MUNICIPIO	38
BIODIVERSIDAD Y VEGETACIÓN	39
DEMOGRAFÍA	44
SUBDIVISIÓN ADMINISTRATIVA	46
CUENCAS Y SUBCUENCAS	47
HIDROLOGÍA	50
HIDROGEOLOGÍA	52
LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	54
ANÁLISIS DE LA DECLARATORIA DE CLASIFICACIÓN	62
RECOMENDACIONES DE PROFEPA Y CONAGUA	64
COSTOS SOCIALES DE LA CONTAMINACIÓN	67



**SITUACIÓN DEL SUBSECTOR AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN EL MUNICIPIO DE PUEBLA 70**

FUENTES DE ABASTECIMIENTO-----	70
INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO-----	75
EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO. -----	77
<b>MONITOREO Y CALIDAD DEL AGUA</b>	<b>81</b>
ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)-----	81
Índice de Calidad del Agua del río Atoyac (ICAA)-----	82
Análisis de la información de los muestreos del ICAA -----	90
DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL (ICAR) Y DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE (ICAP)-----	98
Índice de Calidad del Agua Residual (ICAR)-----	99
Índice de Calidad del Agua Potable (ICAP)-----	102
<b>ANÁLISIS DE UNIDADES ECONÓMICAS POR JUNTA AUXILIAR</b>	<b>107</b>
1.    IGNACIO ROMERO VARGAS-----	112
2.    IGNACIO ZARAGOZA -----	114
3.    LA LIBERTAD-----	116
4.    LA RESURRECCIÓN-----	118
5.    SAN ANDRÉS AZUMIATLA-----	120
6.    SAN BALTAZAR CAMPECHE-----	122
7.    SAN BALTAZAR TETELA-----	125
8.    SAN FELIPE HUEYOTLIPAN-----	127
9.    SAN FRANCISCO TEOTIMEHUACAN-----	129

10.	SAN JERÓNIMO CALERAS-----	130
11.	SAN PABLO XOCHIMEHUACAN-----	133
12.	SAN MIGUEL CANOA-----	135
13.	SAN PEDRO ZACACHIMALPA-----	137
14.	SAN SEBASTIÁN DE APARICIO-----	139
15.	SANTA MARÍA GUADALUPE TECOLA-----	141
16.	SANTA MARÍA XONACATEPEC-----	143
17.	SANTO TOMÁS CHIAUTLA-----	145
	<b>MARCO NORMATIVO</b>	<b>147</b>
	<b>PROGRAMA DE IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE DESCARGAS</b>	<b>160</b>
	<b>DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>163</b>
	<b>CARACTERIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA (RED DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO)</b>	<b>163</b>
	<b>IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE USUARIOS A PARTIR DE SUS DESCARGAS</b>	<b>165</b>
	<b>CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES</b>	<b>177</b>
	<b>PLANO MAESTRO Y JERARQUIZACIÓN DE USUARIOS</b>	<b>185</b>
	<b>CONSIDERACIONES FINALES</b>	<b>187</b>
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>193</b>
	Cronograma de actividades	195
	<b>BIBLIOGRAFÍA-----</b>	<b>196</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales elevaciones en el Municipio de Puebla.....	28
Tabla 2. <i>Tabla climática: datos históricos del tiempo del municipio de Puebla</i> .....	38
Tabla 3. Población en el municipio de Puebla en el año 2015 .....	44
Tabla 4. Población en el municipio de Puebla en el año 2015 .....	44

Tabla 5 Secciones de la Declaratoria de Clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan, y sus afluentes .....	56
Tabla 6 Condiciones actuales de operación de tres plantas de tratamiento.....	63
Tabla 7 Condiciones de operación exigidas por la Declaratoria para las tres plantas de tratamiento .....	64
Tabla 8. Matriz causa efecto para el caso de contaminación del Río Atoyac. ....	68
Tabla 9. Títulos de concesión para explotación de aguas subterráneas en Juntas Auxiliares. ....	72
Tabla 10 Límites de descarga de la Declaratoria y tres plantas de tratamiento .....	78
Tabla 11 Rangos y ecuaciones para definir el puntaje de cada parámetro del ICAA.....	84
Tabla 12 Ponderación de cada parámetro del ICAA .....	86
Tabla 13 Rangos de valores del ICAA para su interpretación.....	87
Tabla 14 Puntos de muestreo y criterios para su elección en el río Atoyac .....	88
Tabla 15 Puntos de muestreo y criterios para su elección en el río San Francisco.....	89
Tabla 16 Puntos de muestreo y criterios para su elección en el río Alseseca.....	89
Tabla 17 Rangos de valores porcentuales del ICAA para su interpretación.....	90
Tabla 18 Resultados de los muestreos de calidad del agua y del ICAA los puntos del río Atoyac.....	94
Tabla 19 Parámetros considerados en el COREMUN y concentraciones considerados para el ICAR.....	99
Tabla 20 Interpretación del ICAR .....	101
Tabla 21 Análisis de resultados del ICAR .....	104
Tabla 22 Parámetros considerados en el COREMUN y concentraciones considerados para el ICAP .....	105
Tabla 23 Estratificación de Unidades económicas, por actividad .....	110
Tabla 24 Infraestructura en la Junta Auxiliar Romero Vargas.....	112
Tabla 25 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA Romero Vargas) .....	112
Tabla 26 Infraestructura (JA Ignacio Zaragoza).....	115
Tabla 27 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA Ignacio Zaragoza).....	115
Tabla 28 Infraestructura (JA La Libertad).....	116
Tabla 29 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA La Libertad).....	116
Tabla 30 Infraestructura (JA La resurrección).....	119
Tabla 31 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA La resurrección).....	119
Tabla 32 Infraestructura (JA San Andrés Azumiatla).....	121
Tabla 33 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Andrés Azumiatla) .....	121
Tabla 34 Infraestructura (JA San Baltazar Campeche).....	122

Tabla 35 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Baltazar Campeche) .....	122
Tabla 36 Infraestructura (JA San Baltazar Tetela).....	126
Tabla 37 Estratificación de Unidades económicas, por actividad ( JA San Baltazar Tetela) .....	126
Tabla 38 Infraestructura (JA San Felipe Hueyotlipan) .....	127
Tabla 39 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Felipe Hueyotlipan).....	127
Tabla 40 Infraestructura (JA San Francisco Totimehuacan).....	129
Tabla 41 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Francisco Totimehuacan).....	129
Tabla 42 Infraestructura (JA San Jerónimo Caleras).....	131
Tabla 43 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Jerónimo Caleras) .....	131
Tabla 44 Infraestructura (JA San Pablo Xochimehuacan).....	133
Tabla 45 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Pablo Xochimehuacan).....	133
Tabla 46 Infraestructura (JA San Miguel Canoa).....	136
Tabla 47 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Miguel Canoa).....	136
Tabla 48 Infraestructura (JA San Pedro Zacachimalpa).....	137
Tabla 49 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Pedro Zacachimalpa).....	137
Tabla 50 Infraestructura (JA San Sebastián de Aparicio).....	139
Tabla 51 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Sebastián de Aparicio) .....	139
Tabla 52 Infraestructura (JA Santa María Guadalupe Tecola) .....	142
Tabla 53 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA Santa María Guadalupe Tecola).....	142
Tabla 54 Infraestructura (JA Santa María Xonacatepec).....	143
Tabla 55 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA Santa María Xonacatepec).....	143
Tabla 56 Infraestructura (JA Santo Tomás Chautla) .....	146
Tabla 57 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA Santo Tomás Chautla).....	146
Tabla 58 Límites máximos permisibles en el COREMUN.....	156
Tabla 59 Contaminantes que presentan valores elevados para los giros de la rama 3000 de la CMAP .....	168
Tabla 60 Contaminantes que presentan valores elevados para los giros de la rama 3000 de la CMAP-continuación- .....	171
Tabla 61 Parámetros y Límites Máximos Permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas para el Control de las Descargas de Aguas Residuales. ....	180

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Climograma Puebla de Zaragoza .....	37
Gráfica 2. <i>Diagrama de Temperatura puebla de Zaragoza</i> .....	37
Gráfica 3. <i>Crecimiento de la Población del municipio de Puebla de 1995 a 2015</i> .....	45
Gráfica 4 Descargas de contaminantes por Zona de la Declaratoria .....	58
Gráfica 5 Caudales por Zona de la Declaratoria .....	58
Gráfica 6 Carga actual de contaminantes por Zona de la Declaratoria.....	59
Gráfica 7 Capacidad de asimilación o dilución por Zona de la Declaratoria.....	59
Gráfica 8 Descarga de DBO <sub>5</sub> en las cuatro macro plantas.....	77
Gráfica 9 Descarga de GyA en las cuatro macro plantas.....	77
Gráfica 10 Descarga de DBO <sub>5</sub> en las cuatro macro plantas.....	78
Gráfica 11 Capacidad de tratamiento contra caudal tratado en ambos estudios .....	78
Gráfica 12 Resultados del ICAA en el río Atoyac.....	92
Gráfica 13 Resultados del ICAA en el río Alseseca.....	93
Gráfica 14 Resultados del ICAA en el río San Francisco .....	93
Gráfica 15 Unidades económicas de las 17 Juntas Auxiliares.....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sub provincias fisiográficas y topoformas (Elaboración propia a partir de datos de INEGI, CONABIO y SEMARNAT, 2018). .....	25
Figura 2: Suelos dominantes del Municipio de Puebla (Elaboración propia a partir de datos de INEGI, CONABIO y SEMARNAT, 2018). .....	35
Figura 3.- <i>Ecoregiones del estado de Puebla Fuente: CONABIO 2011</i> ) .....	39
Figura 4. <i>Subdivisión Administrativa del municipio de Puebla</i> . Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del (H. Ayuntamiento de Puebla, Programa de Desarrollo Urbano Municipal, 2016).....	46
Figura 5. <i>Delimitación del Acuífero Puebla Atoyac</i> (Elaboración Propia con datos de CONAGUA 2015 e INEGI 2017). .....	47
Figura 6. <i>Delimitación del Acuífero Puebla Atoyac</i> (Elaboración Propia con datos de CONAGUA 2015 e INEGI 2017). .....	48
Figura 7. <i>Red hidrológica de la Subcuenca Hidrológica</i> Fuente: Estudio IPN 2014.....	50
Figura 8: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar Ignacio Romero Vargas .....	112
Figura 9: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar Ignacio Zaragoza.....	114
Figura 10: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar La Libertad .....	116

Figura 11: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar La Resurrección .....	118
Figura 12: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Andrés Azumiatla .....	120
Figura 13: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Baltazar Campeche.....	122
Figura 14: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Baltazar Tetela.....	125
Figura 15: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Felipe Hueyotlipan .....	127
Figura 16: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Francisco Totimehuacan .....	129
Figura 17: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Jerónimo Caleras.....	130
Figura 18: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Pablo Xochimehuacan .....	133
Figura 19: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Miguel Canoa .....	135
Figura 20: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Pedro Zacachimalpa .....	137
Figura 21: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Sebastián de Aparicio.....	139
Figura 22: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar Santa María Guadalupe Tecola .....	141
Figura 23: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar Santa María Xonacatepec.....	143
Figura 24: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar Santo Tomás Chautla .....	145
Figura 25 Diagrama de flujo para la caracterización del sistema .....	161
Figura 26 Red de drenaje alcantarillado y colectores en el municipio.....	164

## ANTECEDENTES

El día once de octubre de dos mil diecinueve en Sesión Extraordinaria de Cabildo se aprobó por unanimidad el Punto de acuerdo por el que se instruye a la Dirección de Gestión del Agua y Planeación para que elabore el proyecto del Programa Municipal de identificación y reconocimiento de los establecimientos comerciales comprometidos con el cumplimiento de las políticas para el control de las descargas de aguas residuales y en su oportunidad lo presente a la Comisión Permanente de Agua Potable y Alcantarillado para su dictaminación.

Derivado de dicha instrucción, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad, a través de la Dirección de Gestión del Agua y Planeación, ahora Dirección de Planeación y Conservación de Recursos Hídricos elaboró el presente Programa Municipal, en el que se consideró lo establecido en la normativa federal, estatal y municipal; preponderantemente: el equilibrio ecológico, el derecho humano al medio ambiente sano; en lo federal, la política ambiental y el tratamiento de las aguas residuales, permisos de descarga; en lo estatal.

Referente a la normativa municipal considera al Código Reglamentario en específico al Libro Décimo Segundo "Prevención y Control de la Contaminación del Agua Residual del Municipio de Puebla", Capítulo 39 "del Drenaje, Alcantarillado, Saneamiento y Reúso".

## JUSTIFICACIÓN

Se tienen antecedentes para el caso de México, donde Peña Ramírez [2004] indica que entre las industrias más contaminantes de los cuerpos de agua se encuentran la del papel y celulosa, la química y petroquímica, la de pinturas y la refresquera de acuerdo con el Inventario Nacional de Descargas de Aguas Residuales, reportado en las Estadísticas del Agua en México para 2005, la acuicultura es la industria que libera más aguas residuales (68 m<sup>3</sup>/s), pero con poca materia orgánica generada al año (7 000 t/año); en cuanto al volumen de contaminación, las industrias azucarera, petrolera y agropecuaria en general son las más destacadas (1.750, 1.186 y 1.063 millones de toneladas por año, respectivamente).

Haciendo un cálculo entre la materia orgánica y las descargas producidas, se puede ver que las industrias agropecuaria y petrolera juntas resultan las más contaminantes en México

Por otra parte, en el estudio "Caracterización de fuentes puntuales de contaminación en el río Atoyac, México", (Fabela, 2006) se realizó un muestreo instantáneo de las aguas residuales más importantes que se detectaron en los puntos de vertido en el río Atoyac, resultando que los giros textil, metalúrgico, químico, farmacéutico y alimenticio, resultaron con mayores niveles contaminantes y de toxicidad.

El desarrollo del Municipio de Puebla se ha caracterizado, en los últimos años, por la industrialización, el crecimiento progresivo de la importancia del sector terciario en la economía local, la disminución constante de la agricultura y la ganadería como componentes principales de la actividad económica. Estas particularidades son comunes en la mayoría de las ciudades más importantes del país, donde la actividad económica principal está centrada en la prestación de servicios a costa de la disminución de la importancia del sector industrial, principalmente de las actividades agropecuarias.

Por otro lado, el Municipio de Puebla también ha venido experimentando un acelerado crecimiento poblacional, el incremento de la extensión de su mancha urbana, así como procesos intensivos de metropolización y megalopolización que han dado lugar al uso intensivo del equipamiento urbano y los servicios que ofrece la ciudad central a residentes del municipio y fuera de él.



Como resultado del vertiginoso desarrollo y crecimiento de Puebla, han tenido lugar desequilibrios que se manifiestan en la forma de carencia de espacios públicos de calidad, insuficientes áreas verdes, deficiente habitabilidad, afectación a los ecosistemas, asentamientos humanos irregulares, presión sobre las áreas naturales protegidas, cambios de uso del suelo y movilidad conflictiva.

En la zona conurbada de Puebla se cuenta con 14 zonas industriales y, de acuerdo con Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla (SOAPAP), el padrón del sistema comercial registra 24,000 usuarios de industrias, servicios y comercios, asimismo el padrón en el Departamento de Control de Descargas del SOAPAP en 2012, identificó a 8,874 usuarios que tienen que ver con la contaminación del agua al drenaje.

Una de las manifestaciones más evidentes de este proceso es el deterioro progresivo de la calidad del agua. Las causas de esta condición estriban en el crecimiento de los volúmenes de descarga de aguas residuales públicas, domésticas e industriales que son vertidas al drenaje municipal, así como el crecimiento, en número y volumen, de las descargas ilegales que son vertidas directamente a cuerpos de ríos, o bien, a las barrancas que se conectan con ellos. Como razones principales de estos fenómenos, tenemos que la infraestructura existente para el tratamiento de las aguas residuales que son vertidas a la red municipal de drenaje resulta insuficiente, no solamente por su capacidad de tratamiento de origen, sino por las condiciones de operación que las hacen incumplir los propósitos para las cuales fueron construidos. Por otra parte, tenemos la deficiente regulación de las descargas industriales, de los fraccionamientos y unidades habitacionales que descargan a la red municipal; el incumplimiento por parte de las Juntas auxiliares de la obligatoriedad del tratamiento; la inexistencia de un inventario de descargas, entre otras.

El agua residual generada en el Municipio de Puebla, es conducida a cinco plantas de tratamiento: Alseseca sur, Atoyac sur, Barranca del Conde, Parque Ecológico y San Francisco; reciben un gasto de 2.774 m<sup>3</sup>/s, hasta el año 2010 se trataba el 92.5 por ciento de las aguas residuales generadas, pero para el año 2013 y 2014 no se alcanzaba a cubrir ni el 40 por ciento (SOAPAP, 2013). Aquapue es otra planta de tratamiento, que da atención a las 72 industrias asentadas Parque Industrial Puebla 2000, y que contribuye al saneamiento del río Alseseca.

Es necesario establecer que el destino final del agua, ya sea tratada o no, es la presa Valsequillo y el río Nexapa, a partir de donde, esta misma agua, se utiliza para el riego de cultivos.

Como se puede ver, la contaminación del agua en Puebla y México, ha alcanzado elevadas dimensiones que explican el deterioro de la calidad de los cuerpos de agua del país. La poca importancia que se le ha dado a este problema se refleja en que el

marco de regulación sin la difusión apropiada y en el amplio incumplimiento del mismo, lo que ha permitido a los agentes contaminadores del agua maximizar sus externalidades negativas descargando sus desechos o sus aguas residuales o negras, bajo el supuesto de que la capacidad de asimilación o desintegración de estos es infinita.

Actualmente, cualquier intención de revertir el proceso demanda grandes recursos humanos y materiales para siquiera iniciar la regeneración de presas, lagos y ríos cuyas aguas han dejado de ser útiles por sus elevados índices de contaminación, además de establecer la definición de políticas ambientales claras que regulen o induzcan la conducta de los usuarios que vierten descargas contaminantes a los cuerpos de agua o al drenaje.

Con esto, es claro que la problemática de la contaminación del agua requiere de instrumentos económicos, técnicos y normativos, en forma complementaria a los de regulación ya existentes, con el fin de tener un nivel de calidad del recurso hídrico, que no ponga en peligro la salud de la población que la consume y que pueda utilizar este recurso para diversas actividades económicas, al mismo tiempo que posibilite su aprovechamiento en forma sustentable, que considere los diversos factores que inciden sobre el problema de la contaminación y el control de descargas.

## INTRODUCCIÓN

Si se consideran los altos índices de contaminación que existen en los cuerpos de agua a nivel nacional y siguiendo el camino por el cual llega esta contaminación, es triste ver que los responsables de esta situación, en mayor o menor medida, somos todos nosotros.

Tomando en cuenta los daños causados, la contaminación se puede considerar como el costo social que toda actividad económica genera, incluye también la reducción de la calidad de vida y niveles de bienestar en general, sobre todo que el saneamiento para volver a potabilizarla demanda un costo adicional, que generalmente es muy elevado [Saldívar, 2007]. Este costo se relaciona con el concepto de externalidad que forma parte de la teoría de la economía ambiental, esto no significa que el costo sea ajeno a la fuente de contaminación, sino que nadie asume los costos por la contaminación, aunque todos la sufren, como resultado de un mal funcionamiento en el mercado, debido a esto, el costo social aumenta y el bienestar general disminuye.

Por tanto, la elaboración del Programa Municipal de identificación y reconocimiento de los establecimientos comerciales comprometidos con el cumplimiento de las políticas para el control de las descargas de aguas residuales, permitirá contar con la información de tres aspectos importantes en materia de control de descargas: **la infraestructura, los usuarios y las aguas residuales que se descargan.**

Con esto se podrá identificar a usuarios industriales y comerciales, que son los que pueden descargar aguas residuales con diferentes cantidades y contenido de contaminantes diferentes a los que descargan las casas habitación. Y así contar, con un padrón de usuarios, un censo de la infraestructura instalada y la caracterización de las descargas, todos ellos confiables.

Este programa debe cumplirse en tres objetivos, a corto, mediano y largo plazo, la primera etapa, consiste en la elaboración del padrón de usuarios, el censo de la infraestructura instalada y la caracterización de las descargas, posteriormente la implementación de una etapa de regulación de establecimientos y finalmente la atención permanente de control de descargas, que permita supervisar, vigilar y sancionar, a través de actos de autoridad, a los establecimientos y usuarios que incumplan con la normativa establecida, misma que deberá revisarse y actualizarse para combatir y reducir la contaminación de los ríos, en pro del bienestar de los habitantes del municipio .

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### MEDIO FÍSICO

#### UBICACIÓN

El Municipio de Puebla se encuentra ubicado en la parte centro oeste el estado de Puebla, el cual colinda al norte con el municipio de Cuautlancingo, el estado de Tlaxcala y el municipio de Tepatlaxco de Hidalgo; al este con los municipios de Tepatlaxco de Hidalgo, Amozoc y Cuatinchán; al sur con los municipios de Cuautinchán, Tizcatlacoyan, Huehuetlán el Grande y Teopantlán; al oeste con los municipios de Teopantlán, Ocoyucan, San Andrés Cholula, San Pedro Cholula y Cuautlancingo. Ocupa el 1.6% de la superficie del estado y cuenta con 137 localidades y una población total de 1 576 259 habitantes. (INEGI 2015). Se localiza entre los paralelos 18°50'42" y 19°13'48" de Latitud Norte y los meridianos 98°00'24" y 98° 19'42" de Longitud Oeste, en la zona centro oeste del Estado de Puebla. El total del Municipio se encuentra dentro de la Cuenca del Alto Atoyac, y el área total abarca 524.31 kilómetros cuadrados.

#### FISIOGRAFÍA

La cuenca del Alto Atoyac y el Municipio de Puebla se encuentran dentro de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, en la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. La provincia abarca desde el Océano Pacífico en la desembocadura del río Santiago siguiendo en dirección sureste hasta el Volcán de Colima para continuar sobre el paralelo 19° Norte hasta el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote, terminando en el Golfo de México en una franja de 130 kilómetros de ancho y 880 de longitud. Aquí se encuentran las cumbres más altas el país y junto con la Sierra Madre del Sur son las provincias de mayor variación de relieve y tipos de rocas.

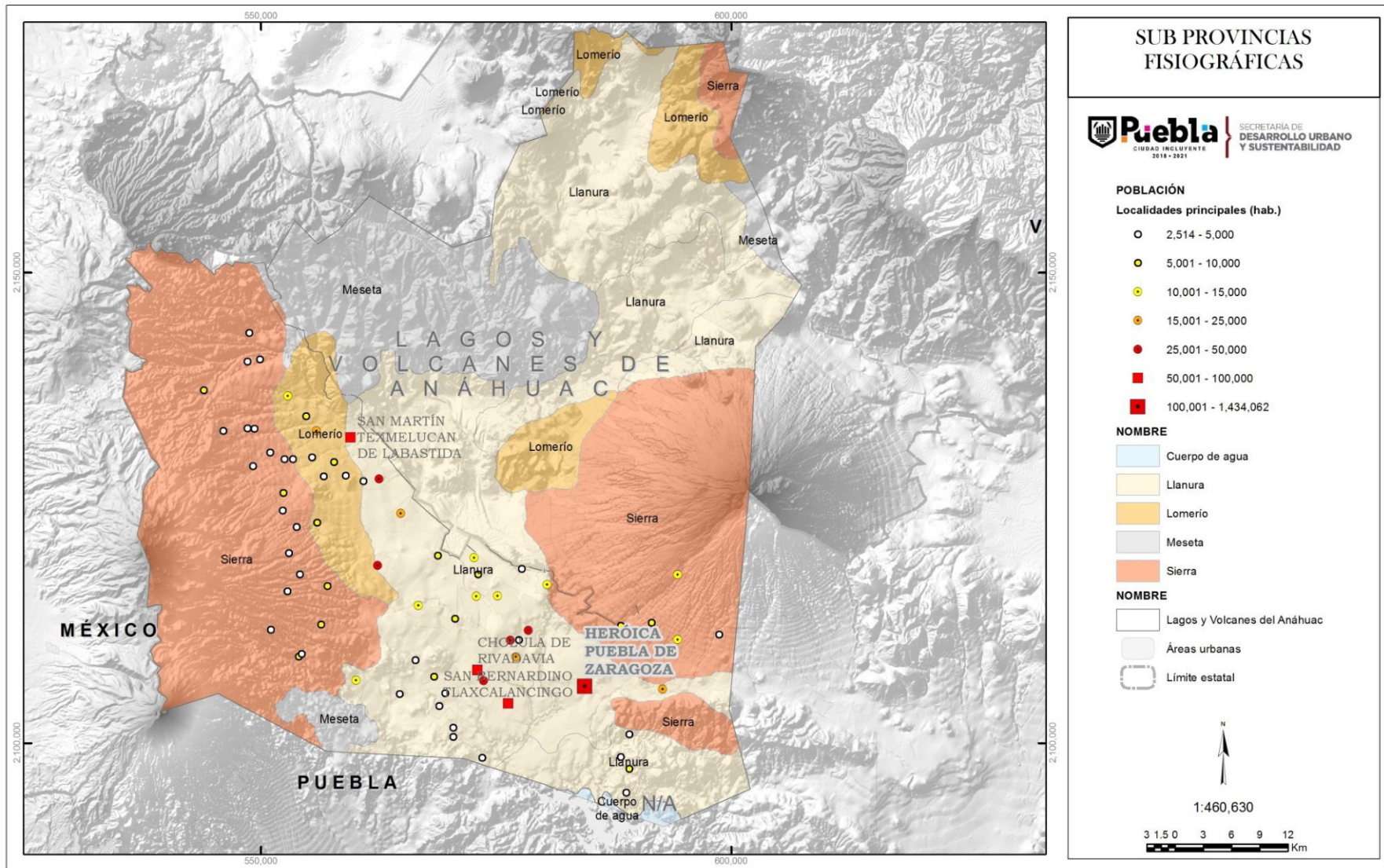


Figura 1: Sub provincias fisiográficas y topofomas (Elaboración propia a partir de datos de INEGI, CONABIO y SEMARNAT, 2018).

El valle de Puebla es el sector principal de la altiplanicie poblana; limita al norte con una serie de elevaciones que se relacionan con el Iztaccíhuatl, al sur con la depresión de Valsequillo; al este con el valle de Tepeaca y al occidente con la Sierra Nevada. La formación del valle de Puebla data del plioceno; aparecen en él arenas volcánicas cementadas llamadas Xalnene, especialmente al pie del cerro donde se encuentran los fuertes de Loreto y Guadalupe, las cuales están bien estratificadas. La parte oriental del valle de Puebla cubre el noroeste y centro del municipio de Puebla, en donde se localiza la capital del estado; presenta una altura promedio de 2,140 metros sobre el nivel del mar y se caracteriza por su topografía plana con un ligero declive en dirección noreste sur con pendientes menores de 2° (3.5 por ciento). Esta uniformidad sólo es interrumpida por cerros de poca altura: Loreto y Guadalupe, al noreste de la ciudad; el cerro de San Juan al oeste y una loma ubicada al noreste llamada San Jerónimo Caleras. (INAFED, 2010)

El Municipio de Puebla pertenece a la **provincia fisiográfica del eje neovolcánico** y a la **subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac**, se encuentra conformado por un sistema de topofomas tales como la Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (29%), Llanura de piso rocoso o cementado (27%), Llanura aluvial con lomerío (22%), Llanura con lomerío de piso rocoso o cementado (18%), Sierra volcánica de laderas tendidas (3%) y Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío (1%).

La **Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico** pertenece a la denominada Faja Volcánica Transversal Mexicana (FVTM; Ferrari *et al.*, 2002 y 2006) donde se encuentran diversos volcanes y rocas volcánicas asociados a fallas y fracturas. Se extiende en dirección este-oeste casi de costa a costa del país, a la altura de los paralelos 19° y 20° de latitud norte. (INEGI, 2000).

Comprende parte de los estados de Colima, Nayarit, Zacatecas, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Tlaxcala (todo el Estado), Puebla y Veracruz. Colinda al norte con las provincias: Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo norte; al sur con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo sur; al oeste con el Océano Pacífico; y al este con el Golfo de México. Se caracteriza por una cadena de sierras, lomeríos y cuencas formadas por la acumulación de lavas, brechas y cenizas volcánicas. (INEGI, 2000).

El Eje Neovolcánico determina el límite físico entre América del Norte y Centroamérica y colinda al norte con la Llanura Costera del Pacífico, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte; y al sur, con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur.

**La Sub-provincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac** que es la más extensa de las catorce que integran al Eje Neovolcánico; en ella quedan comprendidas las ciudades de Puebla, Toluca, Pachuca, Tlaxcala, Cuernavaca y México. La subprovincia se extiende de Poniente a Oriente, desde unos 35 km al Occidente de Toluca, México, hasta Quimixtlán, Puebla. Consta de sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres. De oeste a este se encuentran en sucesión las cuencas de Toluca, México, Puebla y Oriental. En el estado de Puebla esta subprovincia, es la que abarca mayor superficie, ya que 35.93% de su territorio pertenece a ella. Limita al norte con las subprovincias Carso Huasteco, de la Sierra Madre Oriental, y Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al este se prolonga hacia el estado de Veracruz y al sur colinda con las subprovincias Sierras Orientales, sur de Puebla, Sierras y Valles Guerrerenses y Llanuras Morelenses; todas éstas son integrantes de la provincia Sierra Madre del Sur. Ocupa casi toda la parte central de la entidad, desde la Sierra Nevada hasta el Pico de Orizaba; también el área de Izúcar de Matamoros y dos franjas que van desde Hueyapan y Ahuazotepac hasta la localidad de Oriental. (INEGI, 2000).

La sub provincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac está integrada por grandes sierras volcánicas o aparatos individuales que se alternan con amplios vasos lacustres. Aquí se encuentran la Ciudad de México y cinco capitales: Cuernavaca, Pachuca, Puebla, Tlaxcala y Toluca y las cumbres más altas del país: el Citlaltépetl, el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Zinantécatl, el Matlalcuéyetl.

Así pues, el municipio de Puebla se encuentra asentado en un valle rodeado por las mayores elevaciones del país: Citlaltépetl o Pico de Orizaba, cuya altitud es de 5 610 m; Popocatepetl, el cual tiene una altitud de 5 500 m e Iztaccíhuatl, con una altitud de 5 220 m en las cumbres de estas elevaciones existen tres de los pocos pequeños glaciares de la región intertropical del mundo. También se encuentran: el Atlítzin o cerro La Negra, con una altitud de 4 580 m; y los volcanes Matlalcueye (La Malinche), todos estos aparatos volcánicos mencionados, forman parte del Sistema de Topoformas denominado Sierra Volcánica.

Este último, también conocido como La Malinche, es la estructura fisiográfica de mayor altura del Municipio de Puebla: 4,420 msnm. También se tienen los cerros Del Conde, San Jerónimo y Del Marqués al norte; al este, los de Loreto y Guadalupe, Amalucan, Chachapa, Tepozúchil y el de Toltepec; al sur la Sierra del Tentzo, donde se pueden mencionar cerros tales como Nanahuachi, Cuezco, Gordo y Cuaxinca.

**Tabla 1** Principales elevaciones en el Municipio de Puebla

Nombre	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud
Volcán La Malinche (Matlalcuéyatl)	19° 14'	98° 2'	4,420
Cerro Nanahuachi	18° 52'	98° 15'	2,500
Cerro Tepozuchitl	19° 1'	98° 10'	2,300
Cerro Tlanaxcaso	18° 59'	98° 9'	2,260
Cerro El Mirador	18° 55'	98° 12'	2,180
Cerro Toluquilla	18° 55'	98° 9'	2,160
Cerro Gordo	18° 51'	98° 10'	2,100
Cerro Amalucan	19° 3'	98° 8'	2,300

Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Puebla, 2013.

El volcán de la Malinche o Matlalcuéyatl (Falda azul), es un volcán apagado y denudado; su cima tiene forma de cresta dentada con varios picos, y la del lado sur presenta una eminencia llamada Xaltonally o Arenal del sol. Tiene una altitud de 4,461 metros y sus faldas se extienden sobre un gran altiplano a 134 kilómetros, a su alrededor es notable por las rocas descubiertas de su cima y está formado por desprendimientos de la Sierra Nevada.

Las estribaciones suroccidentales de la Malinche, así como una parte de su cumbre se localizan dentro del territorio municipal, cubriendo el noreste del mismo, la otra parte de la Malinche se encuentra ubicada en el estado de Tlaxcala.

Por otro lado, los cerros de Loreto y Guadalupe, Amalucan y Chachapa, ubicados al este del Municipio, pertenecen a un mismo sistema de formación, correspondiendo a zonas de fracturas de emisión las cuales originaron derrames de basaltos andesítico en forma de coladas de poca intensidad pero bien consolidadas, las cuales fueron cubiertas en un evento posterior por materiales volcánicos finos como cenizas, arenillas y limos, formando lo que actualmente se conocen como tepetates.



Al sur se encuentra la Sierra del Tentzo, donde predominan los cerros: Nanahuachi, El Cuezco, Gordo y Cuaxinca, siendo su morfología de lomas, su unidad de calizas del Cretácico Superior y andesitas del Terciario Superior, quedaron cubiertos por brechas volcánicas básicas y andesitas Cuaternarias. La sierra del Tenzo es una pequeña cordillera de cerros escabrosos, cálidos, y áridos que se levantan en la altiplanicie, cruzando parte de los municipios de Tecali, Tzicatlacoyan, Huatlatlauca, Molcaxac, Tepexi y Puebla.

Atraviesa al sur del Municipio de Puebla de oeste a este, donde presenta una disposición más bien irregular, con pendientes de más de 15° y con numerosos cerros que alcanzan alturas que oscilan entre 100 y 400 metros sobre el nivel del valle destacando las siguientes: Etorco, Las Minas, Ixclacicho, Tecopile, Nanahuatzi, San Pedro, Tello, Cuaxcolo, El Cuesco, Las Colmenas, Rancho Viejo, Ixcuipatla, La Palmilla, Las Palmillas, El Mirador, San Lorenzo, Nopaltepec, Yotepec, De Enmedio, El Zapote, Tizcal Blanco y Tecorral.

La depresión de Valsequillo se abre al pie de la sierra del Tentzo, sirviendo su fondo de cauce al río Atoyac, formando al oriente una curva pronunciada para seguir su curso al suroeste del estado.

La depresión cruza al sur del municipio de Puebla inmediatamente al norte de la sierra del Tentzo, donde el río Atoyac formó el estrecho cañón llamado Balcón del Diablo, donde se localiza la presa Manuel Ávila Camacho o de Valsequillo.

La mayor parte de la capital poblana se encuentra asentada sobre el Valle de Puebla. La formación del Valle data del Plioceno; la parte oriental del Valle cubre el noroeste y centro del municipio de Puebla, en donde se encuentra la mayor parte de la zona urbana y se caracteriza por su topografía plana con un ligero declive en dirección noreste-sur con pendientes menores de 2°; esta uniformidad es sólo interrumpida por cerros de poca altura periféricos al valle del municipio de Puebla. (SEDATU, 2012)

## GEOLOGÍA

Entre los volcanes el Citlaltépetl, el Popocatépetl, el Iztaccíhuatl y el Matlalcuéyetl se ubica el Valle de Puebla y en éste, el municipio del mismo nombre. Es por la actividad de estos volcanes que se pueden encontrar afloramientos de rocas ígneas, como evidencia de la actividad volcánica y de rocas sedimentarias propias de los valles y depósitos lacustres.

Estas estructuras geológicas tienen fallas geológicas principales a nivel regional en direcciones este a oeste y noreste a suroeste (Zacamboxo, Clarión, Popocatépetl y Malinche) y secundarias en dirección este a oeste pasando por los cerros de Loreto y

Guadalupe, San Juan (La Paz) y Amalucan, y otra pasando cerca de los balnearios Agua Azul y Rancho Colorado. Así pues, siguiendo la línea del tiempo al pasado, a continuación, se describen las rocas que han encontrado en el Municipio.

El periodo Cuaternario inició hace 2.5 millones de años aproximadamente. La mayoría de los afloramientos rocosos en el Municipio de Puebla son de esta época y, entre estos, predominan las rocas de origen volcánico. A continuación, se mencionan algunos tipos de rocas de este periodo:

1. Tobas y cenizas volcánicas en el centro y sur del municipio junto con formaciones geológicas como conos volcánicos y derrames de lavas.
2. Basaltos y tobas limosas al sur y oeste de la ciudad, en Lomas de Loreto y Cinco de Mayo aflora lava basáltica recubierta con tobas limo arenosas y arenosas amarillentas. Entre los basaltos encontrados, algunos son de color grisáceo con grandes cristales de color verde, posiblemente olivino.
3. Aluviones, depósitos lacustres, depósitos de travertinos y caliches en la zona norte y centro del municipio.

En la mayor parte del municipio se encuentran tobas volcánicas depositadas en cursos de agua y, por lo tanto, mezcladas con depósitos fluviales. Estas tobas tienen la misma granulometría que las depositadas junto con basaltos, pero contienen minerales como contienen minerales como plagioclasa, horblenda, cuarzo, óxidos de hierro y micas.

En el centro de la ciudad se encuentran travertinos, originados por depósito de calcio y otras sustancias provenientes de aguas subterráneas o geiseres. Existen tres afloramientos de estos materiales en el Municipio: en la zona de Rancho Colorado, cerca del cerro de San Juan en La Paz y en Agua Azul. Sin embargo, se encuentra en el subsuelo con diferentes espesores y profundidades.

El periodo Neógeno inició hace 23.03 millones de años y el Paleógeno hace 66 millones de años. Durante mucho tiempo ambos periodos se conocieron como Terciario y es frecuente encontrar literatura con este término.

De ambos periodos, en el Municipio se encuentran rocas volcánicas como andesitas, tobas, basaltos, piroclastos.

Del final del Neógeno (Plioceno) se han encontrado lavas y tobas, de origen volcánico, en el sur y sureste del Municipio. De origen vulcano-sedimentaria y depósitos lacustres son las rocas del final de este periodo.

El periodo Cretácico inició hace 145 millones de años y es el último de la Era Mesozoica. De este periodo son las rocas más antiguas del Municipio de Puebla: calizas ubicadas al Sur y al Este. Estas rocas tienen alto contenido de calcio consecuencia de su origen orgánico marino. Son de color gris claro con pequeños cristales. Es posible que sean indicio de una falla geológica.

Como se puede ver, las rocas del Municipio son de origen volcánico y sedimentario lacustre principalmente. Entre las características de estas rocas se encuentra su permeabilidad y, como consecuencia, su capacidad para formar acuíferos, pero también para infiltrar agua contaminada al acuífero, dado caso.

## EDAFOLOGÍA

El suelo es el resultado de la degradación de las rocas por efecto de la erosión, la actividad vegetal y los cambios físicos y químicos del ambiente además de la acumulación de material degradado proveniente de otros sitios y arrastrado por corrientes de aire o agua principalmente.

Los factores físicos como los cambios de temperatura y la acción de la gravedad alteran el tamaño de los fragmentos de roca, pero poco hacen en la estructura química de la roca y, finalmente, del suelo. Este es el origen de los suelos minerales como los Regosoles de las faldas de La Malinche.

En cambio, los factores químicos y biológicos pueden alterar significativamente los fragmentos de roca hasta darles una composición química radicalmente diferente a la original. De esta actividad provienen los suelos orgánicos como los Phaeozem que se encuentran aguas abajo de la presa Valsequillo y fuera del municipio de Puebla.

Si los suelos se mantienen en el sitio de degradación de la roca madre, se llaman primarios. En cambio, si son transportados se llaman secundarios y, dada la intensa actividad de la atmósfera y la hidrósfera, cubren la mayor parte de la superficie del planeta.

El origen de los suelos se encuentra en la erosión de las rocas y la descomposición de sus minerales en formas químicas más simples, así como en la actividad vegetal que toma nutrientes y aporta materia orgánica, dada la abundancia, ya mencionada, de tobas en el municipio es entendible la presencia de tepetates en todo el territorio: estos suelos provienen de la descomposición de las primeras.

Al sur del Municipio se tienen arcillas expansivas, de alto contenido de humedad, que han ocasionado daños en edificaciones cuando éstas no cuentan con estudios de mecánica de suelos adecuados; mientras que al norte y fuera de la zona urbana, se tienen suelos con poca cobertura vegetal y con buena estabilidad como aluviones, depósitos lacustres, depósitos de travertinos y caliches.

El proceso de formación de suelo es lento comparado con el de erosión: bastan unos pocos años para erosionar y degradar un suelo que se formara en varios siglos. Es por esto por lo que se le considera un recurso no renovable, pero a la vez valioso para el sustento de la vida vegetal en primera instancia y del resto de la cadena trófica en último término.

Para su clasificación, se estudian sus capas u horizontes, las cuales presentan diferentes características según su grado de alteración:

- Horizonte O, o capa superficial, es totalmente orgánico desprovisto de minerales, se forma por la actividad vegetal únicamente. Comúnmente llamados capa vegetal.
- Horizonte A o de lavado donde los minerales susceptibles de descomposición desprenden partículas como arcillas, limos, nutrientes. Se tiene presencia de raíces de vegetación herbácea y su color es oscuro por la presencia de humus.
- Horizonte B o de zona de precipitado, donde se depositan las partículas más pequeñas que arrastra el agua desde los horizontes superiores. Tienen poco humus por lo que su color es claro respecto al anterior.
- Horizontes C o subsuelo, donde se tiene forma de distinguir la roca madre, aunque alterada. La erosión de la roca se presenta a nivel físico.
- Horizonte D o roca madre, la roca que da origen al suelo y no se encuentra alterada o mínimamente alterada por procesos físicos.

En el Municipio de Puebla se identifican los siguientes grupos de suelo:

**Luvisol (12.60%)** (INEGI, 2010): se caracteriza por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros, se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. (INEGI, 2004).

**Vertisol (11.61%)** (INEGI, 2010): Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Su color común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México de color café y rojizo hacia el norte del país. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo, son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza. (INEGI, 2004).

Se encuentran principalmente en las márgenes del río Atoyac y la presa de Valsequillo. Tienen altos contenidos de arcillas expansivas lo cual ha propiciado problemas en las construcciones de las zonas. Por lo mismo, en época de secas presentan grietas notables. Tienen una gran capacidad para retener agua y nutrientes por lo que se pueden obtener buenos rendimientos agrícolas. En caso de utilizar agua de mala calidad para el riego, la capacidad de retención de nutrientes de estos suelos los hace susceptibles de salinizarse o alcalinizarse.

**Leptosol (8.03%)** (INEGI, 2010): se caracterizan por su escasa profundidad (menor a 25 cm). Una proporción importante de estos suelos se clasifica como leptosoles líticos, con una profundidad de 10 cm o menos. Otro componente destacado de este grupo son los leptosoles réndzicos, que se desarrollan sobre rocas calizas y son muy ricos en materia orgánica. En algunos casos son excelentes para la producción agrícola, pero en otros pueden resultar muy poco útiles ya que su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales. (SEMARNAT, 2002).

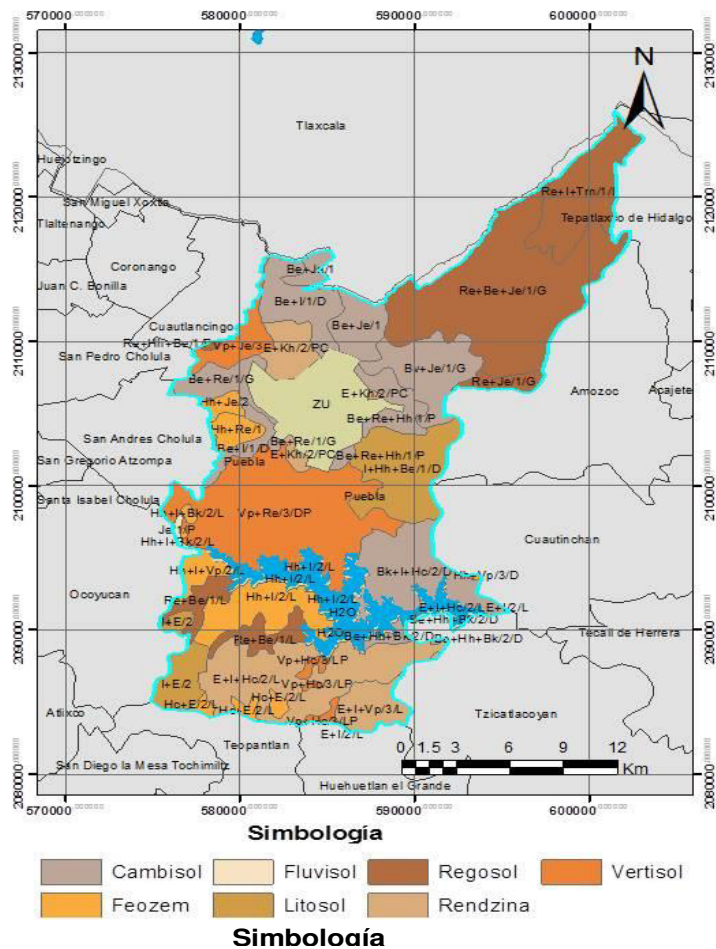
**Regosol (8.04%)** (INEGI, 2010): Suelos formados por material suelto que no sea aluvial reciente, como dunas, cenizas volcánicas, playas, etc., son muy pobres en nutrientes, prácticamente infértiles, es el suelo predominante y se localiza en la porción central y occidental, en ocasiones presentan fase gravosa. (INEGI, 2004).

Se localizan al norte y noreste del Municipio, predominan en la cima y la parte alta de La Malinche. Algunas zonas de la sierra de Tentzo son Regosol eútrico. Son suelos primarios, con un proceso de erosión físico de la roca madre, se encuentra material suelto, especialmente arenas y gravas, por lo tanto muy permeables y con una baja capacidad de retención de agua. Contienen poca materia orgánica, por lo que tiene una pobre fertilidad. Los bosques de La Malinche tienen este pobre soporte y son vulnerables. También se han encontrado en el río Atoyac, lo cual puede ser un problema dada la intensa contaminación de sus aguas y la posible infiltración al acuífero subyacente.

En el suroeste del municipio se encuentra Regosol calcárico, estos son de origen residual y coluvial con escasa cubierta vegetal pero más fértil que los anteriores.

**Phaeozem** o Feozem (4.75%) (INEGI, 2010): Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. (INEGI, 2004).

**Durisol** (5.11%) (INEGI, 2010): Se caracteriza por ser suelos con sílice secundaria endurecida dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo. (INEGI, 2017).



**Figura 2:** Suelos dominantes del Municipio de Puebla  
(Elaboración propia a partir de datos de INEGI,  
CONABIO y SEMARNAT, 2018).

**Arenosol (0.52%)** (INEGI, 2010): Literalmente, suelo arenoso, la vegetación que presentan es variable. Se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad. Estos suelos tienen una alta permeabilidad pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes. (INEGI, 2004). Los podemos encontrar al Este y al Oeste del Municipio, son primarios con poca materia orgánica, de poca fertilidad porque no retienen nutrientes ni agua. Sus horizontes no se pueden diferenciar fácilmente por presentar poca alteración de la roca madre. Esta característica los hace susceptibles de venta a desarrolladores inmobiliarios.

**Cambisol (0.92%)** (INEGI, 2010): Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. (INEGI, 2004). Presentan horizontes diferenciados y contienen arcillas que permiten la retención de agua y nutrientes. Por ello dan mejores rendimientos agrícolas. Sin embargo, se encuentran en la parte baja del Valle de Puebla y en su mayoría han sido utilizados para la construcción.

Son Cambisoles éútricos los presentes en las laderas bajas de La Malinche, al Norte y noroeste del municipio de Puebla, el sureste de la depresión de Valsequillo, los cerros del Marqués, Amalucan, Loreto y Guadalupe y algunos sectores de la ribera del Río Atoyac y Alseseca.

En cambio, son Cambisoles vérticos los que se encuentran en ladera inferior de La Malinche entre el Cerro de Amalucan y Santa María Xonacatepec; y al noroeste de la Presa de Valsequillo se tienen Cambisoles Cálcidos.

Adicionalmente podemos encontrar otros tipos de suelos, como son:

**Rendzinas:** que se presentan en la zona central del Municipio y en la sierra de Tentzo. Presentan texturas de media a fina y cantidades importantes de arcilla. Su origen es sedimentario de rocas calizas.

**Litsoles:** son suelos donde la roca madre se encuentra poco alterada, principalmente por factores físicos, de 10 centímetros de espesor con poca materia orgánica. La vegetación a la que da soporte es vulnerable por las mismas causas que en los Regosoles. Se encuentran en el Serrijón de Amozoc y en la Sierra del Tentzo.

## CLIMATOLOGÍA

En el Municipio domina el clima templado sub húmedo con lluvias de verano y, para su estudio, se cuenta con las siguientes estaciones climatológicas de Balcón Diablo A. Texaluca, Echeverría, Puebla 21 poniente 113ª, San Baltazar Tetela (DGE), San Miguel Canoa, El Batán, Mayorazgo y CNA.

Estas estaciones han operado al menos por 30 años y han recabado información suficiente para determinar los tipos de clima existentes y los cambios en las variables como temperatura, precipitación o dirección y velocidad de los vientos.

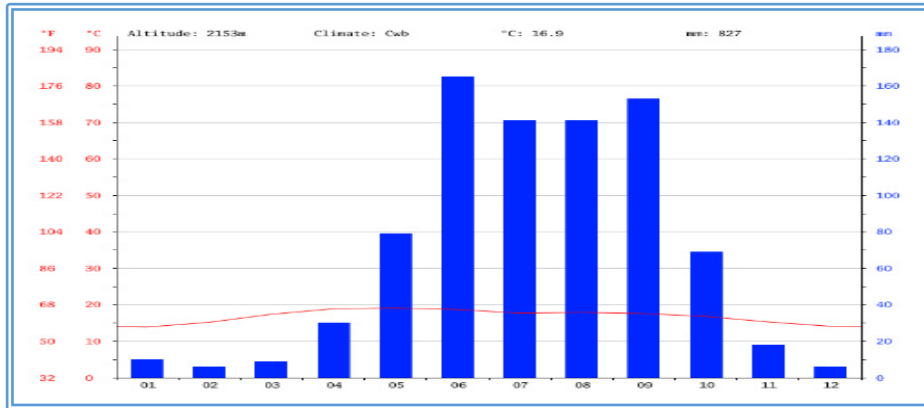
La Sub-Cuenca está constituida por un clima subhúmedo con una precipitación media anual de 800 mm y una temperatura de 22°C. La época de estiaje se presenta de marzo a mayo, la de lluvia de junio a septiembre y el invierno durante octubre a febrero (Servicio Meteorológico Nacional 2016). En el norte y el sur del municipio se presentan precipitaciones anuales de 1000 a 1200 mm mientras que en el centro y al este del municipio (y de todo el Valle de Puebla) se tienen precipitaciones menores de 600 a 800 mm. En cambio, al oeste se tienen precipitaciones de 800 a 1000 mm. Actualmente derivado del cambio climático se puede ver que el inicio y término de la temporada de lluvias ha variado y se ha ido retrasando.

Se puede observar una distribución de climas templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (49%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (47%) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano (4%).



De acuerdo con los datos del Climate- Data Org 2018, El clima en Puebla es cálido y templado. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos en Puebla de Zaragoza. El clima aquí se clasifica como Cwb por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura promedio en Puebla de Zaragoza es 16.9 ° C. En un año, la precipitación media es 827 mm.

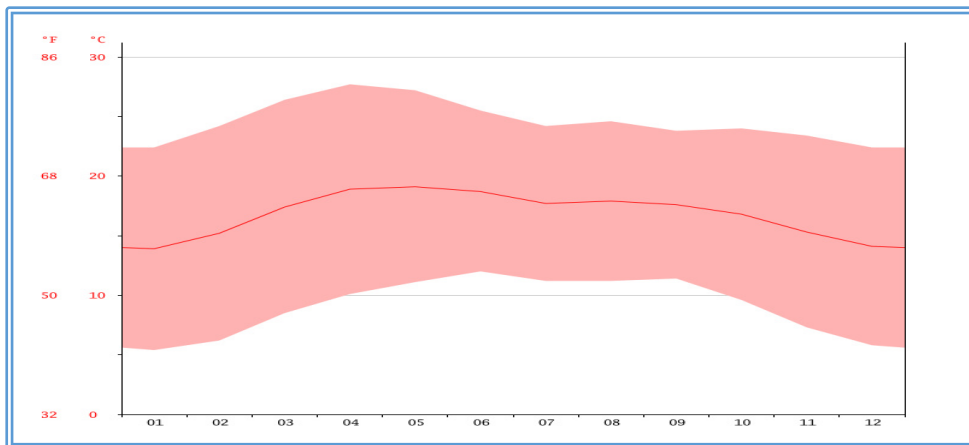
Gráfica 1. Climograma Puebla de Zaragoza



El mes más seco es febrero, con 6 mm de lluvia. La mayor cantidad de precipitación ocurre en junio, con un promedio de 165 mm.

Fuente: (CLIMATE-DATA.ORG, 2019)

Gráfica 2. Diagrama de Temperatura Puebla de Zaragoza



Fuente: (CLIMATE-DATA.ORG, 2019)

Mayo es el mes más cálido del año. La temperatura en mayo promedios 19.1 ° C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en enero, cuando está alrededor de 13.9 ° C.

**Tabla 2.** Tabla climática: datos históricos del tiempo del municipio de Puebla

	Dic	Ene	Feb	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura media (°C)	13.9	15.2	17.4	18.9	19.1	18.7	17.7	17.9	17.6	16.8	15.3	14.1
Temperatura min. (°C)	5.4	6.2	8.5	10.1	11.1	12	11.2	11.2	11.4	9.6	7.3	5.8
Temperatura máx. (°C)	22.4	24.2	26.4	27.7	27.2	25.5	24.2	24.6	23.8	24	23.4	22.4
Precipitación (mm)	10	6	9	30	79	165	141	141	153	69	18	6

Fuente: (CLIMATE-DATA.ORG, 2019)

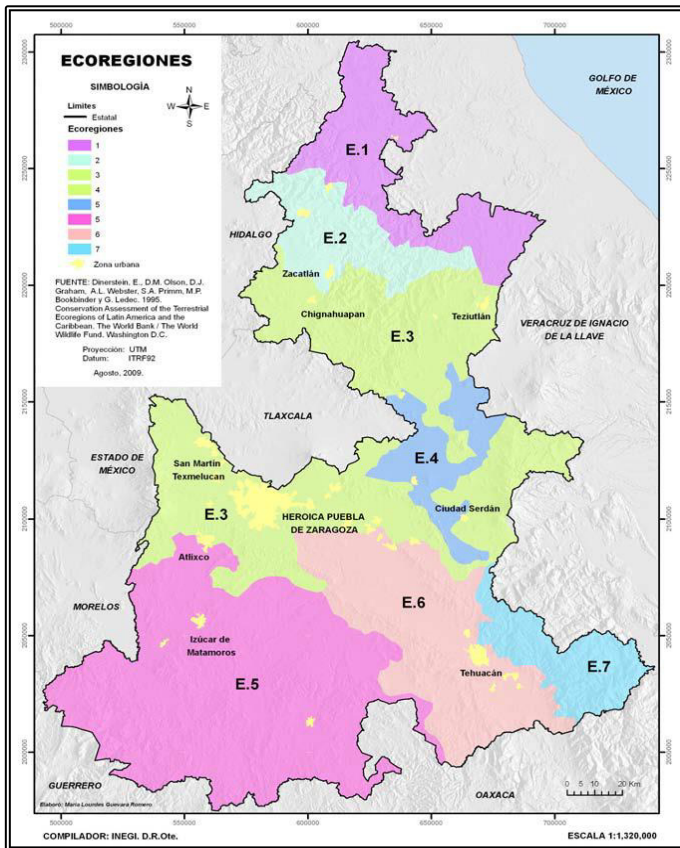
Hay una diferencia de 159 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. La variación en las temperaturas durante todo el año es 5.2 °C. (CLIMATE-DATA.ORG, 2019)

### DESCRIPCIÓN DE LOS VIENTOS EN EL MUNICIPIO

La dirección de los vientos en el Municipio está fuertemente condicionada por La Malinche y la Sierra de Tentzo ocasionando que la dirección de los vientos sea nor-noreste en el 85% de los casos. Asimismo, durante el transcurso del día se tienen dos sistemas de corrientes Valle-Montaña: en las primeras horas de la tarde y hasta la madrugada soplan vientos del suroeste al noroeste (del Valle a la Montaña) y en sentido contrario, noroeste a suroeste desde las primeras horas de la madrugada hasta el medio día siguiente.

A nivel global, el municipio se encuentra en la zona de influencia de vientos alisios ocasionando que de octubre a mayo se tengan vientos secos del oeste.

## BIODIVERSIDAD Y VEGETACIÓN



**Figura 3.- Ecoregiones del estado de Puebla**

**Fuente: CONABIO 2011)**

teocote, *P. pseudostrobus* y *Garrya laurifolia*), ailes (*Alnus jorullensis*), madroños (*Arbutus xalapensis*) y oyameles (*Abies religiosa*). En

El Municipio de Puebla se ubica dentro de la ecoregión 3 (como se muestra en la figura 1), la cual se caracteriza por tener Selvas cálidas secas: valles y depresiones con matorral xerófilo y bosque tropical caducifolio.

Las clases de vegetación son variadas en el Municipio entre las principales que se encuentran son: el bosque, pastizal y vegetación secundaria.

La vegetación es un importante recurso estabilizador del clima y del suelo, en la mayor parte del municipio de Puebla la vegetación nativa ha sido transformada por la influencia humana. Solamente en las faldas y en las barrancas de La Malinche, así como en algunas áreas localizadas al sur de la presa de Valsequillo se pueden apreciar manchones con vegetación natural.

A altitudes menores de los 2 500 msnm encuentran manchones de pinares casi exclusivamente dominados por (*Pinus leiophylla*); aunque en la mayoría se trata de un bosque mixto. Además de la especie citada, es posible encontrar encinos (*Quercus crassifolia*, *Quercus crassipes* y *Quercus laurina*). Estos encinares en su mayoría se encuentran fuertemente perturbados y sólo se les encuentra habitando en pequeñas barrancas; sabino (*Juniperus deppeana*), capulín (*Prunus sp.*) y tepozán (*Buddleia cordata*), entre otros.

Entre las cotas de los 2 500 a los 2 800 msnm bosque de encinos (*Quercus rugosa*, *Q. Laurina* y *Q. Crassipes*) es el más característico; a este bosque frecuentemente se le asocia con pinos (*Pinus montezumae*, *P. teocote*, *P. pseudostrobus* y *Garrya laurifolia*), ailes (*Alnus jorullensis*), madroños (*Arbutus xalapensis*) y oyameles (*Abies religiosa*). En

la mayoría de los casos se trata de un bosque perturbado debido a que sus troncos son empleados para elaborar carbón, por lo que es común observar brotes a partir de tocones.

De los 2 800 a los 3 200 msnm presenta bosque de oyamel (*Abies religiosa*) el cual se localiza sólo en las barrancas más húmedas de la zona. Se observa una disminución muy acelerada de los bosques de este tipo, ya que su área de distribución está siendo transformada a zonas agrícolas.

El bosque de pino-aile que va de los 2 900 a los 3 400 msnm está asociado en sus niveles más bajos a los bosques de (*Pinus hartwegii* y *Cupressus lindlevi*), y ailes (*Alnus firmifolia*); aunque tiene problemas de tipo ecológico por la sustitución de aile por el pino, es una zona con mayor riqueza de vertebrados terrestres, refugio de especies de mamíferos de mediano tamaño que aún existen en la zona.

Por encima de los 3 500 msnm y hasta el límite superior arbóreo se encuentra el bosque de pino compuesto principalmente por (*Pinus hartwegii*) que es considerado como el pino mexicano que mejor se adapta a las frecuentes heladas nocturnas del clima de alta montaña y su valor socioeconómico es muy alto. Actualmente este bosque también está deteriorado.

En la parte más alta de La Malinche se localiza la pradera de alta montaña; dicha vegetación se encuentra por arriba de los 3 500 msnm Es una zona de frecuentes heladas; la conforman especies de pastos y hierbas.

La vegetación nativa característica de la zona sur del Municipio es un tanto heterogénea y está conformada principalmente por matorral espinoso, bosque de encino, pastizales, vegetación acuática y vegetación inducida.

**Matorral espinoso:** Este tipo de vegetación tiene un matiz neotropical y tiene elementos comunes con los matorrales xerófilos, es un tanto heterogéneo con características de ser bajos y densos cuyos componentes, al menos en gran proporción, son plantas espinosas. Se desarrolla en lugares con un clima un poco más seco que los que se presentan en los bosques templados, pero un poco más húmedo que los que predominan en los matorrales xerófilos. (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007)

El matorral espinoso se encuentra al sur de la presa de Valsequillo a una altitud de 2 000 a 2 200 msnm, en suelos calcáreos someros o profundos de laderas de cerros. La asociación que más predomina en esta zona es mezquite (*Prosopis juliflora*); huizache

(*Acacia schaffneri* y *A. sp.*); nopales (*Opuntia streptacantha* y *Opuntia sp.*); cenicilla (*Zaluzania augusta*), uñas de gato (*Mimosa sp.* y *M. biuncifera*); yuca (*Yucca camerosana*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y lechugillas (*Agave lechugilla* y *Agave asperrina*). (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

Esta vegetación se caracteriza por ser generalmente inerte, abierto o denso de 3 a 4 metros de alto más o menos perennifolio. El tamaño de la hoja o del folio es en general mayor que en el caso de los matorrales xerófilos puros. A veces se encuentra mezclado con eminencias arbóreas de encino (*Quercus sp.*), sabino (*Juniperus sp.*), pirú (*Chimús molle*) y mezquites. En la zona también se encuentran algunas especies de rostrófilas como la palma (*Yucca sp.*). (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

**Bosque de encino:** En la zona sur los encinares se caracterizan por presentar condiciones rápidas de deterioro, debido a los cambios de uso de suelo. Anteriormente extensas áreas de los lomeríos del sur del Municipio se encontraban cubiertos por encinares; actualmente dichas zonas se emplean para la agricultura de temporal, siendo los cultivos más frecuentes maíz, frijol y algunos árboles frutales como el aguacate. (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

En algunas barrancas y laderas con pendientes pronunciadas del sur del Municipio aún se pueden encontrar asociaciones boscosas de encinos. Estas comunidades se pueden encontrar a altitudes que fluctúan alrededor de los 2 200 msnm las especies de encinos predominantes son *Quercus rugosa*, *Quercus laurina* y *Quercus crassifolia*. (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

En áreas cercanas al poblado El Aguacate se encuentran manchones de encinos semiconservados con una gran diversidad florística. A continuación se enlistan las principales especies vegetales reportadas para esta zona: encinos (*Quercus crassipes*, *Quercus rugosa*, *Quercus frutex* y *Quercus laurina*); sabino (*Juniperus flaccida* y *Juniperus deppeana*); cuachichic (*Garrya lauriflora*); tlecuahuitl (*Clethra mexicana*); tepozán (*Buddleia cordata*), matorrales (*Lueselia mexicana* y *Fuschsia minimiflora*), zacate (*Muhlenbergia purpussi*) y pastos (*Aristida divaricata* y *Stipa ichu*). (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

En el arroyo que pasa cerca de la plaza principal del poblado El Aguacate se encuentra una hilera de ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*), que son característicos de las orillas de los arroyos y que pueden alcanzar gran longevidad y tamaño; sus ramas colgantes a menudo bajan hasta cerca del nivel del suelo. En el poblado anteriormente mencionado se encuentran plantados una variedad de árboles predominando aguacate (*Persea sp.*); pirul (*Schinus molle*); colorín (*Erhytreea mexicana*); cedro blanco (*Cupressus lindlevi*); casuarina (*Casuarina equisetifolia*). (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

**Pastizal:** Los pastizales antropogénicos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. Otras veces el pastizal no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio ejercido por el pastoreo y muchas veces con ayuda de algún factor del medio natural, por ejemplo, la tendencia de producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del zacatal, caso que se aprecia en la zona sur de la presa de Valsequillo. (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

El pastizal inducido se encuentra en forma dispersa por todos los lomeríos de la zona sur, así como en los alrededores de la Ciudad de Puebla, en grandes extensiones alrededor del Vaso de Valsequillo y Sierra del Tentzo. (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

Las especies más comunes en este tipo de vegetación son: pastos (*Setaria geniculata*, *Aristida adscencionis*, *Muhlenbergia sp.*, *Paspalum notatum*, *Bouteloua hirsuta*, *Bouteloua ramosa*, *Andropogon barbinodis* y *Stipa tenuissima*); tres barbas (*Aristida barbata*); espiga de oro (*Aristida divaricata*) y navajita (*Bouteloua gracilis*). (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

**Vegetación acuática:** Este tipo de vegetación es la que se encuentra en el principal cuerpo de agua del Municipio que es la presa de Valsequillo, en la cual predomina la vegetación compuesta por tulares y vegetación flotante. (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

Los tulares son plantas acuáticas formadas por monocotiledóneas de 1 a 3 metros de alto, de hojas angostas y en la mayoría de los casos carentes de órganos foliares, esta vegetación se localiza en el fondo poco profundo a las orillas de la presa de Valsequillo. Son cosmopolitas en su distribución y muchos de sus géneros tienen áreas de distribución amplia. Las asociaciones más frecuentes son las denominadas: *Thypha sp.* y *Scirpus sp.*

Por lo que respecta a la vegetación flotante, ésta se encuentra cubriendo buena parte de la presa de Valsequillo, arraigadas en el fondo o nadando, las principales especies son: el lirio acuático (*Eiochhornia crassipes*), trébol de cuatro hojas (*Marsilea mexicana*) y chichicastle (*Lemma minor*). (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

**Vegetación inducida:** Parte de la vegetación existente es inducida, ya que se observa arbolado correspondiente a plantaciones de eucaliptos sembrados hace más de 45 años. Dichos eucaliptos corresponden a las especies *Eucaliptos camaldulensis*

y *E. Globulus*. Este tipo de arbolado se utilizó para reforestar áreas verdes del Municipio y para la delimitación de las tierras agrícolas. (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

Igualmente es posible describir en la zona de estudio los siguientes tipos de vegetación de carácter urbano:

Arbolado urbano. Éstos son árboles y arbustos plantados por el hombre en la zona urbana, generalmente en áreas de esparcimiento, centros comerciales, banquetas y a lo largo de las principales vialidades. Las especies que se observan con mayor frecuencia son: pirul (*Schinus molle*), trueno (*Ligustrum lucidum ait.*), eucalipto (*Eucaliptus sp.*), hule (*Ficus elástica*), álamo italiano (*Populus sp.*), cedro blanco (*Cupresus benthamii*), colorín (*Eurythrine americana miller*), palmas (*Phoenix canariensis hort*), laureles (*Ficus retasa 1*), fresnos (*Fraxinus sp.*) y laurel de la india (*Ficus retusal*). (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

**Malezas urbanas:** Este tipo de vegetación se encuentra en terrenos en que la vocación natural ha sido transformada para otras actividades y luego han sido abandonados. Las especies que lo conforman son gramíneas y compuestas, entre las especies más representativas tenemos las siguientes: diente de león, arete, chicalote, cola de zorrillo, girasol silvestre, etcétera. (H. Ayuntamiento de Puebla, 2007).

## DEMOGRAFÍA

En la encuesta intercensal 2015, realizada por el INEGI, en el estado de Puebla hay una población total de 6,168,883 habitantes, de los cuales 2,943,677 son hombres y 3,225,206 son mujeres. La población del municipio de Puebla representa el 25.6 % de la población estatal. El número de habitantes en el Municipio de Puebla es el siguiente:

Tabla 3. Población en el municipio de Puebla en el año 2015

Municipio	Población total	Hombres	Mujeres
Puebla	1,576,259	746,734	829,525

Fuente: Atlas de Riesgos Naturales municipio de Puebla.

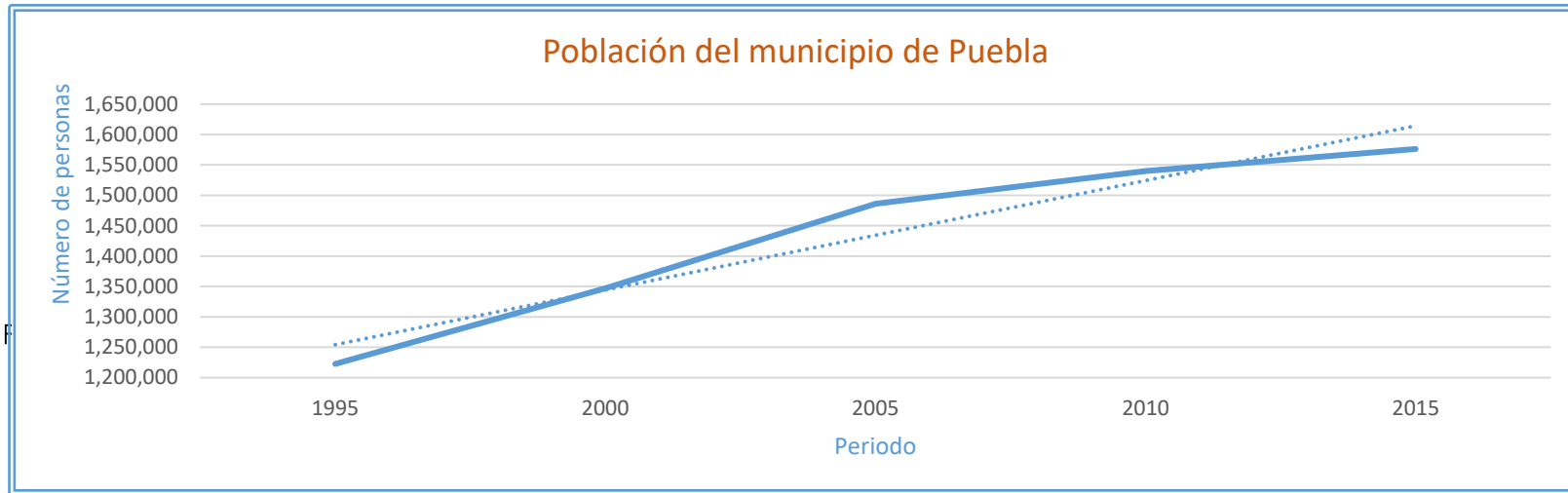
Tabla 4. Población en el municipio de Puebla en el año 2015

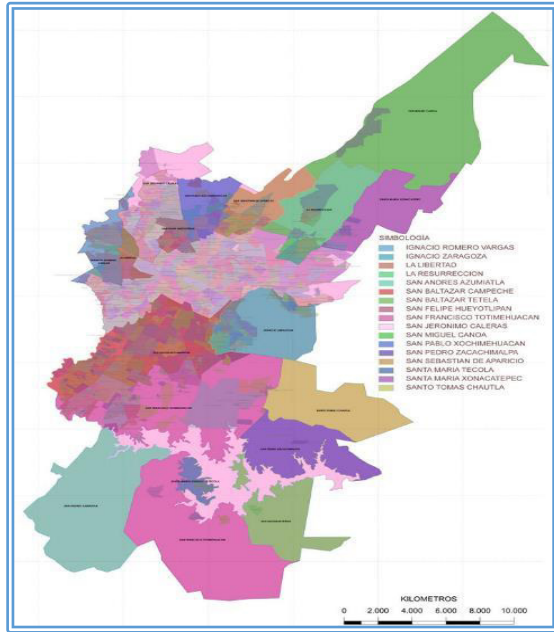
Periodo	Número de personas
2015	1,576,259
2010	1,539,819
2005	1,485,941
2000	1,346,916
1995	1,222,569

Fuente: (INEGI, 2019)



Gráfica 3. Crecimiento de la Población del municipio de Puebla de 1995 a 2015.





**Figura 4. Subdivisión Administrativa del municipio de Puebla. Fuente: Elaboración**

## SUBDIVISIÓN ADMINISTRATIVA

En el Municipio de Puebla existen diecisiete Juntas Auxiliares que forman parte de la mancha urbana metropolitana de la ciudad de Puebla. Los nombres de las Juntas Auxiliares son: Santo Tomás Chautla, Santa María Xonacatepec, Santa María Guadalupe Tecola, San Sebastián de Aparicio, San Pedro Zacachimalpa, San Pablo Xochimehuacan, San Miguel Canoa, San Jerónimo Caleras, San Felipe Hueyotlipan, San Francisco Totimehuacan, San Baltazar Tetela, La Resurrección, La Libertad, Ignacio Zaragoza, Ignacio Romero Vargas, San Baltazar Campeche y San Andrés Azumiatla. (H. Ayuntamiento de Puebla, Programa de Desarrollo Urbano Municipal, 2016).

Más adelante en el documento se hará un análisis de las 17 Juntas Auxiliares, que servirá como parte del diagnóstico situacional.

## CUENCAS Y SUBCUENCAS

Cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. (Aparicio Mijares, 1992).

La Región Hidrológica número 18 Balsas, se localiza al Suroeste de nuestro país, está limitado al Norte por las Regiones Hidrológicas números 12 Lerma-Santiago, número 26 Río Pánuco y número 27 Norte de Veracruz, al Oeste por las Regiones hidrológicas números 16 Armería-Coahuayana y 17 Costa de Michoacán, al Sur por el Océano Pacífico y por las Regiones Hidrológicas números 19 Costa Grande de Guerrero y 20 Costa Chica de Guerrero, y al Este por la Región Hidrológica número 28 Papaloapan

La Región Hidrológica número 18 Balsas, incluye en su totalidad al Estado de Morelos (100%) y parcialmente a los Estados de Tlaxcala (75%), Puebla (55%), México (36%), Oaxaca (9%), Guerrero (63%), Michoacán (62%) y Jalisco (4%), así como muy pequeñas

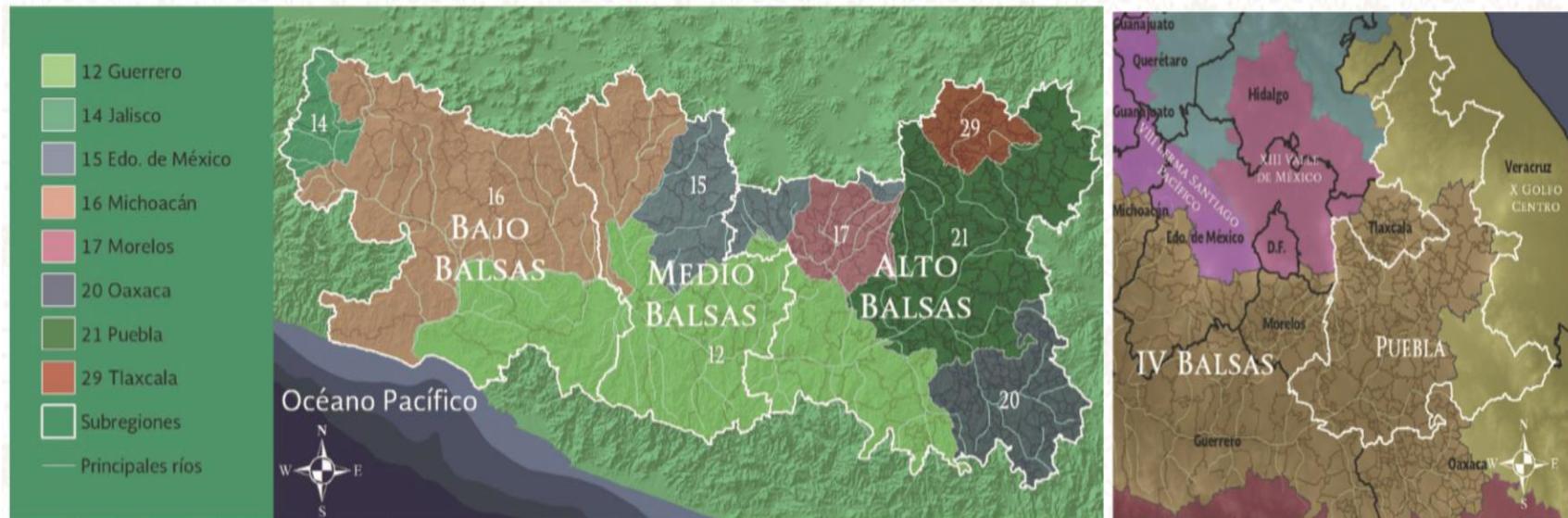
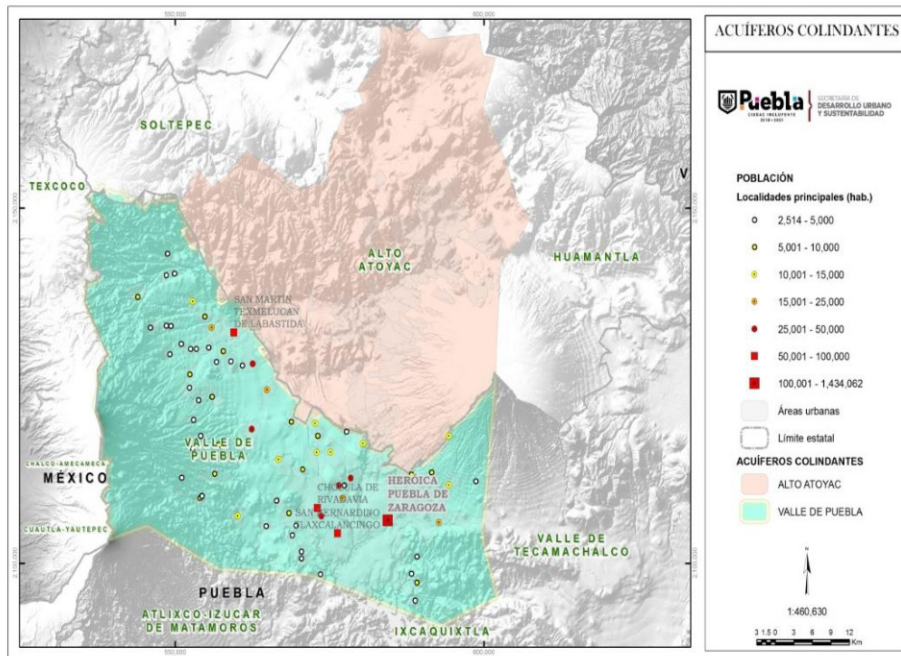


Figura 5. Delimitación del Acuífero Puebla Atoyac (Elaboración Propia con datos de CONAGUA 2015 e INEGI 2017).



**Figura 6. Delimitación del Acuífero Puebla Atoyac (Elaboración Propia con datos de CONAGUA 2015 e INEGI 2017).**  
de latitud Norte.

La cuenca hidrológica Río Alto Atoyac, tiene una superficie de aportación de 4,135.52 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes regiones y cuencas hidrológicas: al Norte por las Regiones Hidrológicas números 26 Pánuco y 27 Norte de Veracruz; al Sur por las cuencas hidrológicas Río Nexapa y Río Bajo Atoyac; al Oeste por la Región Hidrológica número 26 Pánuco; y al Este por la cuenca hidrológica Libres Oriental.

Constituye la porción oriental de la región, incluye a la mayor parte de las zonas centro, oeste y suroeste de la entidad, que representan 57.23% de la superficie del Estado. En esta área se genera anualmente un escurrimiento aproximado de 1 291 mm<sup>3</sup>,

porciones del Distrito Federal y del Estado de Veracruz; con un total de 422 municipios y una superficie total de 117,305.9 kilómetros cuadrados.

Son quince las cuencas hidrológicas que integran la Región Hidrológica número 18 Balsas: Río Alto Atoyac, Río Amacuzac, Río Tlapaneco, Río Nexapa, Río Mixteco, Río Bajo Atoyac, Río Cutzamala, Río Medio Balsas, Río Cupatitzio, Río Tacámbaro, Río Tepalcatepec, Río Bajo Balsas, Río Paracho-Nahuatzen, Río Zirahuén y Río Libres Oriental, las cuencas hidrológicas Río Libres Oriental, Río Paracho-Nahuatzen y Río Zirahuén, son cerradas, las doce restantes están interconectadas entre sí y drenan sus aguas hacia el Océano Pacífico a través del Río Balsas.

### Cuenca 18A Río Atoyac

Comprende desde donde nacen los escurrimientos del Río Atoyac, hasta donde se localiza la presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo), localizada en las coordenadas geográficas 98° 05' 45" de longitud Oeste y 18° 54' 30" de latitud Norte.

volumen que, con las aportaciones de los estados limítrofes de Tlaxcala, Morelos y Oaxaca, asciende a 1 451 mm<sup>3</sup>. De éstos 1 088 millones, salen al estado de Guerrero, a través del río Mezcala. (INEGI, 2000).

### **Delimitación**

El río Atoyac pertenece a la región hidrológica del río Balsas, es una región de las más importantes del país; ocupa las zonas central y suroccidental del Estado, se extiende por el estado de Michoacán y en una pequeña porción del estado de Veracruz-Llave, donde está limitada por las elevaciones que circundan la cuenca de Oriental-Perote, entre las que destacan, la caldera de los Humeros, el volcán Pico de Orizaba, el Cofre de Perote y el volcán Atlítzin o Sierra Negra. Hacia el sur de estas montañas, el parteaguas oriental de la región se prolonga a lo largo de las serranías que constituyen el borde occidental de la cañada poblana-oaxaqueña. Al norte y al sur, la región se encuentra limitada por los parteaguas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, respectivamente. (INEGI, 2000).

La región hidrológica esta subdividida en 10 cuencas, de las cuales, cuatro de ellas, se encuentran parcialmente incluidas en territorio poblano: (A), río Atoyac; (B), río Balsas-Mezcala; (E), río Tlapaneco y (F), río Grande de Amacuzac. Suman en conjunto, 59.14% de la superficie estatal, aproximadamente. (INEGI, 2000).

Incluyendo geográficamente a los Municipios poblanos, 12 Municipios se ubican dentro de la cuenca en toda su extensión son: Chiautzingo, Coronango, Cuautlancingo, Domingo Arenas, Juan C. Bonilla, San Andrés Cholula, San Felipe Teotlalcingo, San Gregorio Atzompa, San Martín Texmelucan, San Matías Tlalancaleca, San Miguel Xoxtla y Tlaltenango; los restantes 10 Municipios se encuentran en forma parcial dentro de la cuenca y son: Amozoc, Calpan, Huejotzingo, Ocoyucan, Puebla, San Jerónimo Tecuanipan, San Pedro Cholula, San Salvador el Verde, Tlahuapan, y Tzicatlacoyan.

### **Parteaguas**

La sección clasificada del río Atoyac inicia 1.40 kilómetros aguas arriba de la descarga municipal Santa Rita Tlahuapan, estado de Puebla, antes de la confluencia con el río Atotonilco y finaliza en la desembocadura a la presa Manuel Ávila Camacho y tiene una longitud de 84.97 kilómetros y que se ubica dentro de las siguientes coordenadas: inicio; 19.36725 de latitud norte, 98.51569 de longitud oeste, desembocadura; 18.90367 de latitud norte, 98.16803 de longitud oeste. (SEGOB, 2011).



### Punto de salida

La subcuenca del río Atoyac pertenece a la cuenca del Alto Balsas en la región Hidrológica No. 18. El río Atoyac es uno de los ríos más importantes del estado de Puebla, sus principales afluentes son los ríos Atotonilco, San Lucas, Tlanapan, Ajejela, Temizac y Neopualco. La longitud del río Atoyac, desde su nacimiento (3 250 msnm) y hasta su confluencia con el río Zahuapan, es de 59 km (2 200 msnm) y hasta la presa Valsequillo "Manuel Ávila Camacho" es de 115 km (2 000 msnm).

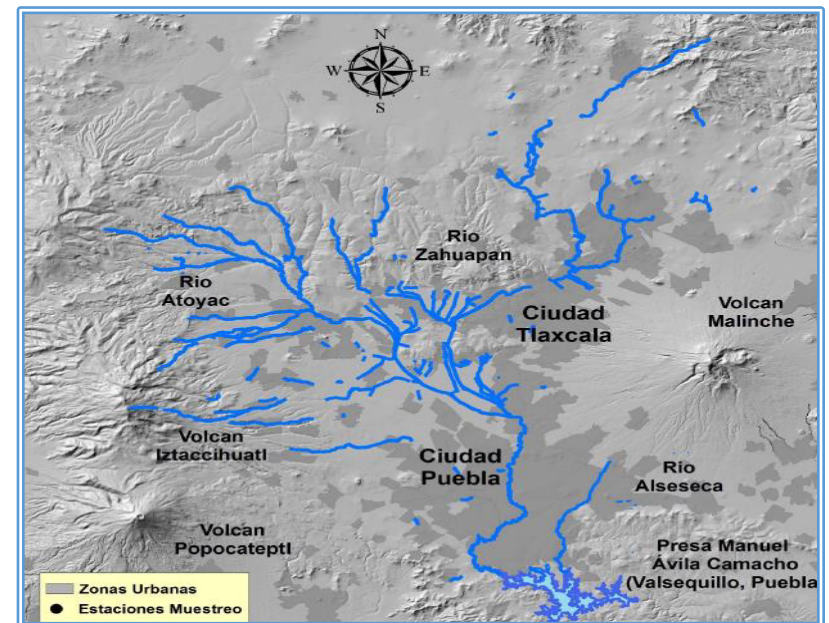
El área de la subcuenca del río Atoyac, hasta la confluencia con el río Zahuapan es de 1 304.5 km<sup>2</sup>, y hasta la presa Valsequillo el área es de 2 429.3 km<sup>2</sup>. (IMTA, 2005).

## HIDROLOGÍA

### Recursos hídricos superficiales

Por el municipio de Puebla corren los cauces de tres importantes ríos: El Atoyac, el cual corre en la parte poniente del Municipio. El Alseseca, el cual nace en las faldas de la Malinche y corre en la parte centro Oriente del Municipio desembocando en la presa de Valsequillo; de este río se desprenden otros ríos intermitentes en la parte centro-Poniente por la Carretera Federal a Tehuacán, y el San Francisco, que se localiza en la parte central del Municipio y se inicia en las faldas de la Malinche, pasa por el centro de la mancha urbana del municipio de Puebla en donde está entubado en la parte que corresponde al centro urbano, y se une al río Atoyac para después desembocar en la presa de Valsequillo. Cabe señalar que a estos tres principales cauces se integran a todo un sistema de afluentes y barrancas que conforman la hidrología superficial del Municipio. (SEDATU, 2012).

Uno de los referentes hidrológicos globales en el estado de Puebla es el río Atoyac, la corriente de este río es una de la más importante en el Estado, está formado por la unión de los ríos San Martín o Frío, de Puebla y Zahuapan de Tlaxcala. El primero baja



**Figura 7. Red hidrológica de la Subcuenca Hidrológica**

**Fuente: Estudio IPN 2014**

de la Sierra Nevada y el Segundo de la Sierra de Tlaxco. El Atoyac recibe las aportaciones de las corrientes permanentes de los de los ríos Mixtecos, Nexapa y Tlapaneco. (INEGI, 2000).

El río Atoyac, recorre el poniente del Municipio de norte a sur y sirve en algunos tramos como límite con los municipios de Ocoyucan, San Andrés Cholula y Cuautlancingo; posteriormente cambia de curso hacia la depresión de Valsequillo donde se forma la Presa Manuel Ávila Camacho o de Valsequillo.

### **Cuerpos de Agua**

En el municipio se tienen registrados 22 cuerpos de agua, de los cuales en la actualidad la mayoría se han perdido por diversas causas, muchos han sido cubiertos por el suelo urbano y afectados por el deterioro de la calidad del agua. (SEDATU, 2012).

De acuerdo con Comisión Nacional del Agua, los cuerpos de agua que se encuentran funcionando son: La Presa Manuel A. Camacho (Valsequillo), la Laguna de Chapulco, la Laguna de San Baltasar, Laguna del Parque Ecológico Revolución Mexicana, Laguna de Ciudad Universitaria y la Laguna de Amaluquilla. (SEDATU, 2012).

### **Hidrología subterránea**

El agua subterránea es de gran importancia dentro del contexto económico del estado de Puebla, ya que en la entidad las corrientes superficiales son escasas y de volumen reducido, especialmente hacia la parte centro y sur de la entidad, o bien, se encuentran casi totalmente aprovechadas o presentan problemas de contaminación. (INEGI, 2000).

La disponibilidad de agua en el subsuelo es un factor importante que condiciona fuertemente la factibilidad de incrementar el desarrollo económico del Estado. Asimismo, se debe señalar la importancia de una explotación racional de estos recursos, pues son susceptibles de agotarse ante la sobreexplotación inmoderada, o bien pueden sufrir contaminación por las descargas residuales o el uso de pesticidas. (INEGI, 2000).

La mayoría de los acuíferos explotados son de tipo libre y relativamente poco profundos; los niveles estáticos fluctúan entre 2 y 80 m. (INEGI, 2000).

La extracción en el Estado se efectúa mediante un total de 4 443 aprovechamientos, de los cuales 67% corresponde a pozos, 26% a norias, 6% a galerías filtrantes y 1% restante, a manantiales. (INEGI, 2000).

El agua extraída en la entidad se emplea principalmente en la agricultura, aproximadamente 80%; en segundo lugar, están el uso público, urbano y doméstico, con 15%; 3.5% se utiliza en la industria, y tan solo 1.5% restante se emplea para fines pecuarios. (INEGI, 2000).

### **Zonas de explotación**

En el Estado existen 11 zona principales de explotación de agua subterránea, según el número de aprovechamientos que contienen y las cantidades de agua extraídas: Estas áreas se encuentran incluidas a su vez, dentro de las cinco grandes zonas geohidrológicas establecidas por la Comisión Nacional del Agua (CNA) para el estado de Puebla. (INEGI, 2000).

El valle de Puebla se sitúa en la parte centro oriental del Estado; se extiende entre las elevaciones del Matlalcueye (Malinche) y el Iztaccíhuatl. El valle comprende dos zonas de explotación: la primera de ellas es la zona 21-Atoyac-San Martín Texmelucan, que ocupa casi la totalidad del valle, e incluso se extiende hasta las ciudades de Tlaxcala y Apizaco. La segunda zona de explotación es la 21-Atoyac, que incluye el área conurbada de la ciudad de Puebla y se extiende hacia el oriente hasta la localidad de Amozoc, penetrando aquí en la zona geohidrológica adyacente de Tecamachalco. (INEGI, 2000). Son estas zonas las que dotan de agua al Municipio de Puebla.

## **HIDROGEOLOGÍA**

### **Tipo de Acuífero**

En el Valle de Puebla se puede distinguir verticalmente un sistema de tres acuíferos denominados superior, medio y profundo. El acuífero superior está caracterizado por una buena calidad de sus aguas y el medio por contener aguas sulfurosas, a mayor profundidad geológicamente se define un acuitardo y un tercer acuífero antes del basamento geohidrológico.



El acuífero superior está constituido en la secuencia aluvial y volcánica del Cuaternario, que recibe directamente una recarga subterránea proveniente de las partes altas de la cuenca, donde tiene lugar una importante infiltración del agua de lluvia; esto es, principalmente de la formación Tarango que ocupa las estribaciones de la Malinche y de la Sierra Nevada, originando un flujo subterráneo. Este es el acuífero que tradicionalmente se ha explotado por medio de pozos. Su espesor varía de unos cuantos metros en sus bordes a más de 200 m en su porción central, más o menos correspondiente con el área circundante a la ciudad de Puebla, y con un valor medio de 130 m. Su permeabilidad va de media a alta, funciona como libre y contiene, como ya se dijo, agua de buena calidad. Remontándose a las condiciones originales del acuífero, sus descargas se realizaban en forma natural, tanto en forma subterránea hacia otras zonas topográficamente más bajas situadas al sur, como por el drenado de sus aguas freáticas a través del cauce de los ríos más importantes, el Zahuapan y el Atoyac. (CONAGUA, 2015).

La recarga de este acuífero es subterránea, proveniente desde las áreas de recarga regionales y representadas por los materiales de la Formación Tarango, tanto de La Malinche como de Sierra Nevada, que están en contacto directo con las vulcanitas antiguas en que está constituido dicho acuífero, originando un flujo subterráneo hacia el valle de Puebla, donde finalmente se concentra y manifiesta ligeros síntomas de termalismo. Sus descargas naturales son por medio de manantiales, y por una recarga vertical ascendente a través del acuitardo; las descargas inducidas han sido ocasionales por medio de algunos pozos, la mayoría de los cuales han sido abandonados o cegados por la mala calidad de las aguas alumbradas.

Estos materiales descansan a su vez, sobre otro acuífero constituido por la formación marina plegada del Cretácico superior denominada Mezcala que, por su composición de margas, calizas y lutitas se considera prácticamente impermeable. Bajo este acuífero tienen lugar formaciones marinas del Cretácico Inferior, Tecomasuchil y Atzompa, y el grupo Tecocoyunca, las primeras afectadas por agujeros de disolución que les confieren permeabilidad secundaria, y las restantes afectadas por fracturamiento tectónico con permeabilidad secundaria, las cuales constituyen el acuífero profundo, que a su vez, descansa en formaciones muy antiguas de esquistos epimetamórficos Acatlán y precámbricos catametamórficos de Oaxaca, que representan el basamento geohidrológico regional. Este tercer acuífero no ha sido explorado; infortunadamente se localiza a profundidades muy grandes y por añadidura se infiere también que contenga aguas de mala calidad. (CONAGUA, 2015).

### Comportamiento Hidráulico

Profundidad al nivel estático: Las mayores profundidades se localizan en las estribaciones de la sierra Nevada y en la Malinche, por efecto de la topografía ascendente, siendo del orden de 70 a 150 m respectivamente, así como en el área ubicada al sur de Cholula y Puebla, aunque aquí por efecto de la sobreexplotación de los acuíferos con máximos de 120 m. En contraste la zona entre San Martín Texmelucan y Xoxtla, presentan profundidades del nivel estático de 10 m de profundidad. (CONAGUA, 2015).

### Elevación del nivel estático

Hay dos flujos, uno proveniente de la sierra Nevada y otro de la Malinche los cuales confluyen a la altura de la ciudad de Puebla. La dirección de flujo tiende a seguir la pendiente topográfica. Se observa una tendencia a seguir la dirección NW-SE para el flujo proveniente de la sierra Nevada mientras que el flujo proveniente de la Malinche tiene una dirección predominante NE-SW, la altura promedio del Ne es de ~ 2160 m. (CONAGUA, 2015).

## LA CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

La explotación intensiva de los mantos acuíferos ha provocado descensos importantes en los caudales de ríos y manantiales, afectando humedales y ecosistemas produciendo la degradación de la calidad del agua o intrusión de agua marina en acuíferos costeros. De acuerdo a los datos de CONAGUA, en México se consumen en promedio de 300 a 500 litros de agua al día por persona (CONAGUA, 2016), variando en cada región del país; y la forma en la que se ha dado atención a esta demanda es a través de la extracción de las aguas subterráneas; esto se lleva a cabo tanto para el consumo humano como para los procesos de producción de bienes, servicios y alimentos.

Por ejemplo, en el estudio realizado para el Valle de Puebla en el 2006 (*Study of geothermal water intrusion due to groundwater exploitation in the Puebla Valley aquifer system*, Mexico, Flores-Márquez, et al), se observa que el valle cuenta con depósitos lacustres del plioceno, que están emplazados en la mayor parte de la cuenca y alcanzan un espesor de más de 200 m hacia los límites del norte. Estos sedimentos continentales están compuestos de lutitas, areniscas y calizas continentales, que constituyen una capa impermeable que separa el acuífero superficial de los acuíferos más profundos. En el estudio se puede observar un afloramiento de esta secuencia lacustre en las formaciones de travertino de Puebla, lo cual es evidencia de actividad geotérmica. Esta formación calcárea continental muestra un importante sistema de fractura y una alta porosidad, produciendo una permeabilidad vertical significativa.

En el mismo estudio se observa que la porción norte de la cuenca del Atoyac se ha mantenido casi sin cambios en los últimos 30 años, mientras que la zona sur ha sufrido una caída considerable en el nivel freático. Este patrón probablemente se deba a la mayor cantidad de pozos perforados y a las tasas de extracción intensiva en los pozos ubicados cerca del municipio de Puebla.

Por otra parte, el estudio ubicó que algunos manantiales artesianos naturales (que aquellos que fluyen libremente hacia la superficie), han perdido presión y se han transformado en pozos de bombeo. De igual manera, demuestra que ha habido un incremento en los valores de Sólidos Disueltos Totales (TDS) y que coinciden con las zonas que muestran una reducción máxima en la superficie potenciométrica. El contenido de TDS podría tener varias fuentes: actividad geotérmica, disolución de carbonatos de las rocas calcáreas, fugas de la red de alcantarillado, fertilizantes y otras causas atribuidas a los desagües. Sin embargo, se supone que la mayor parte del contenido de TDS (hasta el 80%) se debe a la intrusión de agua geotérmica y la disolución de carbonatos.

Todas estas condiciones dan una cierta calidad al agua que se extrae, y tienen que ver con los factores naturales que se encuentran en la roca madre y en los procesos geo-hidrológicos de la región.

Históricamente la cuenca del río balsas y en específico la sub-cuenca del alto Atoyac y los ríos que la conforman han sufrido deterioro con motivo de las descargas de aguas residuales provenientes de procesos industriales y asentamientos humanos. Se tiene conocimiento de que la actividad industrial cuenta con los giros de alimentos, textil, química, petroquímica, automotriz, papelera, bebidas, hierro y acero, farmacéutica, curtido de pieles, metalmecánica, siderúrgica y servicios; mientras que la actividad agrícola se caracteriza principalmente por la producción de maíz, hortalizas, alfalfa, forrajes, frijol, entre otros. (Anuario Estadístico de Puebla 2019)

Así pues, en las últimas décadas, la demanda de agua potable (y de otros usos, como recreativo, industrial, etc.) en las grandes ciudades se ha incrementado considerablemente debido, en gran medida, al incremento de la población en estas ciudades.

Adicionalmente, se tiene conocimiento de que en los pasados treinta años la demanda y la contaminación del agua ha ido en aumento, principalmente por el crecimiento de los corredores industriales en los estados de Puebla y Tlaxcala en virtud de las políticas de descentralización industrial y el desarrollo regional del país, así como por el crecimiento poblacional, ligado a un cambio del uso del suelo mal planificado, transformando a la Sub-Cuenca del Alto Atoyac en un sistema hidrológico degenerativo, en el que los ríos se encuentran continuamente expuestos a contaminantes, y el acuífero de donde se extrae el agua para las principales ciudades de

la Zona Metropolitana de Puebla y Tlaxcala (ZMPT), se encuentra en estado de sobre-explotación, comprometiendo la disposición presente y futura del vital líquido.

Como consecuencia y considerando la contaminación del río Atoyac, la CONAGUA se basó en el Artículo 87 de la Ley de Aguas Nacionales para expedir la "Declaratoria de Clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan, y sus afluentes". Para la ejecución de los estudios de calidad del agua que sustentan la publicación, se dividió el río Atoyac en las siguientes seis zonas:

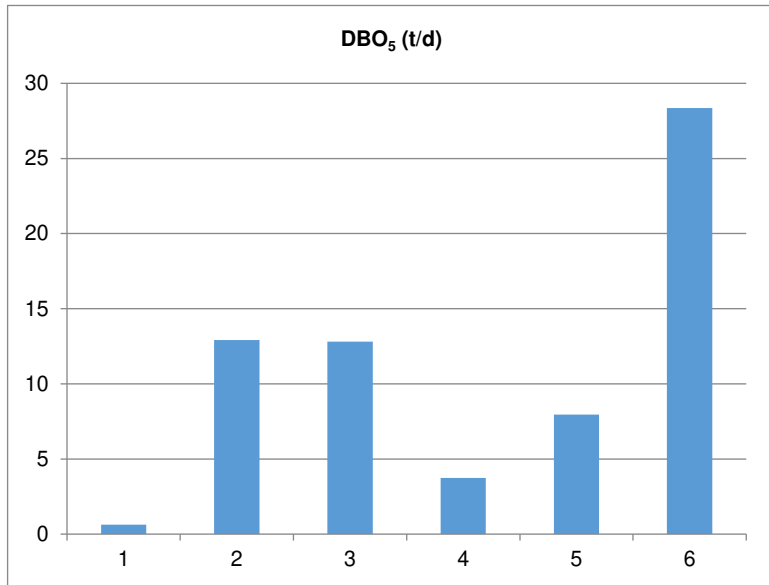
No.	Zona	Delimitación	Características
1	San Matías Tlalancaleca (98° 30' 56.50", 19° 22' 2.1")	1.4 km aguas arriba de la descarga municipal Santa Rita Tlahuapan hasta antes del río Atotonilco.	Longitud de la zona 12.90 km. Recibe 0.63 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 273 l/s.
2	San Martín Texmelucan (98° 27' 30.9", 19° 19' 2.3")	Antes del río Atotonilco hasta antes de la confluencia del río Xochiac.	Longitud de la zona 17.75 km. Confluencia del río Atotonilco y Barranca Cruztitla por la margen izquierda y de los ríos Chiquito y Cotzala por la margen derecha. Recibe las aguas residuales de San Martín Texmelucan y el Colector Industrial Quetzalcoatl. Recibe 12.91 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 704 l/s.
3	Nativitas (98° 21' 35.9", 19° 14' 25.3")	Antes de la confluencia del río Xochiac hasta la estación hidrométrica San Jacinto, antes de la confluencia del río Zahuapan.	Longitud de la zona 16.73 km. Confluencia por la margen derecha de los ríos Xochiac, Xopanac y Tlapalac. Recibe las aguas residuales del Colector Industrial El Carmen. Recibe 12.81 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 1,872 l/s.
4	San Jacinto (98° 14' 30.48", 19° 9' 27.66")	Desde la estación hidrométrica San Jacinto antes de la confluencia del río Zahuapan hasta 1.70 km después de la barranca Atlapitz.	Longitud de la zona 5.51 km. Confluencia del río Zahuapan y de las Barrancas Tenexac y Atlapitz por la margen izquierda. Recibe las aguas residuales del Colector Panzacola. Recibe 3.74 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 2,208 l/s.

5	Cuatlancingo (98° 13' 47.4", 19° 7' 34.2")	1.70 km después de la barranca Atlapitz hasta Puente México.	Longitud de la zona 8.21 km. Recibe las aguas residuales de la planta de tratamiento Barranca del Conde de la ciudad de Puebla que incluye los colectores 5 de Mayo y del Parque Industrial Camino a San Lorenzo. Recibe 7.95 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 2,985 l/s.
6	Puebla (98° 10' 4.92", 18° 10' 4.92")	Desde Puente México hasta la presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo).	Longitud de la zona 23.87 km. Confluencia del arroyo Atenco por la margen derecha y del río San Francisco por la margen izquierda. Recibe las aguas residuales de las plantas de tratamiento San Francisco y Atoyac Sur de la ciudad de Puebla. Incluye las aguas residuales del Parque Industrial Cuatlancingo. Recibe 28.36 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno. Caudal de 3,883 l/s.

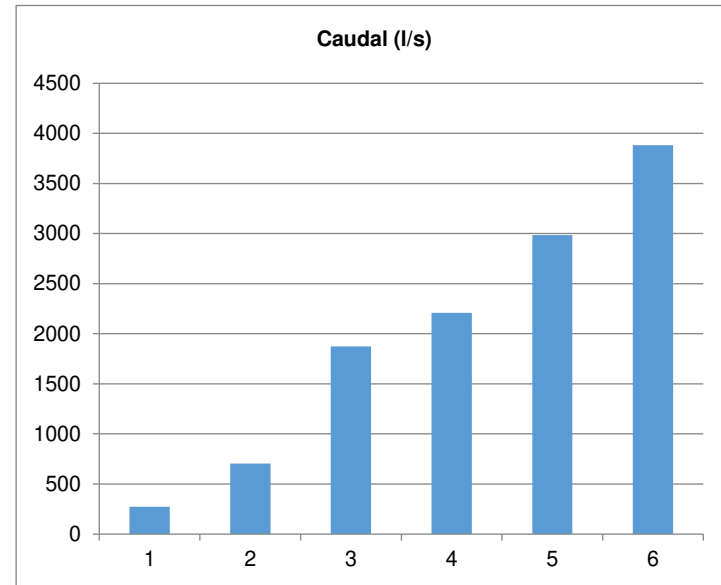
Con los datos publicados en la **Declaratoria** se elaboraron las siguientes gráficas, donde se observa que el caudal del río se incrementa constantemente durante el recorrido del río, mientras que las descargas de contaminantes (medida como DBO5) son heterogéneas. Esto explica, por qué los tramos 3, 4 y 5 presentan una menor concentración de contaminantes y mayor capacidad de asimilación y dilución.

Para el cumplimiento de la calidad del agua en las descargas municipales, la Declaratoria estableció dos plazos el primero hasta 2012 y el segundo hasta el 1 de enero de 2030, mientras que para las descargas de origen no municipal se estableció el plazo último al 1 de enero de 2025.

Gráfica 4 Descargas de contaminantes por Zona de la Declaratoria Gráfica 5 Caudales por Zona de la Declaratoria

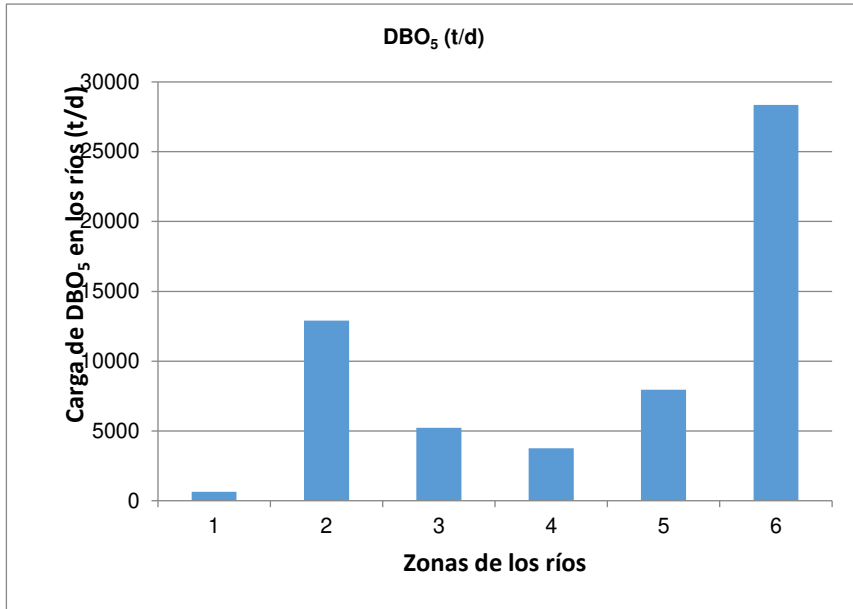


Fuente: Elaboración propia con información de la Declaratoria



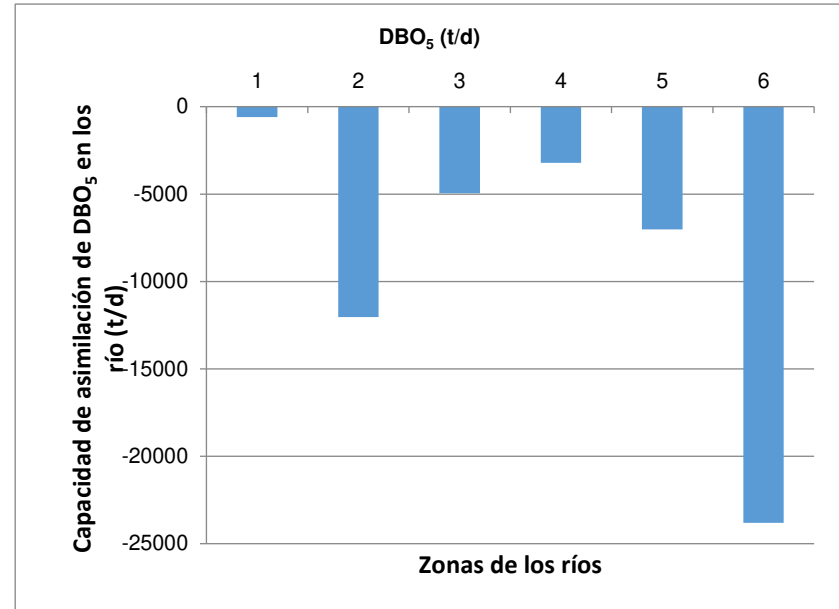
Fuente: Elaboración propia con información de la Declaratoria

Gráfica 6 Carga actual de contaminantes por Zona de la Declaratoria



Fuente: Elaboración propia con datos de Declaratoria

Gráfica 7 Capacidad de asimilación o dilución por Zona de la Declaratoria



Fuente: Elaboración propia con datos de Declaratoria

Adicionalmente, la disponibilidad del agua subterránea se ha visto afectada no solamente por la demanda creciente, sino porque el flujo de agua al acuífero se ha visto disminuido por la pérdida de la zona de recarga debido a la destrucción de los bosques, y al cambio de uso de suelo. Tan solo en el período 1979-2014 se produjo una reducción de aproximadamente el 74% de la zona forestal en la Sub-Cuenca, y un aumento de más del 500% de la zona urbana (Muñoz Máximo I, 2015), culminando con la perforación de nuevos pozos, el continuo abatimiento de la superficie piezométrica del sistema acuífero, la pérdida de zonas de recarga efectiva y la contaminación progresiva de nuestros cuerpos de agua superficial.

Pero toda esta dinámica socioeconómica no solamente ha afectado la disponibilidad del agua, sino que, al igual que los factores geohidrológicos mencionados inicialmente, afecta a la calidad del agua; Históricamente sabemos que desde la revolución industrial, las actividades humanas han afectado directamente al medio ambiente causando cambios en él. La alta demanda que genera el incremento en la densidad demográfica sobre los recursos hídricos y la contaminación, en las últimas décadas, ha generado un nuevo concepto de **Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH)**. (Higa Eda y Weigi Chen 2010).

El Global Water Partnership (GWP, 2000) definió a la GIRH como un proceso que promueve la coordinación del desarrollo y gestión integrada del agua, tierra y recursos de tal forma que se maximice los resultados económicos y sociales beneficiando de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas, ésta es la definición más citada (Biswas, 2004). Con esto en mente la GIRH se podría interpretar como un acercamiento al desarrollo y gestión del agua en la cual se deben enfocar esfuerzos a buscar un equilibrio entre las tres dimensiones del desarrollo sostenible: eficiencia económica, equidad social y ambiente sustentable.

Es claro que la **GIRH** debe considerar que las políticas consideren un enfoque integral y coordinado de cada una de las unidades administrativas, así como de los sectores e instituciones públicas y privadas, así como promover y fomentar que se involucren usuarios y habitantes para fortalecer y generar una gobernanza del agua (Dungumaro y Madulu, 2003).

Como se ha vislumbrado, la problemática va más allá de una simple cuestión de contaminación que se pueda resolver mediante la aplicación de medidas tecnológica o de ingeniería, la problemática del Atoyac tiene diversos enfoques:

- No se cuenta con información actualizada sobre la situación del recurso hídrico (balance superficial y subterráneo), infraestructura para una correcta gestión del ciclo hídrico, la eficiencia de la gestión y la condición de seguridad hídrica en la Sub-Cuenca del Alto Atoyac.
- La inexistencia de criterios para la definición de índices e indicadores, así como de delimitación territorial y geográfica para dar seguimiento a la gestión del recurso y la seguridad hídrica.
- Existe una falta de vinculación de los intereses económicos de personas y empresas con la protección del recurso hídrico
- La insuficiencia de instrumentos y capacidades de vigilancia y control sobre los materiales que se vierten en la Sub-Cuenca
- La falta de interés de la población en general, sobre los niveles de contaminación del recurso hídrico.



- Tal situación pone en alto riesgo la salud de miles de habitantes e inhibe diversas actividades real o potencialmente redituables.

Para comprender el grave problema al que se enfrenta la población, se debe entender primero qué caracteriza al agua en malas condiciones. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) lo explica:

La presencia de componentes químicos o de otra naturaleza en una densidad superior a la situación natural. Es decir, la existencia de sustancias como los microbios, los metales pesados o los sedimentos, degradan la calidad del agua.

Para garantizar la inocuidad del agua y proteger la salud, se debe tener a consideración los siguientes conceptos.

- **Calidad microbiológica.** Para verificarla se realizarán análisis microbiológicos (estudio de microorganismos indicadores de polución fecal, como sería la existencia de Escherichia coli o el diagnóstico de densidad de patógenos).
- **Calidad química.** Para comprobarla se efectuarán análisis para vigilar la presencia de aditivos, los elementos procedentes principalmente de los componentes y productos químicos empleados en la obtención y distribución del agua.

En la actualidad, cerca de 5 millones de personas en el mundo mueren por beber agua contaminada, una situación que se agudiza especialmente en aquellos contextos de exclusión social, pobreza y marginamiento; y las principales causas que han provocado la contaminación del agua son:

**a) Desechos industriales**

La industria es uno de los principales factores que provocan la contaminación del agua. Desafortunadamente, miles de empresas desconocen el grado de contaminación que aportan los materiales utilizados en su proceso y por lo tanto vierten cantidades de productos contaminantes derivados de sus procesos industriales. Los ríos y los canales son los más afectados por estas malas prácticas.

**b) Aumento de las temperaturas**

Aunque no lo parezca, el calentamiento global también influye en la contaminación del agua. ¿Cómo es posible? La explicación es sencilla: cuando un ecosistema sufre temperaturas por encima de las habituales, las fuentes de agua disminuyen su cantidad de oxígeno, lo cual hace que el agua altere su composición.

**c) Uso de pesticidas en la agricultura**

La gran mayoría de los procesos agrícolas de nuestro tiempo emplean fertilizantes y productos químicos para el cultivo y la producción de los alimentos. Pues bien, estos productos se filtran a través de canales subterráneos que, en la mayoría de los casos, acaban en las redes de agua que se utiliza para nuestro consumo. Esta agua difícilmente será tratada para que vuelva a los canales aptos para el consumo.

**d) Deforestación**

La excesiva tala de árboles contribuye a que los ríos, los lagos y otras fuentes hídricas se sequen. Además de esto, la tala de bosques no en todos los casos incluye la retirada de las raíces de los árboles que están en las orillas de los ríos, lo cual provoca la aparición de sedimentos y bacterias bajo el suelo y la consiguiente contaminación de este preciado recurso.

**e) Derrames de petróleo**

Finalmente, no se puede olvidar una práctica que tradicionalmente ha provocado la contaminación de aguas en diversos puntos del planeta: los vertidos de crudo y sus derivados. Dichos vertidos se deben al transporte deficiente del petróleo y a la filtración de productos como la gasolina, que generalmente es almacenada en tanques bajo tierra; en muchos casos, los tanques tienen fugas y la sustancia se filtra a los cuerpos que están a su alrededor, entre ellos las fuentes de agua aptas para el consumo humano.

## ANÁLISIS DE LA DECLARATORIA DE CLASIFICACIÓN

A partir de la Declaratoria de Clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan, y sus afluentes, para su aplicación y el cumplimiento de los plazos establecidos se requiere una fuerte inversión en infraestructura de saneamiento, misma que se plantea a través del siguiente ejercicio:

La planta de tratamiento de Barranca del Conde actualmente descarga 350 l/s de agua tratada con una concentración de DBO<sub>5</sub> de 498 mg/l. El influente de la planta es de 682 mg/l. Entonces la Eficiencia de remoción es:

$$\text{Eficiencia de remoción} = 100\% - \frac{\text{Concentración en el efluente}}{\text{Concentración en el influente}} = 100\% - \frac{498}{682} = 27\%$$

A continuación, se presentan los mismos datos para las plantas de tratamiento de Barranca del Conde, San Francisco y Atoyac Sur.

Tabla 6 Condiciones actuales de operación de tres plantas de tratamiento

PTAR	Caudal real (l/s)	Influyente (mg/l)	Efluente (mg/l)	Eficiencia de remoción %
Barranca del Conde	350	682	498	27%
San Francisco	750	124	62	50%
Atoyac Sur	400	490	329	33%

Fuente: elaboración propia con información de UNAM, 2014.

La Declaratoria establece los límites máximos de descarga en términos de carga de contaminantes, es decir, kilogramos por día. Para la zona 4 del río Atoyac, donde se ubica la planta de tratamiento de Barranca del Conde, la carga de contaminantes se fijó en 535 kg/d.

Como ya se mencionó, el caudal de la descarga es:

$$\text{Caudal} = 350 \text{ l/s} = 30240000 \text{ l/d}$$

Entonces, la concentración de  $\text{DBO}_5$  en el efluente se puede calcular de la siguiente forma:

$$\text{Concentración (mg/l)} = \text{Factor de conversión} \frac{\text{Carga de contaminantes}}{\text{Caudal}} = 1000000 \frac{535}{30240000} = 17.69 \text{ mg/l}$$

Es decir, para que la planta de tratamiento de Barranca del Conde cumpla con las condiciones particulares de descarga de la Declaratoria deberá descargar 17.69 mg/l de  $\text{DBO}_5$ . La eficiencia de remoción de la planta será:

$$\text{Eficiencia de remoción} = 100\% - \frac{\text{Concentración en el efluente}}{\text{Concentración en el influente}} = 100\% - \frac{17.69}{682} = 97\%$$

La siguiente tabla expone los resultados para las tres plantas de tratamiento ya mencionadas.

Tabla 7 Condiciones de operación exigidas por la Declaratoria para las tres plantas de tratamiento

PTAR	Caudal real (l/d)	Efluente (kg/d)	Efluente (mg/l)	Eficiencia de remoción %
Barranca del Conde	30240000	535	17.69	97%
San Francisco	64800000	933	14.40	88%
Atoyac Sur	34560000	4559	131.92	73%

Fuente: Elaboración propia con información de Declaratoria (CONAGUA, 2011)

Siguiendo con el ejemplo de la planta de Barranca del Conde, la eficiencia de tratamiento deberá pasar de 27% a 97%, un 70% de incremento.

#### RECOMENDACIONES DE PROFEPA Y CONAGUA

Se sabe que el río Atoyac es uno de los ríos más contaminados de México, y derivado del deterioro que presenta, el Tribunal Latinoamericano del Agua en marzo de 2006, califica la contaminación de la Sub-Cuenca del Río Atoyac como "...un grave desastre ambiental y social." Y obviamente esto tiene repercusiones en la salud de los habitantes.

Reconociendo esta situación, en 2009, la Cámara de Diputados exhortó a SEMARNAT y a CONAGUA, sanear la Sub-Cuenca del Atoyac y añadir criterios a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. La PROFEPA, por su parte llevó a cabo auditorías a las empresas de la zona, y SEMARNAT (en julio de 2011) publicó la "Declaratoria de clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan, y sus afluentes", que define metas de calidad en tres etapas cuya fecha de conclusión es el 2030. La declaración incluye límites para químicos no incluidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

El 29 de enero de 2015, Dentro del expediente PFFA/5/2C.5-00001-15 la PROFEPA emitió una recomendación al Gobierno Municipal de Puebla, con respecto al río Atoyac que contiene 9 puntos. Todos ellos encaminados al rescate y saneamiento de este cuerpo superficial.

Así pues, una serie de decisiones a lo largo de décadas han dado como resultado una excesiva carga contaminante en el Río Atoyac, que finalmente derivó, el 21 de marzo de 2017, en la Recomendación No. 10/2017 de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos “Sobre la violación a los derechos humanos a un medio ambiente sano, saneamiento del agua y acceso a la información, en relación con la contaminación de los ríos Atoyac, Xochiac y sus afluentes; en agravio de quienes habitan y transitan en los municipios de San Martín Texmelucan y Huejotzingo, en el estado de Puebla; y en los municipios de Tepetitla de Lardizábal, Nativitas e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, en el estado de Tlaxcala.

Esta recomendación fue dirigida a autoridades de los tres niveles de gobierno —SEMARNAT, CONAGUA, PROFEPA Y COFEPRIS en el ámbito federal; los gobiernos de Puebla y Tlaxcala en el ámbito estatal, y las presidencias municipales de San Martín Texmelucan y Huejotzingo, en Puebla y de Ixtacuixtla, Tepetitla y Nativitas, en Tlaxcala—, y en ella se les conmina a formar un grupo interinstitucional con participación de la sociedad civil que esté encargado de formular un Plan Integral de Restauración Ecológica o Saneamiento de la Sub-Cuenca del Alto Atoyac que incluya un Plan de Salud para atender la crisis sanitaria que enfrentan todas comunidades de la Sub-Cuenca, desde hace más de 25 años.

Además, esta recomendación es la respuesta de la CNDH a una queja interpuesta seis años antes por un grupo de pobladores de varias comunidades de los municipios señalados en la recomendación, agrupados en la Coordinadora por un Atoyac con Vida, quienes han denunciado —por más de 20 años— los impactos catastróficos de la contaminación de la sub-cuenca del alto atoyac en la vida comunitaria, la cultura, la economía, el ambiente y, principalmente, en la salud de los habitantes de la sub-cuenca, ante autoridades federales, estatales y municipales.

Debido al uso de agua superficial perteneciente a los tres ríos principales (Atoyac, Zahuapan, y Alseseca) y de la presa Valsequillo pertenecientes a la Sub-Cuenca del Alto Atoyac (CAA) en actividades agrícolas y a su cercanía con quienes habitan la Sub-Cuenca, se han reportado casos de diversas enfermedades a través de la Sub-Cuenca por Green Peace (2014) en un estudio denominado “Ríos Tóxicos: Lerma y Atoyac” y por la CNDH (2017) “Recomendación No. 10/2017”. Así mismo, la actividad industrial ha generado numerosos compuestos tóxicos, los cuales han sido asociados con efectos adversos para la salud humana que incluyen profundas transformaciones celulares relacionadas no solo con citotoxicidad, sino también con daños cromosómicos, cáncer y anomalías en la reproducción (Valencia-Quintana et al. 2009). Por lo anterior, se hace necesario estudiar a profundidad los posibles daños genotóxicos en la salud humana en la sub-cuenca del alto Atoyac.

Anualmente el H. Ayuntamiento de Puebla, ha entregado reportes detallados a la Delegación Estatal de la PROFEPA en Puebla, así como a las oficinas centrales de la PROFEPA, desde el año 2015 hasta la fecha.

## COSTOS SOCIALES DE LA CONTAMINACIÓN

Definitivamente existen costos sociales que se traducen en económicas, revisando la literatura, se estimó en 2005 que estos costos alcanzarían los quinientos millones de pesos (\$483,361,423 pesos que traídos a valor presentes (2019) estos costos rebasan los seiscientos treinta millones de pesos (\$637,785,132.00); valor que evaluado económicamente los costos sociales podrían pagar sin problema alguno las inversiones necesarias para iniciar un programa de saneamiento de dichos cuerpos de agua.

Es importante señalar los resultados de la nota técnica de "Evaluación socioeconómica de daños ambientales por contaminación del río Atoyac en México", como se ha mencionado anteriormente los efectos del daño ecológico son numerosos, siendo principalmente:

- Afectación de las áreas aledañas agrícolas y de pastoreo
- Reducción de la producción turística
- Favorece y atrae el crecimiento de la industria al tolerar las descargas de aguas residuales sin tratamiento
- Daño importante en la salud de la población al verse obligada a convivir con aguas negras.
- Destrucción del paisaje
- Modificación de los ecosistemas y la biodiversidad

Tabla 8. Matriz causa efecto para el caso de contaminación del Río Atoyac.

Matriz causa-efecto			Modificación del régimen			Procesos		Situación y tratamiento de residuos				
Categoría	Componente ambiental	Parámetros	Actividades antrópicas	Modificación de la flora y fauna endémica	Modificación del hábitat silvestre	Reducción de la cobertura vegetal del suelo	Industria química y petroquímica	Industria manufacturera	Eliminación y disposición de basura	Uso de agua no tratada para actividades productivas	Descarga de efluentes municipales e industriales a cuerpos de agua	Tratamiento y disposición de agua residuales
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	
A. medio físico-químico	Tierra, agua, aire	Calidad del suelo	a	0	0	-36	-18	-24	-36	-12	0	0
		Calidad del agua	d	0	0	-6	-72	-63	-72	0	-54	1
		Calidad del aire	e	0	0	0	-35	-25	-18	0	-40	0
B. medio biótico	Flora y fauna	Pérdida de la biodiversidad	f	-42	-56	-49	0	0	-20	0	-40	0
		Pérdida de ecosistemas	g	-42	-56	-49	0	0	-20	0	-40	0
C. medio socioeconómico	Económicos	Agricultura	h	0	0	0	0	0	0	-72	0	1
		Ganadería	i	0	0	-24	0	0	0	-42	-25	0
		Pesca	j	-20	0	0	0	0	0	0	-48	1
		Turismo	k	-15	-30	-20	0	0	-24	0	-54	1
		Industria	l	0	0	0	42	42	0	0	20	9
	Sociales	Recreación	m	-20	-25	-20	0	0	-25	0	-36	1
		Salud	n	0	0	0	-48	-49	-42	-72	-63	1
		Ingresos	o	-15	-30	-9	-24	18	-48	-72	-63	1
		Movilidad de población (migración)	p	-9	-20	-9	-24	-20	0	-30	-48	0



Fuente: Evaluación socioeconómica de daños ambientales por la contaminación del Río Atoyac, Rodríguez-Tapia L., Morales\_Novelo J y Zavala-Cargas P. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2012<sup>1</sup>

Los elevados índices de contaminación que se enfrentan en el Municipio de Puebla, son el resultado de varios factores, entre ellos se pueden mencionar la falta de aplicación de la normatividad en materia de descargas de aguas residuales, así como la falta de reglamentación en la materia; esta situación es aprovechada por las empresas, que abaratan los costos de producción y de saneamiento.

El deterioro medioambiental ha llegado a niveles tan graves que afecta a las personas a nivel celular y genético, y es una preocupación, no solamente de los gobiernos, también de la sociedad y los empresarios.

La valoración económica de los impactos ambientales y sociales de la contaminación, es un producto clave para un análisis costo beneficio, en el cual las empresas deben considerar mejoras en los procesos que causen un impacto ambiental positivo, así el agente contaminante se internaliza y se incorpora a los costos del proceso, con lo cual se podrían reducir los efectos negativos de las actividades, a través de la búsqueda de niveles eficientes de producción con costos competitivos.

---

<sup>1</sup> Las calificaciones que aparecen en cada celda se identifican con negativo o positivo (sin signo) para indicar el carácter benéfico o dañino sobre los parámetros señalados. Se aplica 0 (cero) para indicar un efecto neutro. Las cifras representan el carácter, magnitud e importancia de la acción humana sobre cada uno de los componentes ambientales.

Según los autores la elevada contaminación que enfrenta el río se explica porque la autoridad responsable de aplicar la normatividad vigente para las descargas de aguas residuales no aplica su reglamentación. Siendo uno de los principales objetivos del estudio presente en donde nuevamente es imperante hacer las modificaciones pertinentes a los marcos normativos e implementar un programa de control de descargas de las industriales y del comercio (con proceso) en las Juntas Auxiliares donde se aprecia mayor irregularidad por la falta de permisos de descarga emitidos por el Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla (SOAPAP).

## SITUACIÓN DEL SUBSECTOR AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN EL MUNICIPIO DE PUEBLA

### FUENTES DE ABASTECIMIENTO

El drástico cambio en el uso del suelo ha afectado a la vegetación, tanto a bosques y pastizales como a la vegetación de galería de las riberas de los ríos y demás cuerpos de agua municipales.

Según estimaciones de SOAPAP y CONAGUA, en el Municipio de Puebla existen alrededor de 400 pozos, de los cuales 197 están regularizados o en proceso de regularización por parte del SOAPAP. No obstante, la mayoría opera de manera irregular sin permiso de CONAGUA. Algunos son explotados por fábricas o particulares de manera clandestina o semi clandestina; en otros casos por el suministro de agua en vehículos pipa que carecen de autorización para extraer agua con fines de consumo humano y el resto por 32 Comités de Agua Ciudadanos.

De acuerdo con la Dirección local de CONAGUA en Puebla, los Comités de Agua en la zona metropolitana de la ciudad de Puebla explotan más de una treintena de pozos de manera irregular, y los Comités de Agua que operan al margen de la normatividad, se ubican principalmente en las Juntas Auxiliares de San Jerónimo Caleras, San Pablo Xochimehuacan, La Resurrección y San Aparicio (e-consulta 2017b). Llama la atención que Xochimehuacan y La Resurrección se encuentran en segundo y tercer lugar de las Juntas Auxiliares con mayor número de viviendas sin agua.

De acuerdo con el Plan Nacional Hídrico 2014-2018, la problemática identificada se concentra en tres aspectos: sobreexplotación, sobre-concesión y contaminación de los recursos hídricos. Existen aprovechamientos que carecen de títulos de concesión o asignación, la medición del agua extraída y la verificación de los aprovechamientos y descargas son bajas e insuficientes.

En las zonas de libre alumbramiento no se tiene control de los aprovechamientos; además de que prevalece un incremento de obras que invaden zonas y cauces federales que generan riesgos a la sociedad.

Por otro lado, existen títulos vencidos, situación provocada por la ausencia de interés o desconocimiento del usuario para tramitar la prórroga correspondiente. No obstante que la Ley de Aguas Nacionales (LAN) permite la transmisión de títulos, ésta debe ser una figura regulada con miras a desincentivar el mercado informal, la especulación y el acaparamiento del recurso.

En el Estado de Puebla la principal fuente de abastecimiento han sido los manantiales, durante el año 2014 fueron 3,003 manantiales, en el año 2015 fueron 2,934 manantiales y para el año 2016 fueron 2,578 manantiales.

Sin embargo, durante esos mismos años el abastecimiento de agua por medio de pozo profundo se ha incrementado; año 2014 fueron 866 pozos, año 2015 fueron 889 pozos, año 2016 fueron 1,750 pozos. Para el Municipio de Puebla 142 pozos en el año 2014; 142 pozos en el año 2015; 165 pozos en el año 2016. (Anuario Estadístico 2017)

En el artículo Transitorio Décimo Tercero del Decreto del H. Congreso del Estado por el que expide la Ley del Agua para el Estado de Puebla, publicado en el Periódico Oficial del Estado el día 31 de diciembre de 2012, a la letra dice:

*“Los Ayuntamientos, con la intervención que corresponda a los órganos internos del control, asumirán, en un plazo no mayor a ciento ochenta días naturales contados a partir de la entrada en vigor de esta Ley, directa o indirectamente, las funciones que venían realizando las Juntas de Administración y de Patronatos Pro-Introducción de Agua Potable y Alcantarillado creados en los términos de la Ley que se abroga. Para tales efectos, los responsables de dichas juntas y patronatos deberán hacer entrega de toda la documentación, bienes, derechos y recursos a la instancia que determine el Ayuntamiento de la circunscripción territorial que corresponda”.*

Situación que no se ha cumplido en su totalidad, toda vez que al SOAPAP no le fueron entregadas de manera oficial para su administración y operación, aquellas instalaciones, equipos y recursos que se utilizaban en ese entonces, para prestar el servicio de agua en las Juntas Auxiliares, derivado de que históricamente en dichas poblaciones, el servicio de agua ha sido suministrado por grupos sociales creados para tal fin, de acuerdo a sus propios usos y costumbres, sin que a la fecha estén regulados por las autoridades competentes, bajo el pretexto de querer evitar un conflicto social, toda vez que se presume que las poblaciones defienden el agua que se extrae en su territorio por temor a que se agote el recurso o se aproveche en beneficio de otros centros de población.

En lo que se refiere a las aguas subterráneas, que es el agua situada por debajo de la superficie del suelo en los espacios porosos del suelo y en las fracturas de las formaciones rocosas. Una unidad de roca o un depósito no consolidado se denomina Acuífero cuando se puede producir una cantidad de agua utilizable y el país está dividido en 653 acuíferos.

La denominación de los acuíferos se publicó en el (DOF) el 5 de diciembre de 2001. En el periodo 2003-2009 se publicaron sus delimitaciones, mientras que la publicación de las disponibilidades y sus actualizaciones se han llevado a cabo desde el 2003 a la fecha.

La profundidad a la que los espacios de los poros del suelo o las fracturas y los vacíos en la roca a ser completamente saturados de agua se llaman Capa freática. El agua subterránea es recargada y eventualmente fluye hacia la superficie natural, la descarga natural a menudo se filtra, y se pueden formar los oasis o los humedales. Las aguas subterráneas también son a menudo extraídas para usos agrícolas, municipales e industriales mediante la construcción y operación de pozos de extracción.

El Municipio de Puebla tiene títulos de concesión para explotar aguas subterráneas, estas se encuentran ubicadas en algunas Juntas Auxiliares, pero se presume que estos aprovechamientos se encuentran operados por particulares, denominados Comités de Agua, sin embargo, estos derechos son erogados por el Municipio.

Estos títulos de concesión se encuentran la mayoría vencidos y solo algunos vigentes, como se puede ver en la información de la siguiente tabla, la cual fue elaborada a partir de la información de CONAGUA, del Registro Público de Derechos de Agua:

**Tabla 9.** Títulos de concesión para explotación de aguas subterráneas en Juntas Auxiliares.

NO	TÍTULO	CONCESIONARIA	PREDIO	LOCALIDAD	VOLUMEN M3/ANUALES	GASTO L/S	VIGENCIA
1	04PUE108676/18HSGE99	Municipio de Puebla	El capulin	San Pedro Zacachimalpa	11,826.00	1	10 de marzo de 2019
2	04PUE108676/18HSGE99	Municipio de Puebla	el Porvenir	San Pedro Zacachimalpa	54,531.00	5	10 de marzo de 2019
3	04PUE108676/18HSGE99	Municipio de Puebla	La Amapola	San Pedro Zacachimalpa	15,768.00	1	10 de marzo de 2019

NO	TÍTULO	CONCESIONARIA	PREDIO	LOCALIDAD	VOLUMEN M3/ANUA LES	GAST O L/S	VIGENCIA
4	04PUE108676/18HSGE99	Municipio de Puebla	Predio Fracciones V y VII	San Pedro Zacachimalpa	21,024.00	2	10 de marzo de 2019
5	04PUE108676/18HSGE99	Municipio de Puebla	Predio Fracciones I, III, IV	San Pedro Zacachimalpa	14,782.00	1.5	10 de marzo de 2019
6	04PUE105300/18HMDL10	Municipio de Puebla	Los Reyes	San Francisco Totimehuacan	27,050.00	2.29	4 de marzo de 2018
7	04PUE109184/18HMGE00	H. Ayuntamiento Municipal de Puebla	Topoya	San Felipe Hueyotlipan	181,770.00	12	13 de septiembre 2010
8	04PUE109184/18HMGE01	H. Ayuntamiento Municipal de Puebla	Chamizal #5	San Felipe Hueyotlipan	181,770.00	12	13 de septiembre 2010
9	04PUE109184/18HMGE02	H. Ayuntamiento Municipal de Puebla	Chamizal #1	San Felipe Hueyotlipan	181,770.00	12	13 de septiembre 2010
10	04PUE108024/18HMGE98	H. Ayuntamiento Municipal de Puebla	#3	San Felipe Hueyotlipan	181,770.00	12	25 de noviembre de 2018
11	04PUE108024/18HMGE99	H. Ayuntamiento Municipal de Puebla	#4	San Felipe Hueyotlipan	181,770.00		
12	5PUE102655/18HMGE96	H. Ayuntamiento Municipal de Puebla	Pozo Chapultepec	Puebla Colonia Chapultepec	1,896,216.00	6	12 de agosto de 2002
13	04PUE115747/18HGDA11	Municipio de Puebla	Heróica Puebla de Zaragoza	Heróica Puebla de Zaragoza	16,411,667.07	630	5 de octubre de 2041
14	04PUE105871/18HMGE98	H. Ayuntamiento Municipal de Puebla	Pozo San Mateo	Inspección San Miguel Espejo	52,560.00	2	9 de Junio de 2048

NO	TÍTULO	CONCESIONARIA	PREDIO	LOCALIDAD	VOLUMEN M3/ANUALES	GASTO L/S	VIGENCIA
15	04PUE105758/18HMDL09	Municipio de Puebla	Pozo Innominado	Santa María Xonacatepec	74,898.00	4	24 de Mayo de 2018
16	04PUE107495/18HMDL10	Municipio de Puebla	Pozo 2	San Sebastián Aparicio	283,824.00	12	1/2 de octubre de 2018
17	04PUE107495/18HMDL10	Municipio de Puebla	Pozo No. 3 "CUACHINTITLA"	San Sebastián Aparicio	378,432.00	16	1/2 de octubre de 2018
18	04PUE107495/18HMDL10	Municipio de Puebla	Pozo No.1	San Sebastián Aparicio	345,144.00	16	1/2 de octubre de 2018
19	04PUE107495/18HMDL10	Municipio de Puebla	Pozo 4	San Sebastián Aparicio	520,344.00	22	1/2 de octubre de 2018
20	04PUE111924/18HMGE01	H.Ayuntamiento Municipal de Puebla	Pozo Poza Rica	San Andrés Azumiatla	350,000.00	22	21 de junio de 2021
21	04PUE105069/18HMGE97	Municipio de Puebla	Pozo Santo Tomas Chautla	Santo Tomás Chautla	189,216.00	6	16 de diciembre de 2017
22	04PUE105841/18HMOGE98	H.Ayuntamiento Municipal de Puebla	MANANTIAL EL MORAL	San Baltazar Tetela	34,690.00	1.10	4 de junio de 2048
23	04PUE105841/18HMOGE99	H.Ayuntamiento Municipal de Puebla	MANANTIAL EL Chorro	San Baltazar Tetela	74,230.00	2.23	4 de junio de 2048

Es importante señalar que la concesión para esta explotación concede derechos y obligaciones establecidos en el Capítulo III de la Ley de Aguas Nacionales, entre los derechos considera principalmente:

## INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO

Las plantas de tratamiento del Municipio de Puebla que se encuentran dentro de la cuenca del río Atoyac son las siguientes:

Plantas operadas por SOAPAP:

1. Barranca del Conde, que descarga al río Atoyac.
2. San Francisco, que descarga al río Atoyac.
3. Atoyac Sur, que descarga al río Atoyac.

Plantas operadas por un Organismo Público Descentralizado:

4. Rastro municipal, que descarga a la red de alcantarillado de Barranca del Conde.

Plantas operadas por el H. Ayuntamiento:

5. Planta de tratamiento de la Central de Abasto, Centro de Investigación y Saneamiento del río Atoyac (CISA).

El mismo SOAPAP (2017) proporcionó información sobre los trenes de tratamiento de las plantas:

*“Tratamiento Primario Avanzado, consiste en el retiro de basuras, separación de sólidos en suspensión y desinfección; el esquema está integrado por las etapas siguientes:*

*Primera etapa. Pretratamiento, se tiene un proceso unitario de cribado grueso, un cribado fino y un desarenador que separa las basuras y arenas del agua residual, con tanques separadores de grasas; el efluente producido en esta etapa es enviado a la segunda etapa.*

*Segunda etapa. Tratamiento químico, constituido por módulos conocidos como Densadegs, que son unidades que realizan el proceso de clarifloculación (Coagulación-Floculación); estos módulos requieren cloruro férrico ( $\text{FeCl}_2$ ) como coagulante primario y de un polímero (aniónico) como ayuda de coagulación. En esta misma unidad se encuentra inmerso un sedimentador que está provisto de placas inclinadas para acelerar la velocidad de sedimentación del lodo químico; el proceso está basado en el principio de decantación laminar.*

*Tratamiento de lodos. - Las plantas de Atoyac Sur y Alseseca Sur, cuentan con unidades de digestión anaerobia de lodos, en donde se procesan los lodos generados en las Plantas de Tratamiento, cuya eficiencia de remoción de sólidos volátiles, es del 40%, y posteriormente son almacenados en tanques de almacenamiento de lodos digeridos, para su deshidratación en filtros prensa tipo banda y por último para su disposición final en terrenos de cultivo.”*

De estos datos se deduce que para el diseño de las plantas se consideró un influente proveniente de unidades habitacionales o pequeños comercios, sin considerar las concentraciones de contaminantes que se encuentran en las descargas industriales. La realidad en la operación de las plantas es que no se cumple con estas condiciones del influente, lo que puede explicar, en parte, la mala calidad del agua de sus descargas.

De acuerdo con CONAGUA, en el Municipio de Puebla se encuentran tres plantas potabilizadoras (PP): Quetzalcóatl, San Felipe y Viveros Santa Cruz pues, con una capacidad total de potabilizar 615 litros de agua por segundo. No obstante, al año 2016 en conjunto sólo procesaban 324 litros por segundo, poco más de la mitad de su capacidad (CONAGUA 2015b; David, Sh. 2016).

El indicador del volumen de agua residual tratada (vol. anual de agua residual tratado (m<sup>3</sup>) /vol. anual de agua potable (m<sup>3</sup>) x 100) se calculó con 53.4% para el 2015. No obstante, la evaluación del tratamiento debe incluir las capacidades instaladas de las PTAR, el caudal real tratado y las eficiencias de remoción de los contaminantes (GIZ 2017b).

Como se destacó en GIZ (2017b), el tratamiento de las aguas residuales en el municipio de Puebla muestra graves deficiencias, que hasta la fecha siguen siendo uno de los retos más importantes para lograr una mejora de la calidad del agua en el río Atoyac.

De cinco plantas de tratamiento, cuatro operan con una muy baja eficiencia y no cumplen con la calidad requerida del efluente. Además, trabajan solamente con el 47% de su capacidad de caudal instalada (1692 l/s de 3600 l/s instalado, según estudio de la UNAM 2014). - La red del alcantarillado capta solamente entre el 60% al 70% de las aguas residuales generadas en la zona urbana del municipio de Puebla. - Existe un gran número de descargas industriales y municipales a los ríos Atoyac y Alseseca y barrancas.



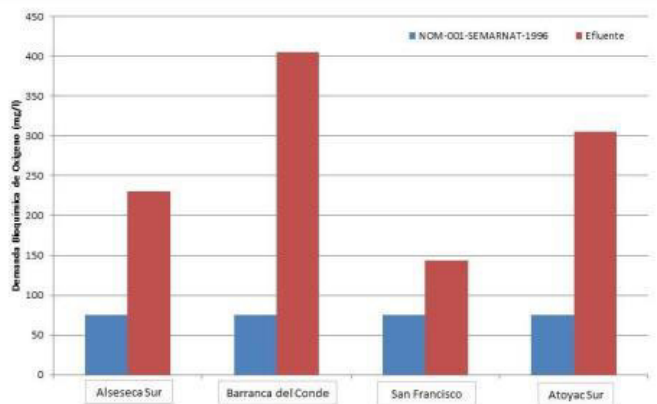
## EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.

Las Gráficas 8 y 9 muestran los datos de calidad del agua reportados por la UPAEP en 2014 para Demanda Bioquímica de Oxígeno, grasas y aceites, en las cuales se puede apreciar que las plantas de tratamiento no cumplen con las condiciones de descarga establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

En la Gráfica 10 se muestran los resultados obtenidos por la UNAM en 2015, sólo la planta de tratamiento de San Francisco cumple con la normatividad.

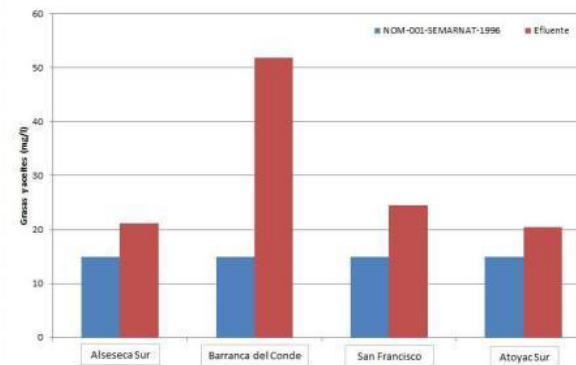
En la Gráfica 11 se muestran los resultados de caudales de ambos estudios y se comparan contra la capacidad instalada de tratamiento, es claro que ninguna de las cuatro plantas trata el total de su capacidad.

Gráfica 8 Descarga de  $DBO_5$  en las cuatro macro plantas



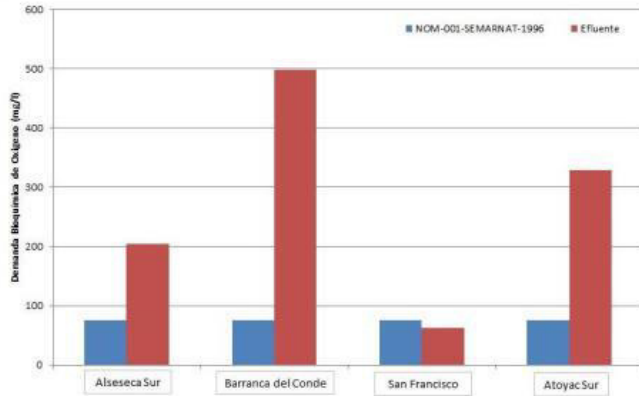
Fuente: Consultores UPAEP, 2014

Gráfica 9 Descarga de GyA en las cuatro macro plantas



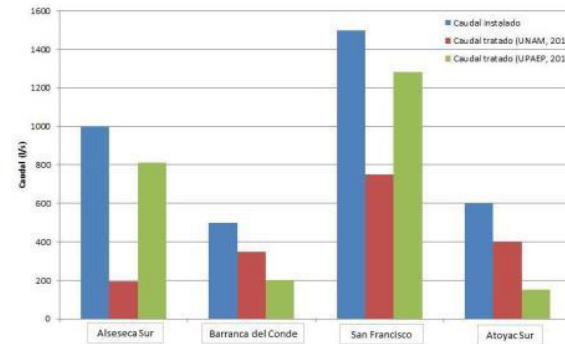
Fuente: Consultores UPAEP, 2014

Gráfica 10 Descarga de DBO<sub>5</sub> en las cuatro macro plantas



Fuente: UNAM, 2015

Gráfica 11 Capacidad de tratamiento contra caudal tratado en ambos estudios



Fuente: UNAM, 2015 y Consultores UPAEP, 2014

Los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 fueron rebasados en las descargas de aguas residuales al río Atoyac y por ello se publicó la “Declaratoria de clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan, y sus afluentes” donde se establecen límites de descarga mucho más estrictos.

En la Tabla 11 se detallan los límites para los tres tramos del río que se encuentran dentro del municipio de Puebla. Considerando el caudal de diseño de las cinco macro plantas de tratamiento, ya mencionadas, también se definen los límites de descargas que deberían cumplir.

Tabla 10 Límites de descarga de la Declaratoria y tres plantas de tratamiento

Zona	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Alseseca sur	Atoyac	San Francisco	Barranca del Conde
Temperatura (°C)	< 35	< 35	< 35	< 35	< 35	< 35	< 35
Grasas y Aceites (kg/d)	5.10	5.10	5.00	52.78	65.97	18.02	3.88
Materia flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	< 1	< 1	< 1	1.00	1.00	1.00	1.00

Zona	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Alseseca sur	Atoyac	San Francisco	Barranca del Conde
Sólidos Suspendidos Totales (kg/d)	30.00	30.00	30.00	158.31	197.89	54.01	11.62
DBO <sub>5</sub> (kg/d)	20.00	20.00	20.00	105.53	131.92	36.00	7.74
Nitrógeno total (kg/d)	5.00	5.00	5.00	26.39	32.99	11.81	1.94
Fósforo total (kg/d)	0.73	0.73	0.73	3.85	4.81	1.62	0.28
pH	< 6.5 - 8.5	< 6.5 - 8.5	< 6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
SAAM (kg/d)	0.10	0.10	0.10	0.53	0.67	0.20	0.04
Demanda Química de Oxígeno (kg/d)	40.00	40.00	40.00	211.06	263.83	71.99	15.49
Sólidos Disueltos Totales (kg/d)	500.00	500.00	500.00	2,690.95	3,363.69	960.03	208.87
Color (Pt - Co)	< 15	< 15	< 15	15.00	15.00	15.00	15.00
Arsénico (kg/d)	0.05	0.05	0.05	0.53	0.66	0.14	0.04
Cadmio (kg/d)	0.004	0.004	0.004	0.02	0.03	0.01	0.00
Cobre (kg/d)	0.05	0.05	0.05	0.27	0.34	0.10	0.02
Cromo (kg/d)	0.05	0.05	0.05	0.28	0.34	0.10	0.02
Mercurio (kg/d)	0.001	0.001	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
Níquel (kg/d)	0.60	0.60	0.60	7.72	9.65	3.60	0.77
Plomo (kg/d)	0.03	0.03	0.03	0.16	0.21	0.06	0.01
Zinc (kg/d)	0.12	0.12	0.12	0.66	0.82	0.24	0.05
Cianuros (kg/d)	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.00
Nitrógeno amoniacal (kg/d)	0.56	0.66	0.66	2.64	3.30	1.04	0.19
Fenoles (kg/d)	0.01	0.01	0.01	0.05	0.07	0.02	0.00
Sulfatos (kg/d)	150.00	150.00	150.00	1,319.17	1,648.96	450.00	96.82
Coliformes fecales (NMP/100ml)	< 200	< 200	< 200	200.00	200.00	200.00	200.00
Huevos de helminto (huevos/l)	0 - 1	0 - 1	0 - 1	1.00	1.00	1.00	1.00
Fierro (kg/d)	0.30	0.30	0.30	1.73	2.16	0.59	0.12

Zona	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Alseseca sur	Atoyac	San Francisco	Barranca del Conde
Cloruros (kg/d)	250.00	250.00	250.00	1,524.10	1,905.12	581.48	149.35
Benceno (kg/d)	0.01	0.01	0.01	0.12	0.15	0.11	0.04
Tolueno (kg/d)	0.20	0.20	0.20	2.46	3.08	1.66	0.36
Etilbenceno (kg/d)	0.10	0.10	0.10	1.23	1.54	1.08	0.39
Xilenos (kg/d)	0.30	0.30	0.30	3.69	4.62	3.23	0.77
Toxicidad aguda (U tox)	< 1	< 1	< 1	1.00	1.00	1.00	1.00
Sulfuros (kg/d)	0.008	0.002	0.002	0.01	0.01	0.00	0.00
Aluminio (kg/d)	0.05	0.05	0.05	0.50	0.62	0.39	0.18
Manganeso (kg/d)	0.10	0.10	0.10	0.05	0.07	0.02	0.00
Cloruro de metilo (kg/d)	0.0002	0.0002	0.0002	0.00	0.00	0.00	0.00
Cloroformo (kg/d)	0.03	0.03	0.03	0.37	0.46	0.32	0.08
Cloruro de vinilo (kg/d)	0.002	0.002	0.002	0.01	0.01	0.00	0.00
1,2 Diclorobenceno (kg/d)	0.01	0.01	0.01	0.12	0.15	0.11	0.04
1,3 Diclorobenceno (kg/d)	0.01	0.01	0.01	0.12	0.15	0.11	0.04
1,4 Diclorobenceno (kg/d)	0.01	0.01	0.01	0.12	0.15	0.11	0.04
1,2 Dicloroetano (kg/d)	0.069	0.069	0.069	0.53	0.66	0.18	0.04
Tetracloroetileno (kg/d)	0.05	0.05	0.05	0.62	0.77	0.36	0.08
Bis 2 (etil hexil) ftalato (kg/d)	0.003	0.003	0.006	0.02	0.02	0.01	0.00
Dietil ftalato (kg/d)	0.003	0.003	0.003	0.02	0.02	0.01	0.00
Nitrobenceno (kg/d)	0.03	0.03	0.03	0.17	0.21	0.07	0.02

Fuente: Elaboración Propia. Metas de calidad al 1 de enero de 2030 y límites de descarga de las cinco macro plantas considerando sus caudales de diseño. Declaratoria.

De las cuatro macro plantas se puede mencionar lo siguiente:

1. Ninguna de las descargas de las macro plantas cumple con la NOM-001-SEMARNAT-1996 ni con la Declaratoria.

2. En todas, el proceso de desinfección instalado contempla el uso de gas cloro, sin embargo, no se utiliza por el riesgo de una fuga y la afectación a las colonias cercanas a las instalaciones.
3. Se requiere de procesos de tratamiento adicionales a los instalados para llegar a cumplir con la calidad de descarga establecida en la Tabla 2.

En las Juntas Auxiliares no se trata el agua residual, en el mejor de los casos se descarga a la red municipal esperando que las macro plantas proporcionen un servicio que no se paga.

Cabe mencionar que en marzo del 2017 se inició a la construcción de una nueva planta potabilizadora de aguas sulfurosas, misma que ya opera en su primera etapa desde el mes de febrero de 2018 con una producción de 7,776 metros cúbicos diarios y se inició en 2019 la segunda etapa con una producción igual a la que actualmente tiene, y con ello beneficia a más de 200 mil habitantes de la zona sur de la capital y de San Andrés Cholula.

Otro aspecto importante respecto a la infraestructura hidráulica en Puebla son las pérdidas de agua potable en las redes de distribución. Desde el 2013 al 2017, solo se ha logrado reducir las pérdidas de 44% a 42%, una tasa elevada que refleja la necesidad de inversión en la rehabilitación de las redes de distribución (Central, 2017).

## **MONITOREO Y CALIDAD DEL AGUA**

### **ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)**

Los ICA surgen como una herramienta simple para la evaluación del recurso hídrico fundamental en procesos decisorios de políticas públicas y en el seguimiento de sus impactos con énfasis en planes y programas de seguridad hídrica. Se definen como una expresión simple de una combinación compleja de un número de parámetros que sirven como expresión de la calidad del agua y puede ser representado por un número, rango, descripción verbal, símbolo o incluso color.

La valoración de la calidad del agua puede ser entendida como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles. Para simplificar la interpretación de los datos de su monitoreo, existen índices de calidad de agua (ICA) e índices de contaminación (IC), los cuales reducen una gran cantidad de parámetros a una

expresión simple de fácil interpretación entre técnicos, administradores ambientales y el público en general. La principal diferencia entre unos y otros está en la forma de evaluar los procesos de contaminación y el número de variables tenidas en cuenta en la formulación del índice respectivo.

En términos simples, un ICA es un número único que expresa la calidad del recurso hídrico mediante la integración de las mediciones de determinados parámetros de calidad del agua y su uso es cada vez más popular para identificar las tendencias integradas a los cambios en la calidad del agua.

Se tienen mediciones sobre los cuerpos de agua y escurrimientos, pero tenemos un vacío importante en los índices de calidad del agua potable y de agua residual, y si se considera que la intensa actividad económica que tiene lugar en la región, su importante concentración poblacional, grado de urbanización y nivel de vida alcanzado por importantes sectores de la sociedad, son causas importantes del incremento de los volúmenes de descargas urbanas, industriales y agrícolas vertidas, directa o indirectamente, a los cuerpos de agua superficiales ubicados en la Sub-Cuenca, afectando a las fuentes de distribución de agua potable; y que algunas descargas industriales se realizan directamente a los drenajes sanitarios con cargas de contaminantes desconocidas, generalmente con parámetros por encima de los permitidos.

Entonces debemos tener claro que conocer los Índices de Calidad de Agua tanto potable como residual, se vuelve un tema fundamental para establecer un Plan o Programa de acciones a realizar ya que, con este indicador, podemos determinar si nuestras acciones y políticas están realmente incidiendo en la problemática de la contaminación.

Los cuerpos de agua (ríos, lagos) que tienen un bajo índice de calidad de agua (ICA) se consideran contaminados. La vulnerabilidad se determinó con base en aquellos que experimentaron altos niveles de contaminación por región hidrológica. Con base en ello se tiene que la mayor parte de las regiones presentan niveles altos de contaminación; y sólo la región Noroeste no muestra problemas serios de calidad de agua.

### **Índice de Calidad del Agua del río Atoyac (ICAA)**

El Índice de Calidad del Agua del río Atoyac (ICAA) fue desarrollado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad del Municipio de Puebla buscando expresar de forma simple los resultados del monitoreo de calidad de dicho cuerpo de agua. Está

basado en el muestreo y posterior determinación de diferentes parámetros de calidad del agua para obtener una escala de valores que permita identificar la situación del río de forma clara para la mayoría de la ciudadanía.

Para la determinación del Índice se consideran los siguientes parámetros de calidad del agua:

1. **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** este parámetro se utiliza como indicador de la contaminación por materia orgánica y la capacidad de degradación de esta con microorganismos a través de la medición de la concentración de oxígeno en la muestra durante cinco días. Es la cantidad de oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua.
2. **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** al igual que el anterior, mide la cantidad de contaminación del agua, pero incluye tanto la orgánica como la inorgánica al utilizar un ácido fuerte para la oxidación, el parámetro para su determinación vuelve a ser el oxígeno disuelto. Es la cantidad de oxígeno consumido en la oxidación química total de constituyentes orgánicos e inorgánicos a productos inorgánicos finales.
3. **Sólidos Suspendidos Totales (SST):** sirve para determinar la cantidad de sólidos sedimentables, en suspensión y coloidales de tamaño tal que sean retenidos en un filtro de fibra de vidrio con un poro de 1.5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Incluye sólidos orgánicos e inorgánicos y no hace distinción entre ellos.
4. **Coliformes fecales (CF):** el número más probable de coliformes fecales en una muestra de 100 mililitros de agua se utiliza para determinar el grado de contaminación por materia fecal en el cuerpo de agua. La importancia de este parámetro radica en el uso de los coliformes como organismos indicadores de otros patógenos que pueden afectar a la salud humana.
5. **Toxicidad Aguda (TA):** dada la cantidad de sustancias que se vierten al río Atoyac, medir la toxicidad es indispensable tanto para proteger la vida acuática como la salud pública: la medición de toxicidad tiene la ventaja de no cuantificar el efecto de un solo contaminante en específico, sino de todos los presentes en el cuerpo de agua. Sobre este parámetro, en diferentes estudios, se han hecho recomendaciones para incluirlo en el marco legal aplicable al río.
6. **Potencial Hidrógeno (pH):** se utiliza para determinar la calidad del agua propicia para la vida acuática, los valores altos o bajos del parámetro serán indicador de la afectación al ecosistema en tanto que valores dentro del rango de 6 a 8 indicarán la adecuada calidad del agua para soportar vida acuática.
7. **Oxígeno Disuelto (OD):** para la existencia de vida acuática en el río se requiere de valores de oxígeno disuelto por arriba de los actuales en el río. En general, valores de oxígeno disuelto mayores a 5 son propicios para la vida acuática y conforme disminuya la concentración se tendrán mayores afectaciones a los seres vivos.

Para los parámetros uno al cinco anteriores, se utiliza la tabla de valores de calidad del agua de CONAGUA para la red nacional de monitoreo.

Los dos últimos (pH y OD) se incluyen como indicadores de protección a la vida acuática. Además, la toxicidad aguda y los coliformes fecales se consideran indicadores de posibles riesgos a la salud humana.

Para la determinación del ICAA en una muestra de agua se consideraron cinco rangos de valores para cada uno de los parámetros mencionados. Al primer rango, que considera una contaminación del agua nula, al segundo rango se le considera agua de buena calidad y, así, al último rango con calidad muy mala se le considera tóxico.

Cada rango de valores está definido por valores límites máximos y mínimos y se le asigna un puntaje (Pj) para cada parámetro, de acuerdo con una ecuación lineal.

Los límites y las ecuaciones de cada rango se muestran en la Tabla 11. La puntuación de los parámetros es la utilizada por CONAGUA para el monitoreo de los cuerpos de agua nacionales, excepto para pH y OD las cuales fueron propuestas para este índice en particular.

**Tabla 11 Rangos y ecuaciones para definir el puntaje de cada parámetro del ICAA**

Rango y puntaje (Pj)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Toxicidad aguda (TA)	Coliformes Fecales (CF)	Potencial Hidrógeno (pH)	Oxígeno Disuelto (OD)
Límite	120 < DBO	200 < DQO	400 ≤ SST	10 < TA	10000 < CF	0 < pH ≤ 4 11 < pH	OD < 2
Ecuación Pj = 5	Pj = 0 DBO + 5	Pj = 0 DQO + 5	Pj = 0 SST + 5	Pj = 0 TA + 5	Pj = 0 CF + 5	Pj = 0 pH + 5 Pj = 0.333333333	Pj = 0 OD + 5



						pH + 0.33333333	
Límite	$30 < \text{DBO} \leq 120$	$40 < \text{DQO} \leq 200$	$150 < \text{SST} \leq 400$	$5 < \text{TA} \leq 10$	$1000 < \text{CF} \leq 10000$	$4 < \text{pH} \leq 5$ $10 < \text{pH} \leq 11$	$2 \leq \text{OD} < 4$
Ecuación Pj = 4	$P_j = 0.0111111111111111 \text{ DBO} + 3.666666667$	$P_j = 0.00625 \text{ DQO} + 3.75$	$P_j = 0.004 \text{ SST} + 3.4$	$P_j = 0.2 \text{ TA} + 3$	$P_j = 0.0001111111111111 \text{ CF} + 3.888888889$	$P_j = -1 \text{ pH} + 9$ $P_j = 1 \text{ pH} - 7$	$P_j = -0.5 \text{ OD} + 6$
Límite	$6 < \text{DBO} \leq 30$	$20 < \text{DQO} \leq 40$	$75 < \text{SST} \leq 150$	$1.33 < \text{TA} < 5$	$200 < \text{CF} \leq 1000$	$5 < \text{pH} \leq 6$ $9 < \text{pH} \leq 10$	$4 \leq \text{OD} \leq 5$
Ecuación Pj = 3	$P_j = 0.041666667 \text{ DBO} + 2.75$	$P_j = 0.05 \text{ DQO} + 2$	$P_j = 0.013333333 \text{ SST} + 2$	$P_j = 0.27270248 \text{ TA} - 2.63648759$	$P_j = 0.00125 \text{ CF} + 2.75$	$P_j = -1 \text{ pH} + 9$ $P_j = 1 \text{ pH} - 7$	$P_j = -1 \text{ OD} + 8$
Límite	$3 < \text{DBO} \leq 6$	$10 < \text{DQO} \leq 20$	$25 < \text{SST} \leq 75$	$1 \leq \text{TA} \leq 1.33$	$100 < \text{CF} \leq 200$	$6 < \text{pH} \leq 7$ $8 < \text{pH} \leq 9$	$5 \leq \text{OD} < 7$
Ecuación Pj = 2	$P_j = 0.333333333 \text{ DBO} + 1$	$P_j = 0.1 \text{ DQO} + 1$	$P_j = 0.02 \text{ SST} + 1.5$	$P_j = -3.003003 \text{ TA} - 1.003003$	$P_j = 0.01 \text{ CF} + 1$	$P_j = -1 \text{ pH} + 9$ $P_j = 1 \text{ pH} - 7$	$P_j = -0.5 \text{ OD} + 5.5$
Límite	$\text{DBO} \leq 3$	$\text{DQO} \leq 10$	$\text{SST} \leq 25$	$\text{TA} < 1$	$\text{CF} \leq 100$	$7 < \text{pH} < 8$	$7 \leq \text{OD}$
Ecuación Pj = 1	$P_j = 0.333333333 \text{ DBO} + 1$	$P_j = 0.1 \text{ DQO} + 1$	$P_j = 0.04 \text{ SST} + 1$	$P_j = 1 \text{ TA} + 1$	$P_j = 0.01 \text{ CF} + 1$	$P_j = -1 \text{ pH} + 9$	$P_j = -0.2 \text{ OD} + 3.4$

Adicional a lo anterior, cada parámetro de calidad del agua fue ponderado en función de la importancia relativa que se le da para lograr la mejoría del río Atoyac y la evaluación de los resultados de saneamiento de las aguas residuales que se vierten en él. La ponderación (Pn) se estableció en el rango de uno a cuatro tal y como se muestra en la tabla 12

Tabla 12 Ponderación de cada parámetro del ICAA

Parámetro	Ponderación (Pn)
Toxicidad Aguda	4
Demanda Bioquímica de Oxígeno	3
Demanda Química de Oxígeno	3
Coliformes Fecales	3
Potencial Hidrógeno	2
Sólidos Suspendidos Totales	1
Oxígeno Disuelto	1

Con los resultados anteriores se definió el grado de contaminación del agua (GCA) para una muestra de agua del río Atoyac con la siguiente ecuación:

$$GCA = P_{jDBO}Pn_{DBO} + P_{jDQO}Pn_{DQO} + P_{jSST}Pn_{SST} + P_{jTA}Pn_{TA} + P_{jCF}Pn_{CF} + P_{j_{pH}}Pn_{pH} + P_{jOD}Pn_{OD}$$

Se hizo una última ponderación para dar al índice mínimo el valor de 0, y al máximo el valor de 100 mediante la siguiente ecuación (sin desestimar el objetivo de expresar de forma simple el nivel de contaminación del río):

$$ICAA = \frac{100(GCA - GCA_{mín})}{(GCA_{máx} - GCA_{mín})}$$

Una vez calculado el ICAA, se definieron rangos de valores para darlos a conocer al público en general. Los rangos de valores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13 Rangos de valores del ICAA para su interpretación

Situación del río	Rango del ICA	Usos del agua
Tóxico	$100 < ICA \leq 80$	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales sin tratamiento municipales y no municipales.
Contaminado	$80 < ICA \leq 60$	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales sin tratamiento, principalmente de origen municipal.
Regular	$60 < ICA \leq 40$	Aguas superficiales con indicios de contaminación y capacidad de auto-purificación. Riego agrícola restringido
Bien	$40 < ICA \leq 20$	Aguas superficiales con bajo contenido de aguas residuales sin tratamiento. Calidad satisfactoria para la vida acuática, uso en riego agrícola sin restricciones,
Muy bien	$20 < ICA \leq 0$	No contaminada, posible reúso en actividades con contacto indirecto.

### Resultados de los muestreos en los ríos del Municipio de Puebla

El Índice de Calidad del Agua del río Atoyac (ICAA) se ha determinado en los ríos dentro del Municipio de Puebla para comunicar a la ciudadanía de forma simple los niveles de contaminación en ellos. Con los resultados de 6 campañas de muestreo en este informe se hace un balance de los resultados obtenidos y se plantean acciones a realizar, que se señalan en el propio documento. Para los muestreos del 2019 se han agregado muestreos de los ríos San Francisco y Alseseca para cubrir todo el territorio Municipal además de los ya ejecutados en el río Atoyac.

El problema de la contaminación de los ríos que atraviesan el Municipio de Puebla, es tan complejo que requiere el esfuerzo comprometido y corresponsable tanto de autoridades como de empresarios y ciudadanos en general, por lo que, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad del Municipio de Puebla, ha monitoreado y evaluado la contaminación implementado el ICAA con el objetivo de identificar las zonas de mayor contaminación y las descargas directas a cuerpos de agua que provienen del propio

Municipio, para estar en posibilidades de controlar efectivamente las descargas de aguas residuales en los colectores municipales. A continuación, se presenta el análisis de los resultados con dos enfoques:

1. Análisis de la información en cada punto de muestreo entre estaciones del año para identificar posibles variaciones por efecto de los cambios climáticos. En este caso se consideran las variaciones de caudales entre cada muestreo y el efecto del arrastre de sedimento en la estación de lluvias.
2. Análisis de la información en cada río entre puntos de muestreo para evaluar la contaminación a lo largo de los ríos Atoyac, San Francisco y Alseseca. Para esto se añade información de otras fuentes sobre la ubicación de descargas de aguas residuales importantes en el Municipio de Puebla.

Para lo anterior, se muestra en la Tabla 14 los puntos de muestreo en el río Atoyac, en la Tabla 15 los correspondientes al río San Francisco y en la Tabla 16 los del río Alseseca. Además, en cada tabla se describe el criterio de selección de los puntos de monitoreo y, al respecto

Es necesario señalar que el primer punto en el río Atoyac corresponde a los límites entre el Municipio y Estado de Puebla y el Estado de Tlaxcala, por lo que se considera como referencia para evaluar la contaminación del río antes de su entrada al Municipio de Puebla. Partiendo de este punto se puede hacer la evaluación del resto del recorrido del río dentro del Municipio de Puebla.

**Tabla 14 Puntos de muestreo y criterios para su elección en el río Atoyac**

Punto	Nombre y Coordenadas geográficas	Criterio de elección
AT1	A la altura de Covadonga, represa en los límites con Tlaxcala (19.138372, -98.224594)	En este punto el río entra al municipio de Puebla proveniente del Estado de Tlaxcala, su importancia radica en determinar el ICAA antes de recibir las descargas de aguas residuales tratadas y sin tratamiento que se encuentran dentro del municipio.
AT2	Antes de la Barranca del Conde (19.097277, -98.236603)	Pocos metros antes de la descarga de la planta de tratamiento de Barranca del Conde y la confluencia con la barranca, la comparación entre este punto y el anterior servirá para definir la contaminación del río en el tramo entre ambos.

AT3	Confluencia con el río San Francisco (19.020015, -98.231446)	Se determinará si el río San Francisco o la planta de tratamiento homónima incrementan la contaminación del río Atoyac de forma significativa.
AT4	Después de la PTAR Atoyac Sur (18.970184, -98.276810)	Se medirá la contaminación del río después de la descarga de la PTAR para identificar la influencia de la planta y de las descargas comprendidas entre la de San Francisco y ésta.
AT5	Ampliación Antorchista (18.954960, -98.265671)	Este punto se considera el último antes de llegar a la presa de Valsequillo por lo que es importante definir la contaminación del río antes de su desembocadura.

Para la evaluación del río San Francisco tiene como condicionante el hecho de que se encuentra embovedado en la mayor parte de su recorrido por lo que se hicieron muestreos antes y después de dicha obra hidráulica (Tabla 15). Se debe mencionar que durante el recorrido del río embovedado no se reciben descargas de aguas residuales ni pluviales por lo que se da un proceso de auto purificación natural.

**Tabla 15 Puntos de muestreo y criterios para su elección en el río San Francisco**

Punto	Nombre y Coordenadas geográficas	Criterio de elección
SF1	Vaso regulador Puente Negro (19.067539, -98.185471)	En este punto el río San Francisco se introduce al colector que lo lleva por abajo del Boulevard 5 de mayo atravesando la mayor parte del centro de la ciudad de Puebla.
SF2	Antes de la confluencia con el Río Atoyac (19.022382, -98.221716)	Después de salir del colector y antes de mezclarse con el río Atoyac, el río San Francisco presenta una mejora significativa de la calidad de sus aguas.

El río Alseseca se monitorea en tres puntos, el primero y el segundo en la zona norte del municipio dentro de la zona de parques industriales y el tercero en la zona sur.

**Tabla 16 Puntos de muestreo y criterios para su elección en el río Alseseca**

Punto	Nombre y Coordenadas geográficas	Criterio de elección
-------	----------------------------------	----------------------

AL1	Sabormex (19.075767, -98.147438)	En este punto el río Alseseca atraviesa una importante zona industrial recibiendo descargas de aguas residuales que cambian significativamente su caudal y calidad.
AL2	Soriana (19.042718, -98.163261)	Pasando la zona industrial mencionada, el río presenta condiciones favorables para la determinación de la calidad del agua.
AL3	PTAR Alseseca (18.954085, -98.188493)	Se determinará si la planta de tratamiento homónima altera de forma significativa la calidad del agua del río Alseseca.

En todos los casos se tomaron como referencia las macro plantas de tratamiento municipales para la selección de puntos de monitoreo.

### Análisis de la información de los muestreos del ICAA

Para este análisis, en la Tabla 17 se muestran los rangos de valores con los cuales se interpreta el ICAA y en la Tabla 17 se muestran los resultados de calidad del agua de todos los puntos de muestreo en el río Atoyac, San Francisco y Alseseca.

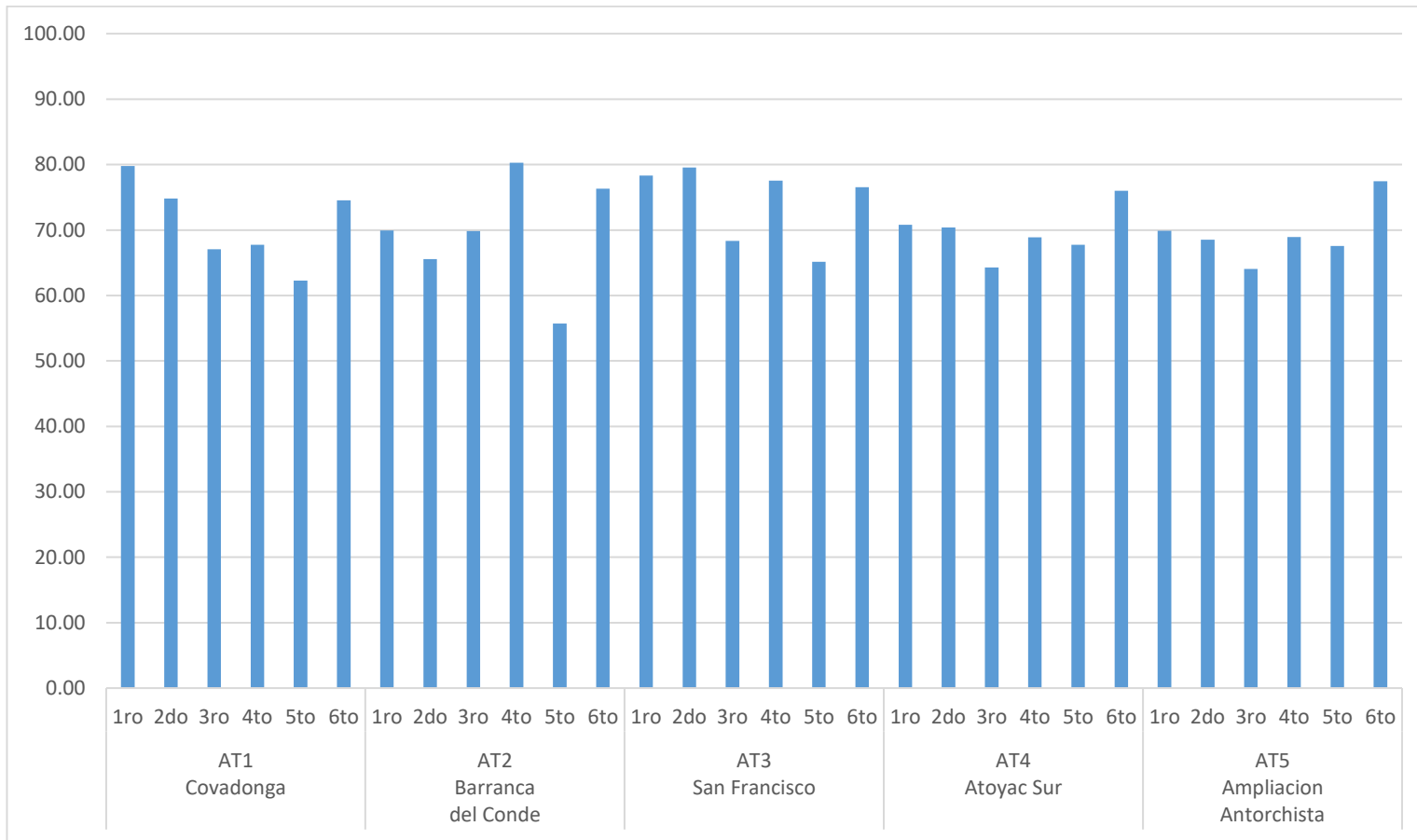
**Tabla 17 Rangos de valores porcentuales del ICAA para su interpretación**

Situación del río	Valor del ICAA	Usos del agua
Tóxico	$100\% < \text{ICAA} \leq 80\%$	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales sin tratamiento municipales y no municipales.
Contaminado	$80\% < \text{ICAA} \leq 60\%$	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales sin tratamiento, principalmente de origen municipal.
Regular	$60\% < \text{ICAA} \leq 40\%$	Aguas superficiales con indicios de contaminación y capacidad de auto purificación. Riego agrícola restringido
Bien	$40\% < \text{ICAA} \leq 20\%$	Aguas superficiales con bajo contenido de aguas residuales sin tratamiento. Calidad satisfactoria para la vida acuática, uso en riego agrícola sin restricciones,
Muy bien	$20\% < \text{ICAA} \leq 0\%$	No contaminada, posible reúso en actividades con contacto indirecto.

En la

Tabla 14 Puntos de muestreo y criterios para su elección en el río Atoyac se muestran los resultados del ICAA para los puntos del río Atoyac, en la Tabla 15 Puntos de muestreo y criterios para su elección en el río San Francisco y en la Tabla 16 Puntos de muestreo y criterios para su elección en el río Alseseca,

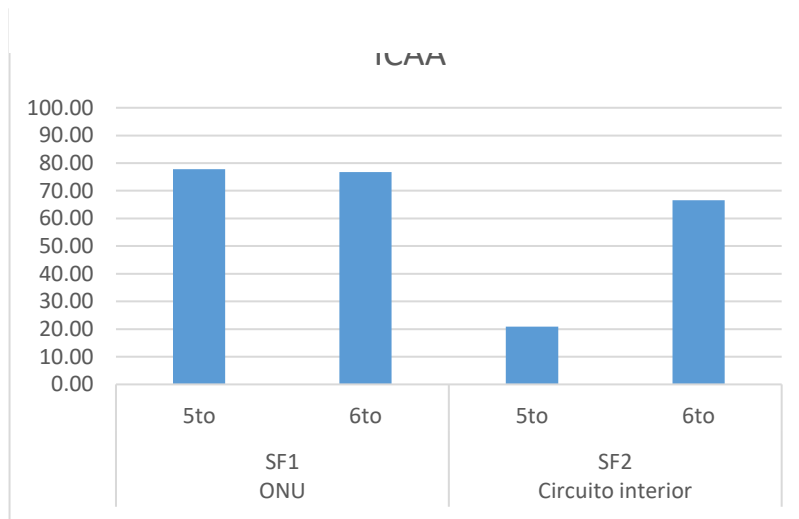
Se puede apreciar fácilmente que el ICAA se mantiene consistentemente dentro del rango de 60 a 80 que, de acuerdo con la Gráfica 12, se clasifica como contaminado. La única excepción es el muestreo del 5to ICAA en el punto SF2, el cual da un valor de 20.88 equivalente a una situación del río "Bien", esto se debe a que el río, en el momento del muestreo, presentaba condiciones excelentes por el efecto de auto purificación en los vasos reguladores de entrada y salida de la obra de conducción o embovedamiento donde no se tienen descargas de aguas residuales ni perturbaciones por el arrastre de sólidos por el caudal de lluvias.



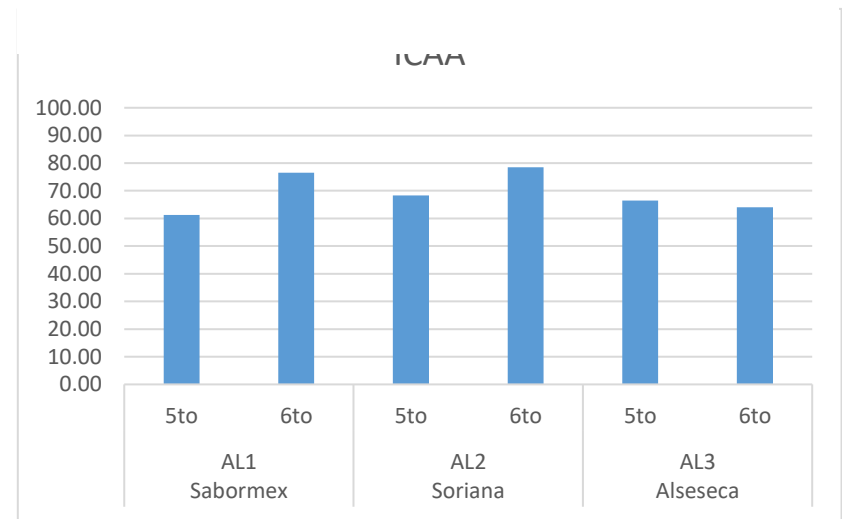
Gráfica 12 Resultados del ICAA en el río Atoyac



**Gráfica 14 Resultados del ICAA en el río San Francisco**



**Gráfica 13 Resultados del ICAA en el río Alseseca**



Dado que los valores presentados para el río Atoyac fueron obtenidos en muestreos que abarcan todos los periodos del año, se concluye que los valores del ICAA no se ven afectados por las temporadas de lluvias o estiaje y que los resultados de los análisis de cada parámetro y los rangos de ponderación para la determinación del ICAA influyen para homogeneizar los datos de todos los muestreos dentro de mismo rango: "Contaminado". También se puede considerar que el ICAA se verá afectado tanto por las descargas de aguas residuales sin tratamiento como por el arrastre de sedimento en la cuenca: la primera condición es de origen humano con posibilidades de control, pero la segunda obedece a fenómenos naturales.

Por lo tanto, se requieren condiciones de calidad del agua significativamente mejores para poder pasar del rango "Contaminado" al rango "Regular" o al "Bueno", condiciones que sólo se detectaron en el punto SF2 en un muestreo donde se encontraron condiciones de caudal bajo con nulo arrastre de sedimento y sin descargas de aguas residuales por el embovedamiento del río San Francisco.

Tabla 18 Resultados de los muestreos de calidad del agua y del ICAA los puntos del río Atoyac

Punto	Muestreo	Fecha	Q (m3/s)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	SST (mg/l)	TA (u Tox)	CF (NMP/100ml)	pH (u pH)	OD (mg/l)	ICAA	Temporada
AT1 Covadonga	1ro	nov-17	8.752	376.67	685.44	316.67	3.00	87140.86	7.62	0.70	<b>79.77</b>	Secas
	2do	may-18	2.607	48.33	219.15	160.78	2.45	24000.00	7.50	1.00	<b>74.81</b>	Lluvias
	3ro	jul-18	9.842	90.00	422.18	2531.82	1.00	2400.00	7.40	2.13	<b>67.06</b>	Lluvias
	4to	ago-18	16.557	50.00	1632.24	1538.46	1.00	240000.00	7.80	1.40	<b>67.75</b>	Lluvias
	5to	feb-19	3.021	N D	226.00	128.00	N D	N D	8.12	N D	<b>62.28</b>	Secas
	6to	may-19	3.771	104.40	273.00	167.00	N D	N D	8.14	N D	<b>74.52</b>	Secas
AT2 Barranca del Conde	1ro	nov-17	3.115	284.12	590.24	276.92	1.00	41144.26	7.68	3.20	<b>69.92</b>	Secas
	2do	may-18	7.774	40.00	197.94	189.36	0.99	11000.00	7.60	3.30	<b>65.53</b>	Lluvias
	3ro	jul-18	7.833	86.67	391.88	2328.00	1.00	24000.00	7.70	1.07	<b>69.84</b>	Lluvias
	4to	ago-18	11.127	56.67	400.97	357.14	4.69	240000.00	7.40	1.30	<b>80.26</b>	Lluvias
	5to	feb-19	5.359	N D	118.00	125.00	N D	N D	7.88	N D	<b>55.70</b>	Secas
	6to	may-19	2.490	131.95	296.00	150.00	N D	N D	7.76	N D	<b>76.33</b>	Secas
AT3 San Francisco	1ro	nov-17	N D	201.18	355.20	182.35	3.00	60680.63	7.84	1.70	<b>78.33</b>	Secas
	2do	may-18	7.944	93.33	349.46	163.16	2.91	24000.00	6.90	1.80	<b>79.53</b>	Lluvias
	3ro	jul-18	9.580	50.00	219.15	435.71	1.00	24000.00	7.60	1.00	<b>68.33</b>	Lluvias
	4to	ago-18	10.467	70.00	191.88	185.11	3.54	240000.00	7.50	1.40	<b>77.54</b>	Lluvias
	5to	feb-19	5.336	N D	369.00	168.00	N D	N D	7.72	N D	<b>65.13</b>	Secas
	6to	may-19	2.490	174.00	426.00	217.00	N D	N D	7.86	N D	<b>76.52</b>	Secas
AT4 Atoyac Sur	1ro	nov-17	3.965	279.00	518.40	238.46	1.00	82653.53	7.60	1.00	<b>70.81</b>	Secas
	2do	may-18	12.402	103.33	210.06	151.85	1.08	24000.00	8.20	0.99	<b>70.38</b>	Lluvias
	3ro	jul-18	9.167	46.67	142.69	156.90	1.00	24000.00	8.10	1.24	<b>64.28</b>	Lluvias
	4to	ago-18	30.427	52.00	300.97	274.00	1.00	240000.00	7.20	1.60	<b>68.87</b>	Lluvias

Punto	Muestreo	Fecha	Q (m3/s)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	SST (mg/l)	TA (u Tox)	CF (NMP/100ml)	pH (u pH)	OD (mg/l)	ICAA	Temporada
	5to	feb-19	5.414	N D	916.00	514.00	N D	N D	7.87	N D	67.75	Secas
	6to	may-19	4.431	206.78	509.00	213.00	N D	N D	8.05	N D	75.98	Secas
AT5 Ampliación Antorchista	1ro	nov-17	2.710	225.29	412.80	208.33	1.00	90321.70	7.80	2.20	69.90	Secas
	2do	may-18	6.046	61.67	264.61	129.79	0.99	11000.00	7.00	2.30	68.52	Lluvias
	3ro	jul-18	5.773	45.00	129.24	198.08	1.00	24000.00	8.10	1.28	64.07	Lluvias
	4to	ago-18	23.929	50.00	452.48	426.67	1.00	240000.00	7.40	1.50	68.92	Lluvias
	5to	feb-19	1.488	N D	762.00	409.00	N D	N D	7.89	N D	67.58	Secas
	6to	may-19	3.001	184.15	457.00	236.00	N D	N D	8.27	N D	77.46	Secas
SF1 ONU	5to	feb-19	0.131	519.06	941.00	340.00	N D	N D	8.12	N D	77.78	Secas
	6to	may-19	0.172	415.67	727.00	241.00	N D	N D	8.13	N D	76.73	Secas
SF2 Circuito interior	5to	feb-19	0.108	7.41	3.00	5.00	N D	N D	7.88	N D	20.88	Secas
	6to	may-19	N D	73.85	123.00	47.80	N D	N D	7.26	N D	66.54	Secas
AL1 Sabormex	5to	feb-19	0.058	N D	378.00	68.00	N D	N D	8.42	N D	61.25	Secas
	6to	may-19	0.023	233.45	487.00	126.00	N D	N D	8.43	N D	76.50	Secas
AL2 Soriana	5to	feb-19	0.155	N D	769.00	286.00	N D	N D	7.57	N D	68.35	Secas
	6to	may-19	N D	247.95	483.00	156.00	N D	N D	7.39	N D	78.46	Secas
AL3 Alseseca	5to	feb-19	1.250	N D	808.00	383.00	N D	N D	8.01	N D	66.47	Secas
	6to	may-19	N D	N D	658.00	170.00	N D	N D	7.86	N D	64.00	Secas

### Conclusiones y recomendaciones derivadas del ICAA

De los resultados y análisis anteriores se puede concluir lo siguiente:

1. El ICAA ha servido para que la Dirección de Planeación y Conservación de Recursos Hídricos tenga datos duros para el diseño de estrategias de combate a la contaminación del río, como lo es el presente Programa, aunado a eso, una vez que el ICAA

sea un instrumento oficial, se hará del conocimiento de la ciudadanía en general, por los medios de comunicación oficiales para su información constante.

2. El valor del ICAA en cada punto de muestreo puede verse influenciado tanto por el arrastre de sedimento de la cuenca en temporada de lluvias como por las descargas de aguas residuales sin tratamiento. El control de la primera condición requiere de medidas para el correcto manejo de los suelos de la cuenca, tanto en las áreas agrícolas como en las forestales y la segunda condición requiere del control de las descargas por parte de las autoridades correspondientes, tanto municipales como estatales.
3. En todos los muestreos del río Atoyac, el valor del ICAA obtenido en el punto AT1 se mantuvo en el mismo rango que el resto de los puntos del río Atoyac dentro del Municipio de Puebla lo cual indica dos circunstancias:
  - a. El río llega al Municipio de Puebla contaminado por lo cual los resultados del saneamiento en el mismo no se verán si sólo se monitorea el río dentro del Municipio de Puebla.
  - b. El río no tiene capacidad de auto purificación en el recorrido dentro del Municipio de Puebla, en parte por las descargas de aguas residuales que recibe, pero también por la contaminación que ya arrastra de la parte alta de la cuenca.
4. El ICAA en el río Alseseca tiene el mismo comportamiento que en el río Atoyac: una vez contaminado el primer punto de muestreo, el resto aguas abajo se mantienen en el mismo rango de contaminación por lo cual se tienen las mismas conclusiones ya mencionadas para el río Atoyac.
5. Para el río San Francisco se encuentran valores diferentes del ICAA respecto a los otros dos ríos porque se tienen condiciones de auto purificación favorables en los vasos reguladores, ausencia de descargas de aguas residuales y pocos arrastres de sedimentos. Aunque el valor del ICAA sólo muestra mejoría en un muestreo, en el segundo si se puede ver mejora en los valores de los parámetros de calidad del agua indicando la misma tendencia de mejoría.

**Recomendaciones:**

1. Para lograr el saneamiento de los ríos que pasan por el Municipio de Puebla, se requiere el control de las descargas de aguas residuales tanto a los ríos como a los colectores que llegan a las plantas de tratamiento.
2. Además, se requiere un correcto manejo de los suelos de las cuencas de los ríos para evitar el arrastre de sedimentos.
3. Se requiere un programa de monitoreo de la calidad del agua en los colectores municipales a fin de controlar las descargas y poder hacer más eficiente la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
4. Dado que los tres ríos presentan valores del ICAA en el rango "Contaminado", es muy probable que se tengan infiltración de agua contaminada al subsuelo y a los pozos de agua potable en todo el territorio municipal. Es por ello por lo que se requiere un programa de monitoreo de la calidad del agua que se extrae de los pozos dentro del municipio.

## DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL (ICAR) Y DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE (ICAP)

Los resultados ya presentados en los informes anteriores sobre el Índice de Calidad del Agua del río Atoyac (ICAA) han llevado a la necesidad de desarrollar un Índice de Calidad del Agua Residual (ICAR) para el control de las descargas de aguas residuales dentro del municipio de Puebla y de un Índice de Calidad del Agua Potable (ICAP) para la valoración del riesgo de contaminación de fuentes de abastecimiento de agua potable y los posibles daños a la salud humana. En este informe se presentan ambos Índices, las consideraciones para su elaboración y la metodología para su determinación.

Para la determinación del **ICAR** se consideró la siguiente normatividad:

1. La Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 1998.
2. El Capítulo 39 del Código Reglamentario Municipal (COREMUN) que establece los límites máximos permisibles para las descargas de aguas residuales al alcantarillado dentro del Municipio del Puebla.
3. Dado que los sistemas de alcantarillado llevan a las plantas de tratamiento municipales, y estas, descargan a los cuerpos de agua federales, se consideró la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997, y el proyecto de norma PROY-NOM-001-SEMARNAT-2017, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de enero de 2018.

Para la determinación del **ICAP** se consideró la siguiente normatividad:

1. La Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.

2. El proyecto de Norma PROY-NOM-127-SSA1-20177, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua, publicada el 6 de diciembre de 2019 en el Diario Oficial de la Federación.

Así mismo, para la elaboración del ICAR y del ICAP se consideraron las siguientes fuentes de información técnica:

1. El Índice de Calidad del agua de la Comisión Nacional del Agua para la Red Nacional de Monitoreo para aguas superficiales en el caso del ICAR y aguas subterráneas para el ICAP.
2. El Índice de Calidad del Agua del río Atoyac, antecedente directo de los presentes Índices.
3. El Canadian Council of Ministers of the Environment-Water Quality Index (CCME-WQI), índice ya aplicado en el Estado y el Municipio de Puebla para evaluar la calidad del agua.

### Índice de Calidad del Agua Residual (ICAR)

Para el combate de la contaminación en los cuerpos de agua se requiere, entre otras acciones, del control de las descargas de las plantas de tratamiento de aguas municipales. Sin embargo, esto se logrará cuando se controlen las descargas de aguas residuales al alcantarillado municipal como medida necesaria para la correcta operación de las plantas garantizando la calidad del agua de salida y mantener los costos de operación dentro de rango aceptables. Es por ello por lo que se requiere de un Índice de Calidad del Agua Residual para aplicar en la red de alcantarillado municipal, que sirva para determinar el grado de contaminación en cada colector.

Para la elaboración del ICAR se utilizaron los parámetros considerados en el Código Reglamentario Municipal (COREMUN), los cuales se reproducen en la siguiente tabla:

**Tabla 19** Parámetros considerados en el COREMUN y concentraciones considerados para el ICAR

Parámetro	Concentración máxima instantánea
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO (mg/l)	150
Sólidos Suspendidos Totales, SST (mg/l)	150

Parámetro	Concentración máxima instantánea
Sólidos Disueltos Totales, SDT (mg/l)	850
Demanda Química de Oxígeno, DQO (mg/l)	200
Grasas y Aceites, GyA (mg/l)	100
Coliformes fecales (NMP/100ml)	100000000
Huevos de helminto (huevos/l)	5
Temperatura, T (°C)	40
Sólidos Sedimentables, SS (ml/l)	10
Color (Pt - Co)	100
Sustancias Activas al Azul de Metileno, SAAM (mg/l)	1.3
Nitrógeno total, Nt (mg/l)	60
Nitrógeno amoniacal, NH <sub>4</sub> (mg/l)	50
Fósforo total, Pt (mg/l)	30
Cadmio, Cd (mg/l)	1
Arsénico, As (mg/l)	1
Cianuros, CN (mg/l)	2
Cobre, Cu (mg/l)	20
Cromo hexavalente, Cr <sub>6</sub> (mg/l)	1
Mercurio, Hg (mg/l)	0.02
Níquel, Ni (mg/l)	8
Plomo (mg/l)	2
Zinc, Zn (mg/l)	12
Fenoles (mg/l)	0.04
Sulfatos (mg/l)	50
Cloruros (mg/l)	90
Toxicidad aguda (U tox)	2
Hidrocarburos fracción ligera C-5 a C-10 (ml/l)	0.4



Parámetro	Concentración máxima instantánea
Hidrocarburos fracción media C-10 a C-28 (ml/l)	0.4
Hidrocarburos fracción pesada C-18 a C-n (ml/l)	0.4

Para cada parámetro monitoreado se debe valorar si se cumple la condición de descarga establecida en la columna "Concentración máxima instantánea". Para ello se determina un Indicador de Cumplimiento (IC) como se muestra a continuación:

$$IC_i = \frac{\text{Resultado del monitoreo} - \text{Concentración máxima instantánea}}{\text{Concentración máxima instantánea}}$$

El IC no podrá tener valores negativos, en este caso se asigna el valor de cero.

Posteriormente, se hace la Sumatoria de Indicadores de Cumplimiento (SIC) de todos los parámetros monitoreados y se determina el ICAR con la siguiente fórmula:

$$ICAR = 0.00125 * SIC = 0.125 \sum_{i=1}^n IC_i$$

El resultado del ICAR se debe interpretar de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 20 Interpretación del ICAR

ICAR	Resultado
0	La calidad del agua dentro del colector se encuentra dentro de los valores normados.
0.01 a 10.00	El colector presenta algunos parámetros fuera de norma, se requiere de monitoreos trimestrales por parte de las autoridades.
10.01 a 20.00	El colector presenta algunos parámetros fuera de norma con valores varias veces superiores a los límites permitidos, se requiere de monitoreos mensuales y la identificación de las principales descargas de aguas residuales.

20.01 a 30.00	El colector presenta varios parámetros fuera de norma con valores varias veces superiores a los límites permitidos, se requieren monitoreos semanales y el control de las principales descargas de aguas residuales
30.01 a 40.00	El colector presenta varios parámetros fuera de norma con valores varias veces superiores a los límites permitidos, se requiere de monitoreos semanales y el monitoreo de las principales descargas de aguas residuales para su monitoreo particular.
40.01 a 100.00	Se requiere acción inmediata por parte de las autoridades para intervenir en la zona y reglamentar las descargas de aguas residuales, con monitoreos permanentes.

### Índice de Calidad del Agua Potable (ICAP)

El ICAP se aplicará en las tomas de agua domiciliarias para evaluar la calidad del agua que se entrega a los usuarios del servicio. Aun cuando el análisis de los resultados de los monitoreos del agua potable puede dar a los especialistas una idea clara de la calidad del líquido, se requiere un Índice para su difusión entre la población, es por ello por lo que se utiliza la metodología propuesta por el CCME-WQI para obtener un valor entre 0 y 100 que de una idea clara de la situación. Entonces, el resultado del CCME-WQI se considera igual a ICAP.

El índice de calidad del agua se calcula mediante tres factores (F1, F2 y F3), a continuación, se describen los pasos para el cálculo de cada componente y al final, del del índice.

#### F1 (Alcance)

Se llaman variables a cada parámetro a analizar, en el caso del agua potable, a los parámetros analizados considerados en la NOM-127-SSA1-1994. Entonces F1 será igual al porcentaje de variables que incumplen los límites de la NOM, según la siguiente ecuación:

$$F1 = 100 * \left( \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen el objetivo}}{\text{Número total de parámetros}} \right)$$

El número de variables a considerar, en un caso ideal, son todas las de la NOM-127-SSA1-1994. Sin embargo, algunos parámetros no se considerarán por su poca representatividad de la situación del servicio de agua potable, por ejemplo, los relativos

a la medición de la radioactividad. Es por ello por lo que se debe definir cada vez los parámetros a evaluar, aunque una vez hecha la evaluación se deben monitorear los parámetros en cada muestreo para tener un índice válido.

### Factor 2: Frecuencia

Una vez obtenidos los resultados de los monitoreos, se determina el porcentaje de parámetros que cumplen con los límites establecidos por la NOM-127-SSA1-1994 mediante la siguiente ecuación:

$$F2 = 100 * \left( \frac{\text{Número de monitoreos que no cumplen el objetivo}}{\text{Número total de parámetros}} \right)$$

### Factor 3: Amplitud

Para cada parámetro, F3 representa lo diferente que dio el resultado del monitoreo respecto al valor establecido en la NOM-127-SSA1-1994. Para ello se hacen tres pasos:

- (i) El número de veces que una concentración individual es mayor (ecuación 3) que o menor (ecuación 2) que el objetivo. Se denomina "Desviación " y se expresa de dos maneras:
- (ii)

$$\text{Desviación} = \left( \frac{\text{Resultado del monitoreo}}{\text{Valor normado}} \right) - 1$$

$$\text{Desviación} = \left( \frac{\text{Valor normado}}{\text{Resultado del monitoreo}} \right) - 1$$

Posteriormente se determina la Suma Normalizada de Desviaciones (NSE) con la siguiente ecuación:

$$NSE = \frac{\sum \text{Desviaciones}}{\text{Número total de monitoreos}}$$

Al final se determina F3:

$$F3 = 100 * \left( \frac{NSE}{0.01NSE + 0.01} \right)$$

Finalmente, el índice CCME-WQI se determina con la siguiente fórmula:

$$ICAP = CCME - WQI = \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732}$$

Una vez determinado el ICAP, se debe considerar la siguiente tabla para el análisis de los resultados:

**Tabla 21 Análisis de resultados del ICAR**

Clasificación	ICAR (CCME-WQI)	Descripción
Excelente	95-100	La calidad del agua está garantizada por la ausencia virtual de contaminantes. Los resultados son muy cercanos a los niveles deseados
Buena	80-94	La calidad del agua está garantizada, aunque se tienen algunos contaminantes de poca magnitud. Los resultados rara vez se alejan de los niveles deseados.
Regular	65-79	La calidad del agua se encuentra comprometida ocasionalmente. Los resultados a veces se alejan de los niveles deseados.
Contaminada	45-64	La calidad del agua es frecuentemente comprometida. Los resultados con frecuencia se apartan de los niveles deseados.
Muy Contaminada	0-44	La calidad del agua está casi siempre comprometida. Los resultados se apartan de los niveles deseados usualmente.

A continuación, se presentan los parámetros que considera la NOM-127-SSA1-1994, para la determinación del ICAP se deben elegir aquellos parámetros que sean representativos de la calidad del servicio a fin de hacer más eficientes los monitoreos. Por ejemplo, la medición de radioactividad no es representativa para el Municipio de Puebla, pero el contenido de metales si lo es. Los análisis de

hidrocarburos y plaguicidas se deberán determinar solamente cuando se tengan indicios de su presencia en el agua potable a fin de evitar que el costo de la determinación del índice se eleve innecesariamente.

Tabla 22 Parámetros considerados en el COREMUN y concentraciones considerados para el ICAP

Parámetro, acrónimo (unidades de medida)	Concentración máxima
Coliformes totales (NMP/100ml)	0
Coliformes fecales (NMP/100ml)	0
Color (Pt - Co)	20
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método
Aluminio, Al (mg/l)	0.2
Arsénico, Ar (mg/l)	0.025
Bario, Br (mg/l)	0.7
Cadmio, Cd (mg/l)	0.005
Cianuros (como CN <sup>-</sup> ), CN (mg/l)	0.07
Cloro residual libre, Cl (mg/l)	0.2 - 1.50
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> ), Cl <sup>-</sup> (mg/l)	250
Cobre, Cu (mg/l)	2
Cromo total, Cr (mg/l)	0.05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> ), DT (mg/l)	500
Fenoles o compuestos fenólicos, FN (mg/l)	0.3
Fierro, Fe (mg/l)	0.3
Fluoruros (como F <sup>-</sup> ), Fl (mg/l)	1.5
Benceno (µg/l)	10
Etilbenceno (µg/l)	300
Tolueno (µg/l)	700
Xileno (tres isómeros) (µg/l)	500
Manganeso (mg/l)	0.15

Parámetro, acrónimo (unidades de medida)	Concentración máxima
Mercurio (mg/l)	0.001
Nitratos (como N) (mg/l)	10
Nitritos (como N) (mg/l)	1
Nitrógeno amoniacal (como N) (mg/l)	0.5
pH (potencial de hidrógeno) (U pH)	6.5 - 8.5
Aldrín y dieldrín (separados o combinados) (µg/l)	0.03
Clordano (total de isómeros) (µg/l)	0.2
DDT (total de isómeros) (µg/l)	1
Gamma-HCH (lindano) (µg/l)	2
Hexaclorobenceno (µg/l)	1
Heptacloro y epóxido de heptacloro (µg/l)	0.03
Metoxicloro (µg/l)	20
2,4 - D (µg/l)	30
Plomo	0.01
Sodio	200
Sólidos disueltos totales	1000
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> =)	400
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	0.5
Trihalometanos totales	0.2
Yodo residual libre	0.2 - 0.5
Zinc	5
Radiactividad alfa global (Bq/l)	0.56
Radiactividad beta global (Bq/l)	1.85

## ANÁLISIS DE UNIDADES ECONÓMICAS POR JUNTA AUXILIAR

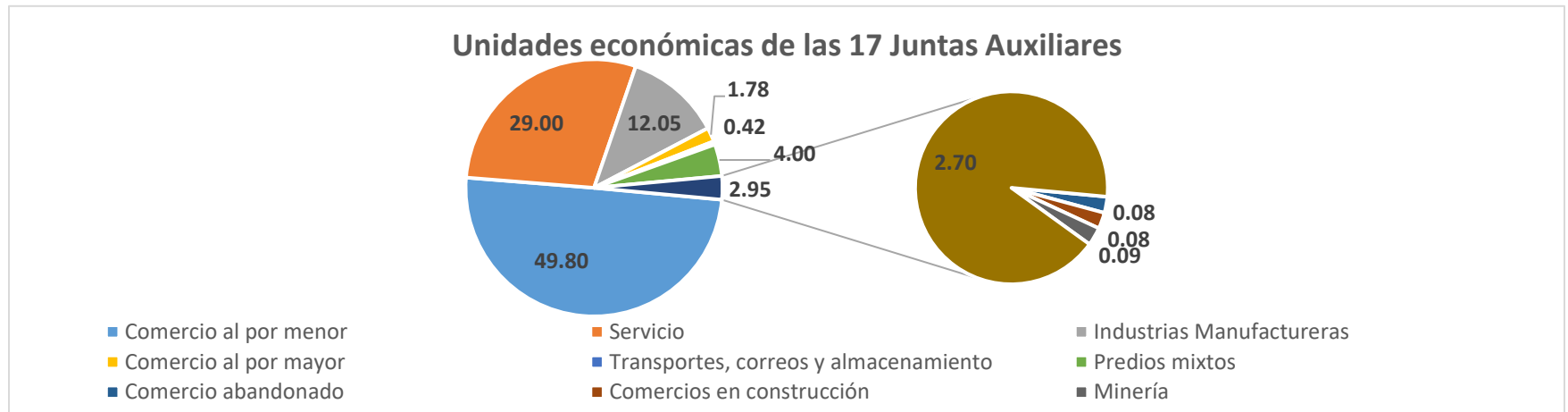
Como se ha mencionado anteriormente, las Juntas Auxiliares en el Municipio de Puebla son entidades desconcentradas del Ayuntamiento, que ayudan a éste a desempeñar sus funciones en parte del territorio municipal y que, mantienen un orden dentro de sus comunidades. Las Juntas Auxiliares surgieron como una necesidad para mantener la gobernabilidad sobre las comunidades, por lo que nunca han desaparecido; si bien fueron transformándose en el tiempo, siempre permanecieron como un enlace con la comunidad.

Cada Junta Auxiliar dependiendo de su ubicación, ha manifestado un desarrollo económico diferente, algunas de ellas han permanecido ajenas al avance industrial y presentan como actividad clave el comercio y algunos servicios, por otro lado, algunas como: San Francisco Totimehuacan, La Resurrección y San Jerónimo Caleras cuentan con el mayor número de industrias de las juntas auxiliares.

### Resultados

De acuerdo con la información detallada previamente se puede observar que, en las 17 Juntas Auxiliares, el mayor porcentaje de unidades económicas registradas son las que realizan actividades de comercio al por menor, con un 49.80%, mientras que el 12.05% le corresponde a la Industria Manufacturera, como se muestra en la gráfica siguiente:

Gráfica 15 Unidades económicas de las 17 Juntas Auxiliares



Históricamente la zona norte del Municipio de Puebla es sede de corredores industriales que descargan al río Atoyac, por lo que este estudio determinó la importancia de iniciar un Proyecto para controlar la calidad de las descargas de agua residual, especialmente del giro industrial.

Por lo anterior, es de vital importancia generar los mecanismo legales y operacionales para que se implemente programas eficientes y de supervisión del control de la descarga de las unidades económicas establecidas en las Juntas Auxiliares del municipio de Puebla, con el fin de iniciar con procesos de remediación ambiental en el corto, mediano y largo plazo.

Los desechos industriales tienen un fuerte impacto en la contaminación del agua, como se muestra en la Gráfica 15 “Unidades económicas de las 17 Juntas Auxiliares” solo el 12.05% de los comercios corresponden a giros industriales, pero este porcentaje es suficiente para generar excedentes contaminantes en el agua, por lo que este diagnóstico propone realizar de manera urgente un proyecto de remediación ambiental dirigido a este giro en específico pero sin dejar de lado a los comercios en general.

Ahora bien, el Municipio de Puebla cuenta con algunos de los ríos más contaminados de México; desde su fundación, estos han tenido un rol fundamental como fuente de recursos naturales, como ejes estructurantes y como espacios recreativos para la



ciudad. Los ríos de San Francisco, el Alseseca, el Atoyac, el Zapatero y el Tlapacoya, hoy en día experimentan una muerte lenta que parece inevitable. Gran parte de las aguas residuales industriales se vierten sin tratamiento en los cursos de agua abiertos, lo cual reduce la calidad de grandes volúmenes de agua y representan un factor de riesgo para la salud de la población.

La zona norte del Municipio de Puebla, y principalmente las Juntas Auxiliares de La Resurrección y San Jerónimo Caleras, como resultado de aquellos procesos y relaciones que se dan en la Zona Metropolitana Puebla – Tlaxcala (ZMPT), y ante la creciente actividad productiva y expansión urbana de la región, presenta un crecimiento exponencial de la demanda de agua provocado por el crecimiento de la población y del crecimiento económico (industrial) que acompaña al proceso de urbanización de la ZMPT. El volumen de agua utilizado por la industria ejerce una acusada presión sobre los recursos hídricos por los impactos derivados de los vertidos de aguas residuales y de su potencial contaminante.

Entre los problemas que se enfrentan a nivel local y metropolitano se ubica la relación de la ciudad con sus cuerpos de agua. En este sentido, Les Ateliers afirma que “según el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla vigente el acuífero se recarga anualmente con 362 millones de m<sup>3</sup> y mientras que de él se extraen 352 millones. Aunque en la actualidad está al 97.24% de su capacidad se prevé que, en 10 años, con un aumento de la población y la vivienda, ya no será suficiente. A estas proyecciones se añade la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua ocasionado por la deforestación de las laderas y la pérdida por fugas del 40% del recurso hídrico desde su lugar de extracción hasta el destinatario final, debido a la antigüedad del sistema de acueducto.

Más adelante el mismo documento de Les Ateliers (2011) se señala también que “el territorio de la zona metropolitana se encuentra surcado por tres ríos que son usados como depósitos de aguas servidas. Estos son los ríos San Francisco, Alseseca y Atoyac, dentro de los cuales, es este último el que presenta la situación más crítica debido a los altos índices de contaminación, que se concentran en la represa Valsequillo, principal fuente de riego ubicada al sur del territorio municipal. El Atoyac recibe en el municipio de San Martín Texmelucan significativas descargas de aguas contaminadas tras su paso por el corredor industrial Quetzalcóatl y el Complejo Petroquímico Independencia. Aunque la contaminación aumenta al encontrarse con el río Zahuapan proveniente de Tlaxcala es en la zona industrial de Puebla donde recibe la mayor carga contaminante, siendo la industria textil el sector más perjudicial. Las corrientes del río Atoyac desembocan en la presa Valsequillo, donde se concentran elevados índices de contaminación, que además está cubierta en una significativa proporción por lirios acuáticos que concentran en sus hojas metales pesados como mercurio y plomo”.

Derivado de lo anterior se han gestado dos aspectos alarmantes de carácter ambiental: por un lado, la fuerte contaminación de las aguas superficiales, de los ríos y de la presa de Valsequillo, (esto ante el equipamiento industrial ineficiente y en muchos casos inexistente, para el adecuado tratamiento de efluentes), y por el otro, la sobreexplotación y la amenaza de contaminación del acuífero del Valle de Puebla y Alto Atoyac. Lo anterior se traduce en impactos económicos, sociales y ambientales negativos, sobre la población, sobre la cuenca, el ecosistema y el espacio territorial municipal, impactos que se convierten en verdaderos obstáculos al desarrollo.

Al hacer un análisis en gabinete del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2019, se observó que, de las 9,824 unidades económicas irregulares, 3,589 se pueden considerar como giros con una carga contaminante superior y diferente a las domésticas y a las urbanas, estos se dividen en las siguientes actividades:

**Tabla 23 Estratificación de Unidades económicas, por actividad**

Rama	Total de UE
Preparación de alimentos	938
Industria alimentos	697
Servicios mecánicos	395
Estéticas	363
Industria Manufacturera	308
Servicios médicos	138
Minería	136
Educación	110
Industria Textil	89
Industria química	86

Rama	Total de UE
Servicios	41
Industria Maderera	40
Baños públicos	39
Gimnasios	30
Otros	27
Alojamientos	24
Construcción	22
Comercio	17
Industria Papelera	14
Guarderías y orfanatos	8

Lavanderías	57
<b>Total general</b>	

Parques acuáticos	1
<b>3,580</b>	

Considerando que de acuerdo con los datos del DENU de INEGI de 2010 a 2019, las unidades económicas aumentaron en un 16.6% en el municipio, mientras que, en el área de Juntas Auxiliares, éste aumento fue del orden del 20%, pasando en el Municipio de 78,707 Unidades Económicas en 2010 a 91,809 en 2019, y en las Juntas Auxiliares aumentó de 8,183 Unidades Económicas en 2010 a 9,824 en 2019, es evidente las causas del aumento en la contaminación y el aumento en la demanda del recurso hídrico.

Ante la problemática descrita, es necesario elaborar un censo confiable de las empresas que se ubican en el espacio territorial del municipio, especialmente aquellas zonas en las que se aprecia existe mayor irregularidad por falta de permisos emitidos por el SOAPAP, las cuales vierten sus descargas a la red de drenaje municipal, esto con la finalidad de ejercer actos de autoridad para el control de las descargas, tendientes a establecer un control de la calidad de las mismas (aplicando la normatividad oficial mexicana), y establecer requisitos especiales a las descargas identificadas.

Adicionalmente habrá que considerar que existen comercios e industrias que no fueron censados por el INEGI o que no se encuentran legalmente establecidos, y que aportan descargas en estas zonas.

# 1. IGNACIO ROMERO VARGAS

Figura 8: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar Ignacio Romero Vargas



Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 85.38% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 24 Infraestructura en la Junta Auxiliar Romero Vargas

Infraestructura	Tipo	Porcentaje
	Drenaje	92.10
	Agua	73.78
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	94.81

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Ubicación:** La Junta Auxiliar Ignacio Romero Vargas ubicada al nor-poniente del municipio de Puebla, cuenta con más de 51 mil habitantes, la población representa el 3.33% del total en el municipio de Puebla.

**Colindancias:** Al norte con la localidad de Tenancingo del Estado de Tlaxcala, al sur con la Junta Auxiliar de San Baltazar Campeche, al este con las Juntas Auxiliares de San Jerónimo Caleras, La Libertad y la cabecera Municipal de la ciudad y finalmente, al oeste, con los Municipios de Cuautlancingo, San Pedro Cholula y San Andrés Cholula.

Tabla 25 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA Romero Vargas)

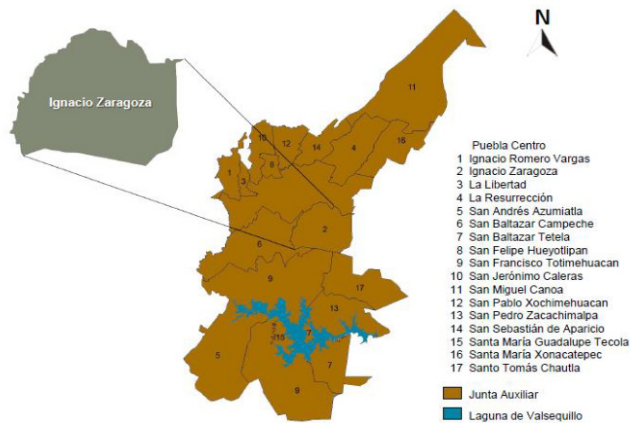
Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	49.3%	413
Servicios	29.8%	250
Industria	16.0%	134
Otros	4.9%	41
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>838</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

**Datos adicionales:** La integran 23 colonias: Apetlachica, Unidad Volkswagen Sur, Alberto de la Fuente, La Vega, Ignacio Romero Vargas, Miguel Abed, San José Citlaltepétl, Infonavit Ladrillera, Infonavit Hermenegildo J. Aldana, Los Arcos Santa Cruz, Independencia, Los Viveros, Santa Cruz Guadalupe, San José del Puente, Villas Inglesas, Santa Cruz Buenavista, Jardines de Zavaleta, Campestre el Paraíso, Zavaleta, La Loma (Ejido Romero Vargas), La Cañada (Romero Vargas), Guadalupe (Ejido Romero Vargas), La Providencia (Las Animas).

## 2. IGNACIO ZARAGOZA

Figura 9: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar Ignacio



Zaragoza

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Ubicación:** La Junta Auxiliar Ignacio Zaragoza colinda con la zona centro del municipio de Puebla, es la tercera junta auxiliar con mayor número de habitantes, ya que cuenta con más de 110 mil habitantes, la población representa casi el 6% del total en el municipio de Puebla.

**Colindancias:** Colinda al norte con la cabecera Municipal de la ciudad de Puebla, al sur con las juntas auxiliares de San Baltazar Campeche, San Francisco Totimehuacán y Santo Tomás Chautla, al este con el Municipio de Amozoc y finalmente, al oeste con la junta auxiliar de San Baltazar Campeche.

Del 100% de la superficie el 94.81% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 26 Infraestructura (JA Ignacio Zaragoza)

Infraestructura	Tipo	Porcentaje
	Drenaje	92.10
	Agua	73.78
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	94.81

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Tabla 27 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA Ignacio Zaragoza)

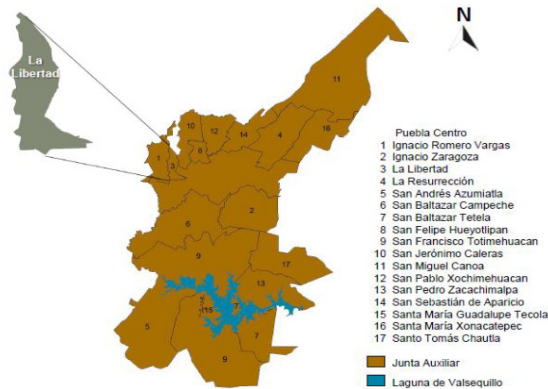
Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	48%	1220
Servicios	40%	1014
Industria	9%	229
Otros	3%	81
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>2541</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

**Datos adicionales:** La integran 34 colonias: Huixcolotera, Lomas de Chapultepec, Gonzalo Bautista O’Farril, El Chamizal, Los Alamos Toltepec, Ignacio Zaragoza, Pedregal, Francisco Javier Clavijero, Unidad y Progreso, Héroes de Puebla, El Encinar, Unidad Vicente Suarez, El Esfuerzo Nacional, Villa Alegre, Infonavit La Flor, La Joya, Bosques la Calera, Insurgentes Oriente, Los Pinitos, EL Mirador (La Calera), Villa las Flores, Valle del Sol, Rincones de la Calera, La Calera, Villa Satélite Calera, Infonavit la Margarita, Arboledas del Sur, Pedregal de la Calera (Fracto.), Santa María la Calera, Lomas del Marmol, Lomas San Alfonso, Residencial Lomas del Angel, Conj.Hab. Heritage II, Conj.Hab. Heritage I.

### 3. LA LIBERTAD

Figura 10: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar La



Libertad

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 96.58% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 28 Infraestructura (JA La Libertad)

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	92.32
	Agua	75.64
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	96.58

**Ubicación:** La Junta Auxiliar La Libertad tiene condiciones similares a la de Ignacio Romero Vargas debido a su ubicación geográfica, sin embargo, esta junta auxiliar se ubica más cerca de la zona centro de la ciudad y cuenta con puntos comerciales más cercanos. Esto debido al crecimiento de la zona metropolitana de la ciudad.

**Colindancias:** Al norte y oeste con la junta auxiliar de Ignacio Romero Vargas, al sur con la cabecera Municipal de la ciudad y, al este con la junta auxiliar de San Jerónimo Caleras.

Tabla 29 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA La Libertad)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	43%	918
Servicios	42%	893
Industria	9%	183
Otros	6%	136
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>2131</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

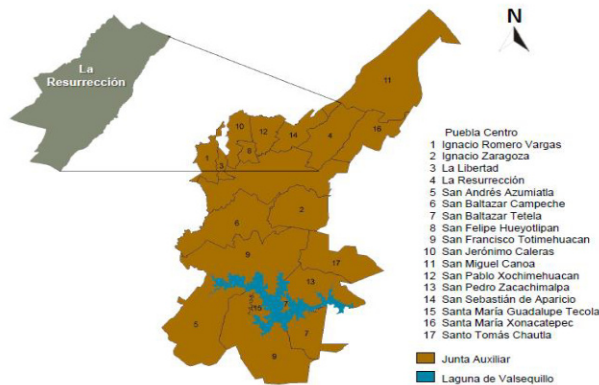


Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Datos adicionales:** La integran 6 colonias: La Libertad, Reforma, Reforma Sur (La Libertad), Ampliación Reforma, Belisario Domínguez, Unidad Palma.

#### 4. LA RESURRECCIÓN

Figura 11: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar La Resurrección



Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Ubicación:** La Junta Auxiliar de la Resurrección es una de las juntas auxiliares más retiradas de la zona centro del municipio de Puebla, ubicándose al norte, colinda con dos juntas auxiliares, Santa María Xonacatepec y San Sebastián de Aparicio.

**Colindancias:** Colinda al norte con la localidad Villa Vicente Guerrero, del Municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala y la junta auxiliar de San Miguel Canoa, al sur con la cabecera Municipal, al este con la junta auxiliar de Santa María Xonacatepec y al oeste con la junta auxiliar de San Sebastián Aparicio.

Del 100% de la superficie el 68.55% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 30 Infraestructura (JA La resurrección)

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	75.43
	Agua	28.33
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	68.55

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Datos adicionales:** Es una de las juntas auxiliares con menos desarrollo social, comparándose con las demás juntas, así como también es una de las que cuenta con mayor población, cuenta con aproximadamente 100 mil habitantes, la población representa el 5.12% del total en el municipio de Puebla. Sin embargo, su ubicación geográfica es uno de los factores que han contribuido a la falta de desarrollo.

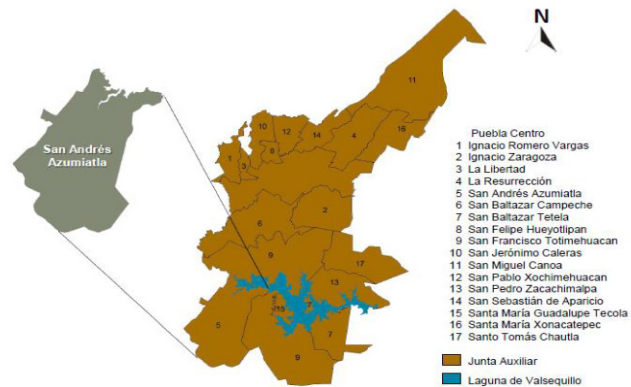
Tabla 31 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA La resurrección)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	50%	1415
Servicios	28%	781
Industria	17%	474
Otros	5%	152
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>2819</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

## 5. SAN ANDRÉS AZUMIATLA

Figura 12: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Andrés Azumiatlá



Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Ubicación:** En el caso de San Andrés Azumiatlá, una de las características principales es que aún existen raíces étnicas arraigadas y grupos vulnerables. Cuenta con una población menor a los 10 mil habitantes, la población representa el 0.6% del total en el municipio de Puebla.

**Colindancias:** Colinda al norte: con el lago de Valsequillo, al sur con el ejido de San Francisco Xalapaxco, Municipio de Teopantlán, al este con la Junta Auxiliar de San Francisco Totimehuacán y al oeste con el Municipio de Ocoyucan.

Del 100% de la superficie el 1.71% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 32 Infraestructura (JA San Andrés Azumiatla)

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	70.00
	Agua	40.00
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	1.71

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Datos adicionales:** La integran 9 colonias: Barrio de San Nicolás Coatepec, Bella Vista, Buena Vista, Buenos Aires, Centro, Cruztitlán, Poza Rica, San Andrés Azumiatla y San Isidro Buena Vista.

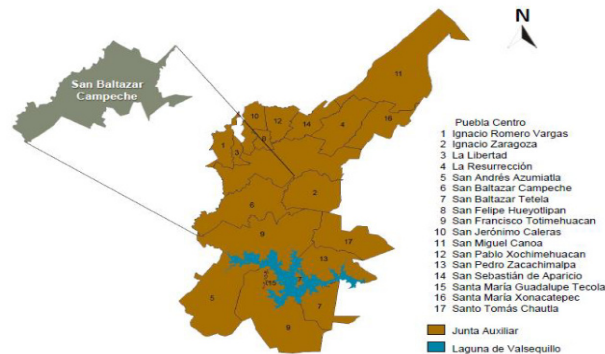
Tabla 33 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Andrés Azumiatla)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	68%	209
Servicios	17%	51
Industria	11%	34
Otros	4%	12
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>306</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

## 6. SAN BALTAZAR CAMPECHE

Figura 13: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Baltazar Campeche



Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 92.63% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 34 Infraestructura (JA San Baltazar Campeche)

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	96.15
	Agua	79.00
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	92.63

**Ubicación:** La junta auxiliar de San Baltazar Campeche se encuentra prácticamente en la zona conurbada de la ciudad de Puebla, es una de las más céntricas y por lo tanto su nivel de desarrollo es superior al de otras juntas auxiliares.

**Colindancias:** Colinda al norte con la cabecera Municipal y la junta auxiliar de Ignacio Romero Vargas, al sur con la junta auxiliar de San Francisco Totimehuacán, al este con la junta auxiliar de Ignacio Zaragoza y al oeste con el Municipio de San Andrés Cholula.

Tabla 35 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Baltazar Campeche)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	46.90%	7678
Servicios	39.40%	6450
Industria	8.40%	1375
Otros	5.30%	868
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>16370</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

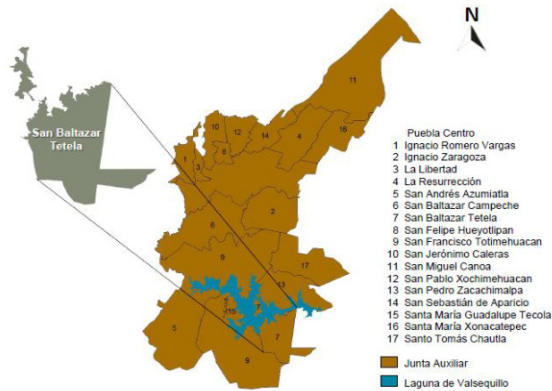
**Datos adicionales:** La integran 145 colonias: Gustavo Díaz Ordaz, Gabriel Pastor 1a. Secc, Reforma Agua Azul, Carmen Huexotitla, Alpha 2 (Fracto.), Rivera del Atoyac, Prados Agua Azul, Plaza Dorada, Miguel Negrete, Huexotitla, Agua Azul (Balneario), San Baltazar Campeche, Gabriel Pastor 2a. Secc, Las Palmas, Seis de Enero, Residencial Boulevares, Bosques de Atoyac, Molino de En medio, José López Portillo (Cd. Niños), Residencial Azul, La Teja, Plaza América, Mayorazgo, María Luisa (Fracto), Plaza Crystal, Insurgentes Centro, Alseseca, Los Ángeles Mayorazgo, Jardines de San Manuel, Villa San Pablo, Villa Carmel, Villa Encantada, El Cerrito, El Mayorazgo, Bugambilias, Las Brisas, Fovissste Damisar(San Baltazar Camp.), Vicente Ferrer, Unidad 22 de Septiembre, Girasol\Fracto), Club de Golf Puebla, El Progreso, Lomas Club de Golf, Los Pilares, Unidad Guadalupe, Everest Fracto, El Paraíso, El Patrimonio, Leobardo Coca C, Las Coloradas, San José Mayorazgo, La Hacienda, Rincón Arboledas, Las Aves, San Baltazar Lindavista, Fovisste San Manuel, Club de Golf, Vicente Guerrero, Fovisste San Roque, Bugambilias 3ra.Seccion, Unidad Alta Vista, Vanguardia Magisterial, Infonavit Mateo de Regil Rguez, Lagulena, Unidad Habitacional Uemac, Vista\Hermosa Cd.Sur, Granjas del Sur, Ex-Rancho Vaquerias, Ciudad Universitaria, Puebla Textil, Campestre Mayorazgo, Geovillas la Vista, Cipreses de Mayorazgo (Fracto.), Coronel Miguel Auza, Infonavit Xaxalpa, Unidad Ex-Rancho Vaquerias, San José los pinos, Lomas del Sur, Loma Linda, Villa Universitaria, Geovillas las Garzas, Infonavit\El Carmen\Gastronómicos), Conj. Hab. Rinconada los Arcos, Popular Emiliano Zapata, Jardín, Camino Real (Fracto), Unidad Hab. Las torres, Conjunto Habitacional Emperador, Galaxia la Laguna, Universidades, Tres Cerritos, Popular Castillotla, 16 de Septiembre Sur, Tres Cruces, Conj. Hab. San Juan Bosco, Lomas San Miguel, Villa del Sur, Popular Coatepec, Conj.

Hab. Paseos del Rio, Universidad, Ex-hda. Mayorazgo, Joya,la (Anexo Lomas San Miguel), Arboledas de Loma Bella, Unidad hab. El fresno, Conj. Hab. Eclipse, Granjas San Isidro, Conj. Damisal, San Francisco Mayorazgo, Infonavit La Carmelita, Jardines de Bugambilias, Universitaria, La Mora, Infonavit Loma Bella, Infonavit San Bartolo, Granjas Mayorazgo, Infonavit San Miguel Mayorazgo, Loma Encantada, La Carmelita, Infonavit Agua Santa, Conj.Hab. Las Mercedes, Infonavit La Victoria, Dos de Octubre, Lomas de Castillotla, S.U.T.E.R.M., San Isidro Castillotla, San Isidro Castillotla (Fracto.), Granjas Puebla, Conj. Hab. Santa Isabel Castillotla, Galaxia Castillotla, Conj. Hab. Villas Perisur, Lomas del Sol, Conj. Hab. Villas Reales, San Carlos, (Fracto.) Castillotla, Real de Castillotla, Infonavit Fuentes de San Bartolo, Geovillas Castillotla, Conj. Hab. Villa del Tratado, Valle del Sur, Valle del Paraíso, San Bernabé Temoxtitla, Jardines de Castillotla, Jardines de Castillotla 5a. Sección, San Agustin, Bosques de la Cañada, Jardines de Juan Bosco.



## 7. SAN BALTAZAR TETELA

Figura 14: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Baltazar Tetela



Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Tetela

**Ubicación:** La junta auxiliar de San Baltazar Tetela, es la más alejada de la zona centro y es la segunda junta con menor población dentro del municipio de Puebla, cuenta con una población de 3,051 habitantes.

**Colindancias:** Al norte con el Lago de Valsequillo, al sur con el ejido Tepenene del Municipio de Tzicatlacoyan, al este con la localidad de Tejaluca del Municipio de Tzicatlacoyan, y al oeste con la junta de San Francisco Totimehuacán.

Del 100% de la superficie el 91.00% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 36 Infraestructura (JA San Baltazar Tetela)

	Tipo	Porcentaje
)Infraestructura	Drenaje	85.00
	Agua	90.00
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	91.00

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Datos adicionales: La integra una colonia, con el mismo nombre San Baltazar Tetela..

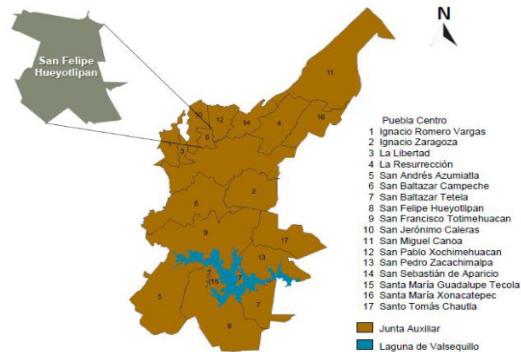
Tabla 37 Estratificación de Unidades económicas, por actividad ( JA San Baltazar Tetela)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	42.60%	69
Servicios	32.10%	52
Industria	18.50%	30
Otros	6.80%	11
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>162</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

## 8. SAN FELIPE HUEYOTLIPAN

Figura 15: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Felipe Hueyotlipan



Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 88.90% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 38 Infraestructura (JA San Felipe Hueyotlipan)

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	95.52
	Agua	75.88
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	88.90

**Ubicación:** La junta auxiliar de San Felipe Hueyotlipan, colinda con dos juntas auxiliares, San Jerónimo Caleras y San Pablo Xochimehuacan. Se ubica en la zona noroeste de la ciudad y su población es de 54 mil habitantes, lo cual representa casi un 4% de la población total del municipio de Puebla.

**Colindancias:** Al norte: con las juntas auxiliares de San Jerónimo Caleras y San Pablo Xochimehuacan, al sur con la cabecera Municipal, al este con la junta auxiliar de San Pablo Xochimehuacan y la cabecera Municipal y al oeste con la junta auxiliar de San Jerónimo Caleras.

Tabla 39 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Felipe Hueyotlipan)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	49.50%	1454
Servicios	37.10%	1090
Industria	6.30%	185
Otros	7.10%	209
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>2937</b>

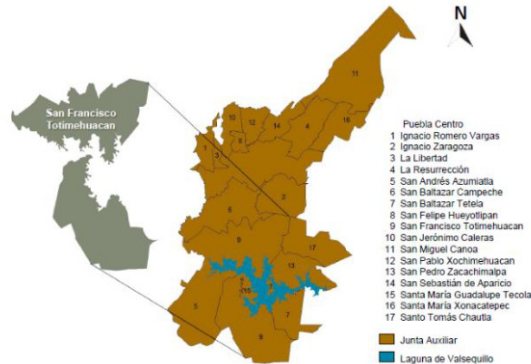
Fuente: DENUE, INEGI 2019

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Datos adicionales:** La conforman 20 colonias: San Felipe Hueyotlipan, Santa María La Rivera, S.A.R.H., Rancho Colorado, Jesús González Ortega, Ex-Rancho Colorado, Fracto. Rancho Colorado, Zona CAPU, San Bernardo, Valle del Ángel, Las Cuartillas, Plaza Pedrera, Plaza San Alberto, Nueva Aurora Popular, Unidad Aquiles Serdán, Residencial del Valle, Quetzalcóatl, Valle Dorado, Francisco Villa (Hoy 26 de Mayo), San Miguel Hueyotlipan.

## 9. SAN FRANCISCO TEOTIMEHUACAN

Figura 16: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Francisco Totimehuacan



Fuente:

Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie, solo el 1.7% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 40 Infraestructura (JA San Francisco Totimehuacan)

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	70.00
	Agua	40.00
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	1.7

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Ubicación:** La junta auxiliar de San Francisco Totimehuacan, es la que cuenta con mayor espacio territorial dentro del municipio de Puebla. Se ubica al sur-oriente de la ciudad y es dividida por la laguna de Valsequillo. Sus 186,715 pobladores representan el 12% de la población total del municipio de Puebla.

**Colindancias:** Colinda al norte: con el lago de Valsequillo, al sur con el ejido de San Francisco Xalapaxco, Municipio de Teopantlán, al este: con la Junta Auxiliar de San Francisco Totimehuacán y al oeste con el Municipio de Ocoyucan.

Tabla 41 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Francisco Totimehuacan)

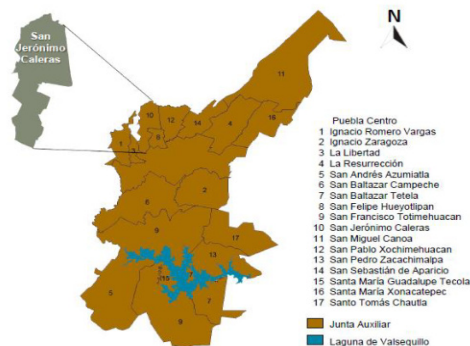
Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	52.40%	2219
Servicios	32.30%	1368
Industria	11.60%	491
Otros	3.70%	157
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>4234</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

**Datos adicionales:** La conforman 66 colonias: Geovillas Los Encinos, Infonavit Luis N Morones, Rancho San Jose Xilotzingo, Vista Alegre, Infonavit San Jose Xilotzingo, Arboledas de San Ignacio, Conj. Hab. Rincon de San Ignacio, Guadalupe Hidalgo, Barrio de Arboledas, Infonavit San Jorge, Campestre del Valle, Los Gavilanes, Conj. Hab. Fundadores, Santa Catarina, Conjunto Habitacional Los Tenores, San Francisco Totimehuacan, Conj. Hab. La Guadalupana, San José Chapulco, Héroes de Puebla, Los (Fracto.), San Ramón, Luna, San Juan Bautista, Artículo 1ero. Constitucional, Pedregal de Guadalupe Hidalgo, Jardines de San Ramón, 18 de marzo, Flor del Sur, Santa Catarina Coatepec, Unidad Villas Periférico, Conj. Hab. Jardines de Santa Rosa, Joyas del Sur, Villa Albertina, Infonavit San Ramón, Conj. Hab. Barrios de Santa Catarina, Conj. Hab. El Refugio, San Alfonso (Fracto.), S.N.T.E, Conj. Hab. Lares San Alfonso, Conj. Hab. El Triunfo, Unidad hab. Hacienda San José, Unidad hab. Magisterial periféricos, Geovillas del Sur, Refugio, El (Fracto.), Nuevo Plan de Ayala, Lomas de San Ramón, Cabañas de Santa María, Valle de San Ignacio, Minerales de Guadalupe Sur, Constitución Mexicana, Santa Lucía, Unidad Antorchista, Lomas de Atoyac, Luis Donald Colosio, Patria Nueva, Nueva Democracia, Lomas de San Valentín, Ampliación Unión Antorchista, La Playa, Loma Bonita Sur, Atotonilco o El Resurgimiento, Balcones del Sur, Cabañas del Lago, Conj. Hab. Santa Catarina, Jardines del Sur, Flores del Pedregal, San Cristóbal.

## 10. SAN JERÓNIMO CALERAS

Figura 17: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San



Jerónimo Caleras

**Ubicación:** La junta auxiliar de San Jerónimo Caleras se ubica al norte del municipio de Puebla y colinda con las juntas auxiliares de San Felipe Hueyotlipán, La Libertad y San Pablo Xochimehuacán, aunque también tiene mucha cercanía con la junta auxiliar Ignacio Romero Vargas. Su población de 73,771 habitantes representa el 4.7% del total de la población del municipio de Puebla.

**Colindancias:** Colinda al Norte con la junta auxiliar de Ignacio Romero Vargas, al sur con la cabecera Municipal, al este con las juntas auxiliares de San Pablo Xochimehuacán y San Felipe Hueyotlipán y al oeste con las juntas auxiliares de La Libertad e Ignacio Romero Vargas.

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 92.06% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 42 Infraestructura (JA San Jerónimo Caleras)

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	88.78
	Agua	68.45
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	92.06

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Tabla 43 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Jerónimo Caleras)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	44.00%	1342
Servicios	39.00%	1190
Industria	10.80%	330
Otros	6.20%	189
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>3051</b>

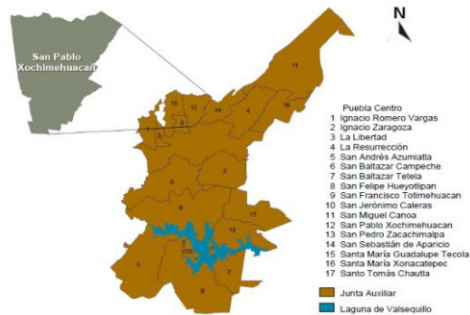
Fuente: DENUE, INEGI 2019

**Datos adicionales:** La conforman 53 colonias: Agrícola Ignacio Zaragoza, Guadalupe del Oro, Los Ángeles Barranca Honda, San Cristóbal Tulcingo (Caleras), Guadalupe Caleras, San Jerónimo Caleras, Lomas Coyopotrero, Loma Bonita, Conj. Hab. Vista del Valle, Vista del Valle, Lomas Tzilotzoni, Conj. Hab. Loma Real, El Fresno, Lomas de San Jerónimo, Conjunto Habitacional el Jazmín, Del Valle (San Jerónimo Caleras), Independencia Caleras, Pedregal de Santo Domingo, Fuentes de Moratilla, Moratilla (Fracto.), La Guadalupana, San José Cuatro Caminos, Paraíso del Ángel, San José las flores, El Riego Sur, Conj. Hab. El Jaguey, Tepetzintla, La Constancia, Campestre del Bosque (Fracto), Las Fuentes de Puebla, Luz Obrera, Club de Golf Las Fuentes, Francisco Villa, San Jerónimo (Fracto.), San Rafael Ote, San Rafael Pte., La Ahogada, Pino Suarez, Cipreses, Los (Fracto.), Zona Cementos Atoyac, Patriotismo, Puerta de Hierro, Obrera Textil José Abascal, Los Vergeles, Residencial Las Alamedas, Francisco I. Madero, Aquiles Serdán, Villa Madero, Rancho Posadas, Villa Posadas, Las Pozas, Real del Monte, Valle del Rey.



## 11. SAN PABLO XOCHIMEHUACAN

Figura 18: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Pablo Xochimehuacan



Fuente:

Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 78.78% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 44 Infraestructura (JA San Pablo Xochimehuacan)

Infraestructura	Tipo	Porcentaje
	Drenaje	84.43
	Agua	50.12
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	78.78

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Ubicación:** La junta auxiliar de San Pablo Xochimehuacan se ubica en la parte norte del municipio de Puebla y colinda con las juntas auxiliares de San Sebastián de Aparicio, San Jerónimo Caleras y San Felipe Hueyotlipan. Su población es de 64,824 habitantes, lo cual representa el 4% de la población total del municipio de Puebla.

**Colindancias:** Colinda al norte con el estado de Tlaxcala y la localidad de Villa Vicente Guerrero, del Municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala y, la junta auxiliar Ignacio Romero Vargas, al sur con la cabecera Municipal, al este con la junta auxiliar de San Sebastián de Aparicio, al oeste con las juntas auxiliares de San Jerónimo Caleras y San Felipe Hueyotlipan.

Tabla 45 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Pablo Xochimehuacan)

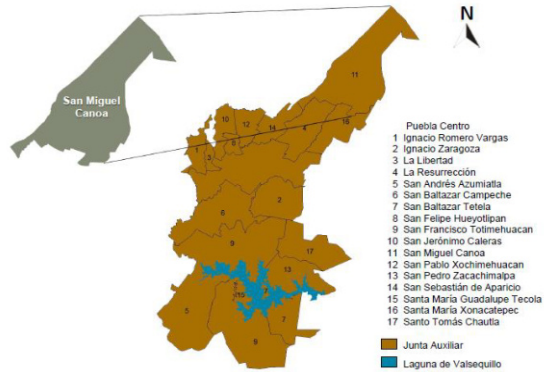
Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	59.00%	2666
Servicios	24.30%	1098
Industria	8.20%	370
Otros	8.50%	384
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>4518</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

**Datos adicionales:** La conforman 17 colonias: Barranca Honda, Miravalle, San José El Conde, La Condesa, San José Los Cerritos, Nueva 13 de abril, Parque Industrial 5 de mayo, Guadalupe del Conde, San Pablo Xochimehuacan, Infonavit Fidel Velázquez, Seda Monsanto, Central de Abastos, Zona Industrial Anexa a La Loma, Villa escondida, La Candelaria, Infonavit Bosques 5 de febrero, La Loma Norte.

## 12. SAN MIGUEL CANOA

Figura



Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Miguel Canoa

19:

**Ubicación:** San Miguel Canoa es la junta auxiliar que se ubica en el extremo norte de la ciudad de Puebla y por lo tanto de esa zona del municipio es la más alejada a la zona centro. Colinda con tres juntas auxiliares: San Sebastián de Aparicio, La Resurrección y finalmente con la junta auxiliar de Santa María Xonacatepec.

**Colindancias:** Al Norte con el Municipio de Acajete, el estado de Tlaxcala y el Volcán la Malinche, al sur con las juntas auxiliares de Santa María Xonacatepec y la Resurrección, al este con el Municipio de Amozoc y al oeste con el estado de Tlaxcala y la localidad de Villa Vicente Guerrero, del Municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala. La conforma una colonia del mismo nombre, San Miguel Canoa

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 51.28% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

**Tabla 46 Infraestructura (JA San Miguel Canoa)**

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	41.16
	Agua	37.16
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	51.28

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Datos adicionales:** Su población de 12,896 habitantes, apenas representa menos del 1% del total de la población en el municipio de Puebla. Así como también se puede observar que su crecimiento poblacional ha sido constante en los últimos veinte años.

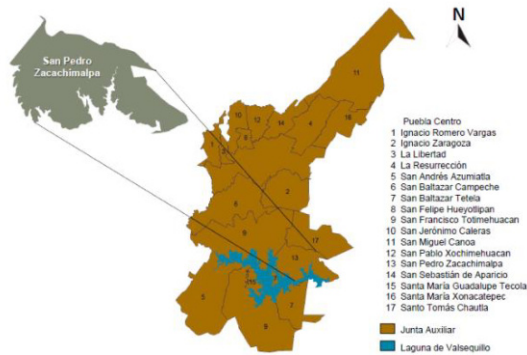
**Tabla 47 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Miguel Canoa)**

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	62.4%	335
Servicios	24.0%	129
Industria	11.7%	63
Otros	1.9%	10
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>537</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

### 13. SAN PEDRO ZACACHIMALPA

Figura 20: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Pedro Zacachimalpa



Fuente:

Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 57.92% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 48 Infraestructura (JA San Pedro Zacachimalpa)

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	72.71
	Agua	39.44
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	57.92

**Ubicación:** San Pedro Zacachimalpa se encuentra junto a la laguna de Valsequillo.

**Colindancias:** Colinda al norte con la junta auxiliar de Santo Tomás Chautla, al sur con el Lago de Valsequillo y la Junta auxiliar de San Baltazar Tetela, al este con el Municipio de Tzicatlacoyan y el ejido de San Baltazar Torija del Municipio de Cuautinchan y al oeste con la junta auxiliar de San Francisco Totimehuacán.

Tabla 49 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Pedro Zacachimalpa)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	60.10%	89
Servicios	17.60%	26
Industria	14.20%	21
Otros	8.20%	12
<b>Total</b>	<b>100.10%</b>	<b>148</b>

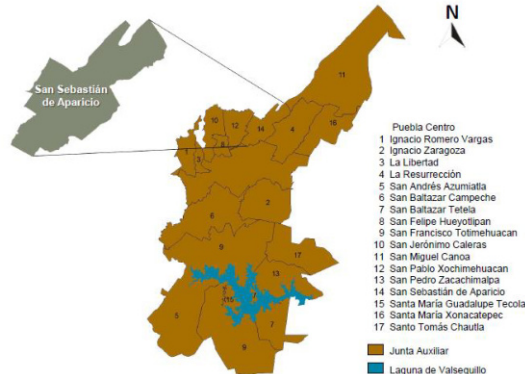
Fuente: DENUE, INEGI 2019

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Datos adicionales:** La conforma una colonia del mismo nombre, San Pedro Zacachimalpa, y cuenta con 4,387 pobladores de los cuales 2,259 son mujeres y 2,097 hombres.

#### 14. SAN SEBASTIÁN DE APARICIO

Figura 21: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar San Sebastián de Aparicio



Fuente:

Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 89.54% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 50 Infraestructura (JA San Sebastián de Aparicio)

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	81.71
	Agua	68.42
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	89.54

**Ubicación:** La junta auxiliar de San Sebastián de Aparicio se encuentra en la zona norte del municipio de Puebla y colinda con las juntas auxiliares de San Pablo Xochimehuacan, La Resurrección y San Miguel Canoa.

**Colindancias:** Colinda al norte con el estado de Tlaxcala y la localidad de Villa Vicente Guerrero, del Municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala, al sur con la cabecera Municipal, al este con la junta auxiliar de la Resurrección, al oeste con la junta auxiliar de San Pablo Xochimehuacan.

Tabla 51 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA San Sebastián de Aparicio)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	45.20%	809
Servicios	36.70%	657
Industria	13.70%	245
Otros	4.40%	79
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>1789</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

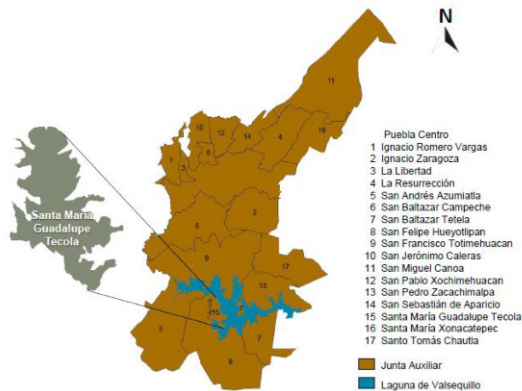
Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Datos adicionales:** La integran 25 colonias: San Sebastián de Aparicio, Solidaridad Nacional, Monte Albán, Jorge Murad Macluf, Real de Guadalupe, San Aparicio Las Fuentes, Infonavit San Aparicio, Conj. Hab. Emperatriz, Unidad Hab. Villa Guadalupe, Conj. Hab. Las Sonatas, Nueva San Salvador, Tres de Mayo, Villas de Márquez, Venustiano Carranza, Santa Rosa, México 83, Infonavit Villa Frontera, Villa Frontera (Fracto), Estación Nueva, Revolución Mexicana, El Pinal, Infonavit San Pedro, Unidad Hab. Tecnológico, Unión y Libertad y Roma.



## 15. SANTA MARÍA GUADALUPE TECOLA

Figura 22: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar Santa María Guadalupe Tecola



Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Ubicación:** Santa María Guadalupe Tecola se ubica en la zona sur de la ciudad de Puebla siendo la junta auxiliar más pequeña de las 17 que integran la capital del estado de Puebla, colinda únicamente con la junta auxiliar de San Francisco Totimehuacán (la de mayor extensión territorial dentro del municipio), así como también tiene límites territoriales con la laguna de Valsequillo.

**Colindancias:** Al norte y sur colinda con el lago de Valsequillo; al este con el lago de Valsequillo y la junta auxiliar de San Francisco Totimehuacán y al oeste con la junta auxiliar de San Francisco Totimehuacán.

Del 100% de la superficie el 94.99% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 52 Infraestructura (JA Santa María Guadalupe Tecola)

	Tipo	Porcentaje
Infraestructura	Drenaje	91.94
	Agua	94.51
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	94.99

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Datos adicionales:** Esta junta auxiliar cuenta con una población menor a mil habitantes (la de menor población dentro del municipio de Puebla), Santa María Guadalupe Tecola aún presenta moderadas extensiones de áreas agrícolas, cuentan con extensiones de áreas verdes debido a las condicionantes del medio físico natural.

La junta auxiliar tiene solamente una colonia bajo el mismo nombre Santa María Guadalupe Tecola.

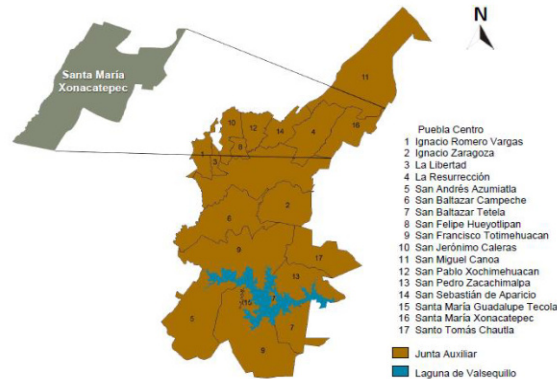
Tabla 53 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA Santa María Guadalupe Tecola)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	N/D	N/D
Servicios	N/D	N/D
Industria	N/D	N/D
Otros	N/D	N/D
<b>Total</b>	<b>N/D</b>	<b>N/D</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

## 16. SANTA MARÍA XONACATEPEC

Figura 23: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar Santa María Xonacatepec



Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 80.99% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 54 Infraestructura (JA Santa María Xonacatepec)

Infraestructura	Tipo	Porcentaje
	Drenaje	78.22
	Agua	36.00
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	80.99

**Ubicación:** La junta auxiliar de Santa María Xonacatepec se encuentra en el nor-oriente de la ciudad de Puebla, colindando con las juntas auxiliares de La Resurrección y de San Miguel Canoa.

**Colindancias:** Al norte con la junta auxiliar de San Miguel Canoa, al sur con la junta auxiliar de Ignacio Zaragoza, al este con el Municipio de Amozoc; y al oeste con la junta auxiliar de la Resurrección.

Tabla 55 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA Santa María Xonacatepec)

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	49.3%	413
Servicios	29.8%	250
Industria	16.0%	134
Otros	4.9%	41
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>838</b>

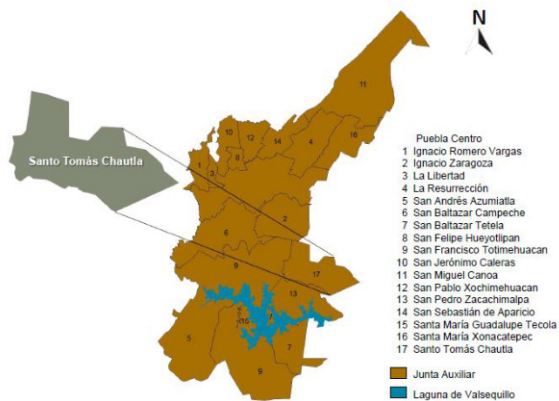
Fuente: DENUE, INEGI 2019

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Datos adicionales:** Su población es de más de 23 mil habitantes, y la integran 13 colonias: San Miguel Xonacatepec, Bosques de Manzanilla, Villa Guadalupe, Jardines de San José, Bandera, Barrio el Cristo, Barrio San Pedro, Campestre San Isidro, Insurgentes, Ocotol Santa María Xonacatepec, San Esteban de las Aves, San Miguel y fraccionamiento la barranca.

## 17. SANTO TOMÁS CHIAUTLA

Figura 24: Ubicación geográfica de la Junta Auxiliar Santo



Tomás

**Ubicación:** La junta auxiliar de Santo Tomás Chautla es una de las juntas auxiliares con menor población dentro del municipio de Puebla. Se ubica en la zona poniente del municipio y colinda con tres juntas auxiliares, Ignacio Zaragoza, San Francisco Totimehuacán y San Pedro Zacachimalpa.

**Colindancias:** Al norte con la junta auxiliar de Ignacio Zaragoza y el Rancho San Bartolo "Flor del Bosque", al sur con la junta auxiliar de San Pedro Zacachimalpa. Al este con el Municipio de Cuautinchan, al oeste con la junta auxiliar de San Francisco Totimehuacán.

Chautla

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Del 100% de la superficie el 51.28% cuenta con la cobertura de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento, como lo muestra la tabla siguiente:

**Tabla 56 Infraestructura (JA Santo Tomás Chautla)**

Infraestructura	Tipo	Porcentaje
	Drenaje	35.17
	Agua	22.61
	Cobertura de servicios de agua, drenaje y saneamiento.	35.89

Fuente: Municipio de Puebla con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

**Datos adicionales:** Su población de 6,575 apenas representa el 0.4% de la población total del municipio de Puebla, y la integran 10 colonias: Barrio Cañada Chica, Barrio La Conchita, Barrio San Juan, Centro, Arboledas, La Concepción, San José Alta Mira, Santo Tomás, Tepeaca y Tepepa.

**Tabla 57 Estratificación de Unidades económicas, por actividad (JA Santo Tomás Chautla)**

Estratificación	Porcentaje	Cantidad
Comercio al por menor	39.20%	166
Servicios	27.50%	116
Industria	18.50%	78
Otros	14.80%	63
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>423</b>

Fuente: DENUE, INEGI 2019

## MARCO NORMATIVO

Dentro del sistema jurídico, el municipio es la base de la organización del Estado Mexicano, hacer una revisión del marco regulatorio o normativo es necesaria para conocer las facultades concurrentes de las autoridades Federales, Estatales y Municipales. Cabe hacer una distinción entre la función municipal y los servicios públicos; doctrinalmente se define a la función pública como el ejercicio concreto de la competencia o poder jurídico del Estado (Acosta, Romero 1993) y como funciones primarias se encuentran: la legislativa, ejecutiva y judicial. Los servicios públicos son aquellas actividades, que por ley deben prestar los Ayuntamientos, de manera uniforme y continua, para satisfacer las necesidades básicas de la ciudadanía.

La función pública es de carácter intransferible e indelegable, mientras que los servicios públicos se pueden transferir, delegar o concesionar, y permiten para su prestación, un fideicomiso, un organismo público descentralizado, una concesión, etc.

Es por ello que en el Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en la Fracción III establece que los municipios tendrán a cargo los servicios públicos de agua potable, drenaje, saneamiento, tratamiento de aguas residuales.

Y en su Artículo 4 párrafo sexto establece que toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. Es el Estado quien garantiza este derecho, y es la ley que debe definir las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines. Esto no solo se limita al agua, si no que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para desarrollo y bienestar. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque.

Para poder puntualizar el contexto municipal actual del marco regulatorio del agua es necesario hacer una breve reseña del contexto económico y político-jurídico del agua.

### Historia de la legislación en materia hídrica

Durante la época colonial los conquistadores demandaron que se les otorgara agua para el desarrollo de sus villas y esta fue conforme a la legislación castellana la cual ordenaba que el agua fuera propiedad eminente y directa de los reyes. En el derecho

castellano el uso del agua se dividía entre público y privado. El acceso público consideraba al agua como un bien común de los habitantes de una ciudad o villa y por ello podía obtenerse de manera gratuita en las fuentes públicas. Los usos privados sobre las aguas fueron otorgados a distintas corporaciones o particulares mediante concesión real y se trataba de un uso concesionado por una merced concedida por el rey o en su nombre, que garantizaba el derecho de uso sobre una corriente o un manantial. En 1573, el rey Felipe II proclamó ordenanzas que fue otro instrumento para regular derechos sobre las aguas donde se especificaba la forma de distribución del agua y de la tierra de cultivo.

Las diferentes formas de gobierno y el marco jurídico adoptado en México durante la primera mitad del siglo XIX, después de la independencia, establecía el control de las aguas como responsabilidad de los gobiernos locales y estatales. Por esta razón, se pueden encontrar numerosos reglamentos y bandos municipales que refieren al tema hidráulico.

Después del triunfo del Plan de Ayutla el Gobierno Federal estableció un proyecto de nación que impulsaba la definición de los derechos de propiedad individuales y plenos. Un punto que inquietaba a los reformadores fue definir los derechos de propiedad del agua, pues este recurso debía establecerse como un bien público y no como un bien corporativo.

A partir de 1856 los liberales mexicanos a través del Gobierno Federal emitieron un decreto señalando que la Junta Superior de Desagüe podía disponer de las aguas estancadas de los ríos del Valle de México.

En 1857 el gobierno mexicano estableció una nueva Constitución Federal donde plasmó los derechos y libertades de sus ciudadanos; entre estos últimos estaba el referente a la propiedad. El Artículo 27 constitucional señalaba que: La propiedad de las personas no puede ser ocupada sin su consentimiento, sino por causa de utilidad pública y previa indemnización. La ley determinará la autoridad que deba hacer la expropiación y los requisitos con que ésta haya de verificarse.

En 1865, el gobierno del imperio promulgó una ley para solucionar las diferencias entre los pueblos generadas por tierras y aguas.

Posterior al arribo de Porfirio Díaz a la Presidencia de México, el Gobierno Federal amplió e intentó fortalecer su control en la administración de los recursos hídricos del país con la expedición de la Ley del 5 de junio de 1888 sobre Vías Generales de Comunicación, que permitía la injerencia de los poderes federales en la administración del agua.



El 6 de junio de 1894 se expidió un decreto que facultaba al Ejecutivo a “hacer concesiones a particulares y compañías para el mejor aprovechamiento de las aguas de jurisdicción Federal, en riegos y como potencia a diversas industrias.

El 17 de diciembre de 1896, el Congreso autorizó al Gobierno Federal ratificar las concesiones otorgadas por los gobiernos estatales sobre aguas de jurisdicción federal.

A partir de la Constitución de 1917, el país hizo del agua una competencia legislativa en gran parte federal. Esta voluntad de centralización había comenzado de hecho con la adopción del artículo 72 de la Constitución de 1857 que concedía a las instancias legislativas federales el poder de reglamentar el transporte.

En 1926 el presidente Plutarco Elías Calles decretó la Ley sobre Irrigación con aguas federales que declaraba de utilidad pública “la irrigación de las propiedades agrícolas privadas”, Para construir las obras de irrigación en la República fue necesario formar un órgano administrativo: la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) que dependería directamente de la Secretaría de Agricultura y Fomento.

En 1934, el presidente Abelardo Rodríguez promovió la Ley de Aguas de Propiedad Nacional donde señalaba que la nación, representada por los poderes federales, tenía la soberanía y dominio sobre las aguas.

En las posteriores décadas se elaboraron leyes, decretos y reglamentos que legislaron principalmente sobre la potabilidad del agua, el abastecimiento en comunidades y el manejo de las cuencas de los principales ríos; fue en 1972 que se creó una nueva Ley Federal de Aguas que principalmente buscaba regular la explotación y aprovechamiento de las aguas propiedad nacional.

En esta misma década la principal discusión fue acerca del federalismo y es por eso que se hace entrega de sistemas de agua a entidades federativas, pero hasta 1983 que se reforma el artículo 115 de la Carta Magna donde se asignó el servicio de agua potable y alcantarillado a los municipios, es en 1989 cuando se reconoce la autonomía que debe tener el agua con lo que se crea la Comisión Nacional del Agua como un organismo Federal desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Entre sus tareas fue actualizar el marco jurídico por lo que el primero de diciembre de 1992 se publica la Ley de Aguas Nacionales que postulaba los principios fundamentales la gestión integrada del agua, la planeación y programación hidráulica, la mayor participación de los usuarios de agua y la seguridad jurídica de los derechos de uso o aprovechamiento, entre otros, un aspecto relevante de esta Ley es

el reconocimiento explícito del principio de que la cuenca junto con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos.

En la primera década del siglo XXI la tendencia mundial ha sido analizar las causas del deterioro ambiental, en México las primeras soluciones se ven reflejadas en la restricción de los volúmenes de extracción y decretos acerca acuíferos sobreexplotados, con intrusión salina, salinización de suelos y aguas subterráneas salobres, pero principalmente en el reconocimiento de este problema al más alto nivel, con la inclusión del agua como un factor estratégico para el desarrollo del país como un asunto de seguridad nacional, junto con los bosques.

### **Ley del Agua para el Estado de Puebla**

La Ley del Agua para el Estado de Puebla establece que la facultad para la prestación de los servicios públicos de agua, drenaje, alcantarillado, saneamiento y el tratamiento de aguas residuales es del Ayuntamiento, quien los prestará por sí mismo o a través de Sistemas Operadores, creados para tal fin, por lo que les otorga, entre otras, las siguientes atribuciones y facultades:

#### Artículo 23.-

XXVII. Realizar visitas de verificación e inspección para comprobar el cumplimiento de las obligaciones a que se refiere la Ley, y en su caso, imponer y hacer efectivas las sanciones que correspondan;

XXVIII. Otorgar a los usuarios los permisos y autorizaciones establecidos en los términos de esta Ley y demás disposiciones legales aplicables;

Artículo 66.- A efecto de garantizar que no se excedan las cargas contaminantes que determinen las Normas Oficiales Mexicanas, el prestador de servicios públicos está facultado para:

II. Imponer a los usuarios restricciones, requisitos o exigir con cargo a los usuarios la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales;

III. En su caso, proceder a la cancelación de las descargas. De ejecutarse la cancelación de las descargas, el costo de dichas obras será a cargo de los infractores, sin perjuicio del pago de los derechos y la imposición de las sanciones que correspondan.

Artículo 67.- Se requiere permiso de descarga emitido por el prestador de servicios públicos que determine el volumen y la calidad de las descargas, en los siguientes casos:

- Industrias y establecimientos con procesos productivos o de transformación de bienes;
- Usuarios que se abastezcan de agua con pozos particulares autorizados;

Artículo 69.- Los permisos de descarga contendrán como mínimo los siguientes datos: I. Nombre o razón social del titular del permiso; II. Domicilio desde donde se verifica la descarga; III. Plano o croquis de ubicación física de la descarga; IV. Giro o actividad preponderante del que se originan las aguas que se descargan; V. Relación de insumos utilizados y diagrama de los procesos que generan descarga; VI. Volumen y gasto máximo instantáneo de la descarga o en su caso, volumen anual de descargas; VII. Plano o croquis de ubicación física del cuerpo receptor de la descarga y el nombre de ésta; VIII. Descripción de las estructuras, instalaciones y procesos para el manejo, tratamiento y control de la descarga; IX. Condiciones particulares de la descarga; X. Forma, procedimiento y periodicidad de los muestreos y análisis que se deberán reportar al prestador de servicios públicos; XI. Obligaciones del responsable de la descarga; XII. Vigencia; XIII. Fecha de expedición, y XIV. Los demás que determine el prestador de servicios públicos.

Artículo 80.- Los usuarios del servicio de agua potable y aquellos que cuenten con autorización para extracción de agua, están obligados al saneamiento de sus aguas residuales, antes de su descarga a la red de drenaje, en términos de las Normas Oficiales Mexicanas, lo cual podrán realizar a través de los procesos de tratamiento que resulten necesarios, en cuyo caso deberán acreditar ante el prestador de servicios públicos el cumplimiento de normas técnicas, ecológicas y condiciones particulares de descarga fijadas por las autoridades competentes.

Artículo 121.- A fin de comprobar que las personas cumplan con las obligaciones a su cargo previstas en esta Ley, en las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales aplicables, los prestadores de servicios públicos estarán facultados para realizar actos de verificación, inspección y vigilancia a través de visitas en inmuebles, obras de construcción y urbanización, en las que constatarán: I. Que la instalación, el correcto funcionamiento de los dispositivos de medición y el registro de mediciones de los mismos sean correctos y adecuados; II. Que el uso de los servicios públicos corresponda a los usos, términos y condiciones que han sido contratados por el usuario; III. Que las instalaciones hídricas reúnan las especificaciones técnicas que correspondan; IV. Que se cumplan los requerimientos de obra necesaria y obra complementaria; V. Que los propietarios o poseedores de los inmuebles que

cuentan con los servicios públicos hayan celebrado el contrato respectivo; VI. Que el funcionamiento de las instalaciones de los usuarios sea el adecuado para garantizar el uso eficiente de los recursos hídricos sin que afecte a los servicios públicos; VII. Que no se causen daños o afectaciones a la infraestructura del prestador de servicios públicos, ni se realicen conexiones ilícitas a la misma; VIII. Que los datos de identificación de los propietarios o poseedores de los inmuebles en dónde se reciben los servicios públicos sean veraces; IX. Que se cumplan las obligaciones fiscales respectivas a cargo de los usuarios y personas que se beneficien de los servicios públicos; X. Que en los inmuebles con toma no existan derivaciones no autorizadas; XI. Que el diámetro de las tomas y las conexiones de la descarga sea el autorizado al usuario; XII. Que la calidad y volumen de las descargas a los drenajes y colectores de los prestadores de servicios públicos sean correctos y adecuados; y XIII. Que los consumos de agua de los diferentes usuarios sean conforme a la normatividad aplicable.

Artículo 122.- A fin de realizar los actos de verificación, inspección y vigilancia a que se refiere el artículo anterior, los prestadores de servicios públicos, estarán facultados para: I. Ingresar a los inmuebles en los que se haga uso de los servicios públicos o en los que existan derivaciones; II. Habilitar días y horas inhábiles para la práctica de las visitas previstas en esta Ley; III. Solicitar de los usuarios, responsables solidarios y terceros relacionados con ellos, toda clase de datos o demás documentos e informes relativos al cumplimiento de las disposiciones de esta Ley; IV. Requerir a los servidores públicos, fedatarios y funcionarios del registro público de la propiedad y de los catastros, los informes y datos que posean con motivo de sus funciones; V. Allegarse de todos los medios de prueba, directos o indirectos, necesarios para comprobar la veracidad de la información proporcionada al prestador de servicios públicos; VI. Suspender los servicios públicos y clausurar provisionalmente los giros, establecimientos, locales, construcciones o inmuebles con irregularidades, o que pongan en riesgo el ambiente, la salud o la seguridad públicas; VII. Solicitar de manera fundada y motivada el apoyo de las autoridades de seguridad pública y cuerpos de emergencia estatales y municipales; y VIII. Colocar sellos o marcas oficiales en los sitios en donde se restrinjan o suspendan los servicios públicos, en términos de esta Ley.

Artículo 123.- Para el ejercicio de las facultades a que se refiere el presente capítulo, los prestadores de servicios públicos podrán hacer uso de las siguientes medidas de apremio: I. El uso de la fuerza pública; II. La imposición de multas equivalentes de diez a cincuenta salarios mínimos vigentes en el Estado; y III. La solicitud a la autoridad correspondiente, para que proceda por desobediencia a un mandato legítimo de autoridad competente.

Artículo 124.- Los actos de verificación, inspección y vigilancia a que se refiere este capítulo deberán iniciarse mediante oficio fundado y motivado emitido por el servidor público competente con base a la normatividad interna del prestador de servicios públicos

de que se trate. El oficio que contenga el mandato antes mencionado deberá contener como mínimo lo siguiente: I. El lugar o lugares donde deban efectuarse; II. La indicación de que dicha visita se realiza al usuario, propietario o poseedor del inmueble en cuestión, y de contarse con información en los registros del prestador de servicios públicos, señalará el nombre o nombres de los visitados; III. La indicación del nombre de las personas que realizarán la diligencia, las cuales pueden ser sustituidas, aumentadas o disminuidas en su número en cualquier momento por el prestador de servicios públicos; dichas personas podrán realizar la visita en forma conjunta o separada; IV. La indicación del objeto de la visita y en su caso, señalar dentro del domicilio visitado los sitios e instalaciones que estarán sujetos a revisión; y V. Expresar los apercibimientos de las medidas de apremio, en su caso.

### **Decreto que crea el Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla**

Con fecha veintiocho de diciembre de mil novecientos ochenta y cuatro se publicó en el Periódico Oficial del Estado el Decreto del H. Congreso del Estado, que crea el Organismo Público Descentralizado denominado Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla, como un Organismo Público Descentralizado de la Administración Pública del Municipio de Puebla, con personalidad jurídica y patrimonio propios, el cual tiene por objeto:

- La planeación, programación, estudio y proyección, aprobación, conservación, mantenimiento, ampliación, y rehabilitación, administración y operación, de obras y sistemas de agua potable, drenaje, alcantarillado y saneamiento de aguas residuales y el reúso de las mismas, así como el tratamiento de aguas sulfhídricas o salinas y su reúso respectivo, y en general la prestación o concesión de servicios, conforme lo establezcan las disposiciones aplicables.
- Recaudar y administrar los ingresos y recursos financieros del Sistema, de conformidad con los ordenamientos vigentes, los Convenios y sus anexos que celebre con otras entidades y dependencias administrativas.
- Para tal efecto, las autoridades del Sistema que ejerzan facultades hacendarías, se considerarán Autoridades Fiscales Municipales.
- Actualizar las contribuciones y productos por los servicios que presta, conforme a la Ley de la materia, así como emitir las tarifas que cobraran los concesionarios a los usuarios por la prestación de los servicios que presten.

- Imponer sanciones por violación a las disposiciones fiscales y administrativas, cuya aplicación corresponde al Sistema.
- Ejercer la facultad económico-coactiva para el cobro de las contribuciones y sus accesorios, productos y aprovechamientos.
- Celebrar Convenios de Colaboración y Coordinación para la prestación de servicios, de conformidad con los ordenamientos aplicables.
- Mejorar los Sistemas de Captación, Conducción, Tratamiento de Aguas Residuales y el reúso de las mismas, así como disponer de los subproductos que se generen, evitando o controlando la contaminación del agua.
- La adquisición, utilización o aprovechamiento por vías de derecho público o privado de obras hidráulicas de propiedad privada, cuando se requieran para la eficiente prestación del Servicio Público de Distribución de Agua Potable, Drenaje, y Alcantarillado Saneamiento o Reúso establecido o por establecer.
- La adquisición de los bienes inmuebles o muebles que se incorporen al patrimonio del Sistema, así como declarar los casos en que dichos bienes se equiparan a los del dominio público municipal, por destinarse a un servicio público.
- La planeación, programación, presupuestación, contratación y en general la realización de todos los actos tendientes a la ejecución de obras públicas, por administración directa o por curso.
- La asesoría a personas físicas o morales respecto a los servicios que presta el Sistema; tratándose de asistencia técnica para las obras o sistemas, se estará a los Convenios o Contratos que para tal efecto celebre con dependencias, entidades o particulares según el caso.

- Emitir los dictámenes técnicos de factibilidad para obras y los Sistemas de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado y Saneamiento de Aguas Residuales, respecto a la construcción de fraccionamientos, lotificación de predios o construcción de obras comprendidas dentro de los planes de desarrollo aplicables.
- Realizar todas las actividades y actos jurídicos encaminados directa o indirectamente al cumplimiento de sus objetivos.

La administración del Sistema corresponde al Consejo, el cual es la suprema autoridad del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (SOAPAP), el cual se integra por:

- ✓ Un Presidente del Consejo, que será el Gobernador del Estado.
- ✓ Un Presidente Ejecutivo, que será el Presidente Municipal de Puebla.
- ✓ Un Director General.
- ✓ Un Secretario.
- ✓ Ocho Vocales que serán:
  - El Director General de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Puebla.
  - El Administrador General de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado.
  - El Director General de Obras Públicas del Ayuntamiento del Municipio de Puebla, y
  - Cinco que serán representantes de los distintos sectores de la sociedad.

Para el cumplimiento de sus objetivos, el SOAPAP tiene las atribuciones que le señala su Reglamento Interior publicado en el Periódico Oficial del Estado el día seis de junio de dos mil cinco.

### **Código Reglamentario para el Municipio de Puebla (COREMUN)**

Para dar sustento legal de las atribuciones y obligaciones de los ayuntamientos, estos formulan y aprueban las disposiciones jurídicas de observancia general, de conformidad con el artículo 115 fracción II de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos donde establece: *que los ayuntamientos tendrán facultades para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia*

*municipal que deberán expedir las legislaturas de los Estados, los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal.*

Es por ello que el 31 de diciembre de 2004 es publicado en el Periódico Oficial del Estado de Puebla un instrumento reglamentario fundamental denominado Código Reglamentario para el Municipio de Puebla COREMUN, cuyo objeto es desarrollar las bases para la organización y el funcionamiento del gobierno municipal, proveer la exacta observancia de las leyes administrativas del Estado en los ámbitos de su competencia, así como regular las actividades privadas y los servicios públicos que al Ayuntamiento le corresponda reglamentar o proporcionar.

Este ordenamiento, en su reforma publicada el 5 de octubre de 2017 en el Periódico Oficial del Estado, legisla en su capítulo 39 lo concerniente a la prevención de la contaminación del agua residual, por medio del drenaje, alcantarillado, saneamiento y reúso.

Este COREMUN no consideraba normas ni procedimientos para regular los límites de las concentraciones de contaminantes presentes en las descargas de aguas residuales a las redes de alcantarillado municipal. Por ello se aplicaban los límites de la NOM-002-SEMARNAT-1996 y los establecidos en los permisos de descarga otorgados por el SOAPAP.

Para reformar el COREMUN se hizo una revisión de los límites de descarga establecidos por la NOM-002-SEMARNAT-1996, por diferentes reglamentos de descargas de otros municipios del país y se consideraron los parámetros establecidos por la Declaratoria de Clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan, y sus afluentes. Quedando en la tabla siguiente los máximos permisibles establecidos por la Autoridad en los permisos de descarga:

**Tabla 58 Límites máximos permisibles en el COREMUN**

Parámetro, acrónimo (unidades de medida)	Concentración promedio mensual	Concentración máxima instantánea
Temperatura, T (°C)	40	40
Grasas y Aceites, GyA (mg/l)	50	100
Sólidos Sedimentables, SS (ml/l)	5	10



Parámetro, acrónimo (unidades de medida)	Concentración promedio mensual	Concentración máxima instantánea
Sólidos Suspendidos Totales, SST (mg/l)	75	150
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO (mg/l)	75	150
Nitrógeno total, Nt (mg/l)	40	60
Fósforo total, Pt (mg/l)	20	30
Potencial de Hidrógeno, pH	5,5 a 10	5,5 a 10
Sustancias Activas al Azul de Metileno, SAAM (mg/l)	1,3	1,3
Demanda Química de Oxígeno, DQO (mg/l)	200	200
Sólidos Disueltos Totales, SDT (mg/l)	500	850
Color (Pt - Co)	100	100
Arsénico, As (mg/l)	0,5	1
Cadmio, Cd (mg/l)	0,5	1
Cobre, Cu (mg/l)	10	20
Cromo hexavalente, Cr6 (mg/l)	0,5	1
Mercurio, Hg (mg/l)	0,01	0,02
Níquel, Ni (mg/l)	4	8
Plomo (mg/l)	1	2
Zinc, Zn (mg/l)	6	12
Cianuros, CN (mg/l)	1	2
Nitrógeno amoniacal, NH4 (mg/l)	25	50
Fenoles (mg/l)	0,04	0,04
Sulfatos (mg/l)	30	50
Coliformes fecales (NMP/100ml)	10000 a 1000000	100000 a 100000000
Huevos de helminto (huevos/l)	1	5
Cloruros (mg/l)	50	90
Toxicidad aguda (U tox)	2	2

Parámetro, acrónimo (unidades de medida)	Concentración promedio mensual	Concentración máxima instantánea
Hidrocarburos fracción ligera C-5 a C-10 (ml/l)	0.4	0.4
Hidrocarburos fracción ligera C-10 a C-28 (ml/l)	0.4	0.4
Hidrocarburos fracción ligera C-18 a C-n (ml/l)	0.4	0.4

De la tabla anterior se puede mencionar lo siguiente:

- La reforma al COREMUN (Artículo 2387) incluye treinta y un parámetros de calidad del agua mientras que la NOM-001-SEMARNAT-1996 contempla veinte por lo cual se tiene un mayor espectro de parámetros de regulación.
- Dado que la NOM-002-SEMARNAT-1996 es de observancia nacional, no fue necesario incluir la materia flotante entre los parámetros del COREMUN porque se regula en la legislación federal y el resultado de la prueba no se presta a interpretación alguna: presente o ausente.

### Plan Rector para el Saneamiento del río Atoyac (Municipio de Puebla)

El Ayuntamiento durante la administración 2014-2018 aprobó en Sesión Ordinaria de Cabildo del diez de junio de dos mil dieciséis, el Compromiso ¡Vive Atoyac! cuyo objeto era recuperar y sanear la cuenca del río Atoyac en el tramo del Municipio de Puebla, durante los siguientes 15 años, en el cuál se sumaron dependencias y organismos de los tres órdenes de gobierno, así como la Asociación Civil Dale la Cara al Atoyac, el Consejo Ciudadano de Ecología, la Cámara Nacional de Comercio y vecinos representante de las colonias colindantes al río, quienes en pleno eligieron la integración de un Consejo Técnico formado por tres especialistas en el rescate y rehabilitación de ríos, los que a su vez, realizaron el estudio y análisis para la elaboración del Plan Rector para el Saneamiento del río Atoyac.

Este Plan contiene un diagnóstico sobre las condiciones actuales del río y la definición de 6 ejes rectores, 22 estrategias y 98 acciones, este Plan fue publicado el cinco de junio de dos mil dieciocho en el Periódico Oficial del Estado de Puebla.

## Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad/ Dirección de Planeación y Conservación de Recursos Hídricos

Derivado del compromiso ¡Vive Atoyac! firmado por la Administración 2014-2018 y de las condiciones alteradas en que se encuentra la calidad del agua de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan, con motivo de las descargas de aguas residuales, la Comisión Nacional del Agua, emitió la Declaratoria de Clasificación de los ríos Atoyac y Xochiac o Hueyapan y sus afluentes, y para ser congruentes con las necesidades de estructuración requeridas en las diversas áreas de la Administración Pública Municipal, se publica en el Periódico Oficial del Estado de Puebla el 15 de marzo de 2018, la modificación a la Estructura Orgánica de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad, creando una unidad administrativa encargada de la vigilancia de la calidad de agua potable, de la prevención y control de la contaminación de la descarga de aguas residuales al drenaje municipal, de la correcta instalación y uso del alcantarillado municipal, de la administración y vigilancia de los procesos para el tratamiento de agua residual, así como el fomento y vigilancia del reúso del agua.

## PROGRAMA DE IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE DESCARGAS

Al analizar los datos que se han documentado en los capítulos anteriores, se observa que a pesar de que existe información respecto a la prestación de los servicios hídricos, ésta se encuentra parcializada e incompleta y sobre todo dispersa entre los tres órdenes de gobierno, por lo que es necesario iniciar con acciones encaminadas a la obtención de censos confiables tanto de las líneas de conducción, recolección y distribución, como de los usuarios y las descargas.

Un programa de identificación y control de descargas, sólo podrá ser desarrollado en la medida en que se conozcan y entiendan las características de las aguas residuales del Municipio en calidad y cantidad. Es por esto que resulta indispensable conocer el funcionamiento de la red de drenaje y alcantarillado, así como conocer con el mayor nivel de detalle posible a los usuarios, es decir el tipo de contaminantes que descargan y la cantidad. Se debe mencionar que, en términos prácticos, es muy complicado llegar a contar con una caracterización muy detallada al inicio, sin embargo, conforme se avance en la operación del programa, debe haber un proceso de mejora continua que permita avanzar en esta caracterización.

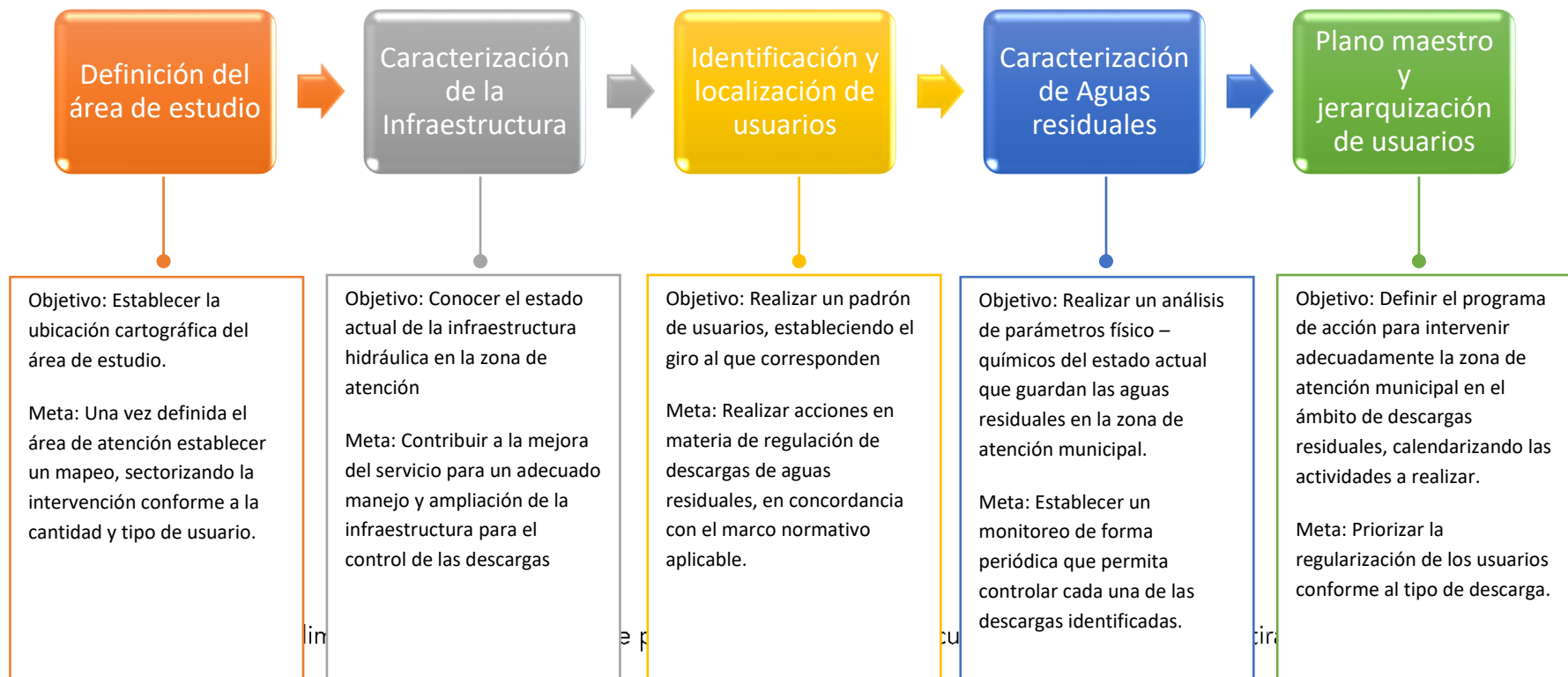
En el presente Programa se sugiere que el área de estudio, correspondería a las zonas en las que se aprecia mayor irregularidad por falta de permiso de descarga emitido por SOAPAP, misma que debe delimitarse, a partir de tres actividades principales:

1. La caracterización de la infraestructura (Red de drenaje, alcantarillado y saneamiento),
2. La caracterización de las aguas residuales (calidad y cantidad de cada descarga y la mezcla en colectores) y
3. La caracterización de los usuarios (identificación, localización entre otros).

La descripción del Programa, se ilustra con el diagrama de flujo que muestra la

Figura 25 Como resultado de las caracterizaciones se obtendrá un plano maestro y la jerarquización de usuarios, que serán de las herramientas más importantes del programa.

Figura 25 Diagrama de flujo para la caracterización del sistema



1. Elaboración de un plano de referencia con la información de la localización e identificación de usuarios, así como los sitios representativos para el muestreo de la calidad del agua, iniciando el análisis a partir de la o las descargas finales del sistema y procediendo en dirección aguas arriba.
2. Analizar la calidad del agua en función de los parámetros máximos permisibles, pero considerando que se puede ampliar la selección en función de los resultados obtenidos. Además, se requiere considerar que la calidad del agua es sólo la mitad de la información, también se requiere conocer los volúmenes de agua para tener un panorama completo.
3. Realizar recorridos de campo para identificar los sitios de muestreo más convenientes y regresar de forma periódica para la toma de muestras y mediciones para analizar los parámetros previamente seleccionados a fin de tener en todo momento un panorama de la situación de los colectores.
4. La información anterior se deberá analizar y compararla con las características de las aguas residuales domésticas para identificar aquellas zonas que sobrepasan de los límites y así identificar las zonas con usuarios comerciales o industriales con descargas contaminantes. Lo mismo se debe hacer con la cantidad de agua, comparada con la densidad urbana y el consumo promedio de agua por habitante de la zona.
5. Al determinar las zonas con descargas de aguas residuales domésticas, el resto serán los puntos críticos del sistema de colectores y deberán ser identificadas las descargas que rebasen los límites. En este punto se deberá considerar que una visita a la empresa o comercio contaminante deberá llevar el respaldo de la caracterización de los colectores para poder argumentar que, efectivamente, se tiene un problema con su descarga independientemente de la hora en que se descargue.

Para lograr todo ello es de vital importancia la selección de contaminantes y frecuencia de la caracterización

La NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-002-SEMARNAT-1996 consideran límites máximos de descarga puntuales y diarios. Los primeros se refieren a los resultados de muestrear sin previo aviso una descarga, para los segundos se debe considerar un trabajo de 24 horas con 6 muestreos que sea representativo de la actividad de la descarga durante ese día. Por ello los primeros límites son más estrictos que los segundos, pero dan un panorama parcial de las características del agua residual porque sólo son representativos del momento del muestreo. Sin embargo, en el caso de los muestreos de 24 horas para determinar los límites máximos diarios, el

costo de los análisis se eleva por la necesidad de hacer 6 análisis de muestras de agua en varios parámetros y el costo de mano de obra durante todo el día. Esta problemática ha hecho que el criterio de frecuencia de la caracterización sea de muestreos puntuales, basados en los límites máximos instantáneos y que se dejen las caracterizaciones de 24 horas para la operación en colectores.

## **DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

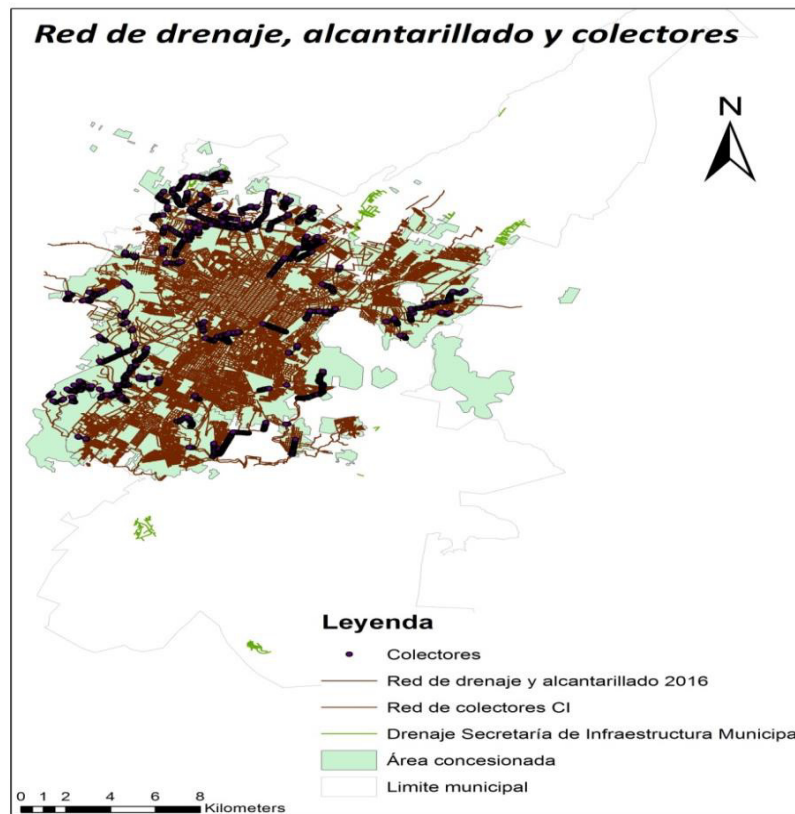
En este punto se dividirá al Municipio de acuerdo a la delimitación de las Juntas Auxiliares, con ello se determinará las áreas de atención y se podrá establecer, una vez determinados los sectores, la planeación para llevar a cabo levantamientos, encuestas y acciones encaminadas a la identificación, caracterización y jerarquización de los usuarios.

Entre las actividades que se deben realizar están, los recorridos de campo, la determinación en gabinete de las curvas de nivel y la topografía para determinar las microcuencas, la ubicación de posibles colectores y redes para establecer los diferentes sectores.

## **CARACTERIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA (RED DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO)**

La infraestructura hidráulica es un conjunto de conductos y estructuras que tienen la finalidad de recolectar en forma segura las aguas residuales de una población, de comercios e industrias, ya sean solas o en forma combinada con las aguas pluviales, para conducirlas a los sistemas de tratamiento y posteriormente disponerlas adecuadamente en el ambiente.

En forma consecutiva tal como se localizan en la red, a partir del usuario hasta la disposición final de las aguas, se denominan: albañal, atarjeas, subcolectores, colectores y emisores. Todos estos elementos conducen aguas residuales, pero con diferentes capacidades, es decir que la principal diferencia reside en los diferentes diámetros que manejan. En particular, los emisores son conductos de gran diámetro que no reciben descargas directas, sino que solamente conducen las aguas a los sistemas de tratamiento y posteriormente a su descarga final.



**Figura 26 Red de drenaje alcantarillado v colectores en el municipio**

Los sistemas de alcantarillado pueden ser, separados, combinados o semicombinados, según la forma de desalojar las aguas pluviales. En el sistema separado, existen dos redes de tuberías para desalojar las aguas, una red sanitaria exclusiva para las aguas residuales y la otra para los escurrimientos pluviales. En el caso de los sistemas combinados, se conducen todas las aguas en la misma red, ya sean residuales o pluviales; y en los sistemas semicombinados existen dos redes, una conduce y recoge las aguas residuales y sólo las aguas pluviales que se captan y escurren de los predios particulares; la otra capta y transporta el resto del agua pluvial.

Además de los conductos en sí, el sistema cuenta con otras estructuras, tales como pozos de visita, estructuras de vertido y estaciones de bombeo, principalmente; y obras complementarias con funciones muy especiales, como, sifones invertidos y cruces elevados. Todas estas estructuras son importantes, ya que será en estos puntos donde se realice la caracterización de las aguas residuales y donde se instalen las estaciones de monitoreo permanente del sistema.

Generalmente, los sistemas de drenaje se van diseñando y construyendo conforme las necesidades de cada población y con presupuestos limitados, lo que ocasiona que frecuentemente ocurran cambios y modificaciones en los planes originales. Por consiguiente, es muy común en el país que las redes de alcantarillado queden conformadas por diferentes tipos de sistemas de conducción, e inclusive que presenten varios esquemas de recolección. Esta situación, presenta problemas de operación, ya que dificulta el entendimiento del funcionamiento hidráulico del sistema. Por esta razón, las rectificaciones y mejoras necesarias del sistema se irán previendo, para poder realizarlas como parte de una propuesta de programa de mantenimiento de la red.



En la actualidad, es una tendencia generalizada construir drenajes separados, ya que se puede tener un mejor control por un lado de las aguas residuales, y por el otro de las aguas de lluvia. Esto, en términos generales, evita que se manejen gastos extremos en las instalaciones de tratamiento y por otro lado permite plantear un manejo específico para el agua de lluvia, que contemple su recolección y disposición adecuada en el medio y su posible uso directo o previo tratamiento.

Por sus características hidráulicas, los sistemas de alcantarillado pueden ser por gravedad o a presión. El segundo caso se prefiere cuando la recolección por gravedad es problemática, ya sea por la topografía o características del suelo. En este caso las tuberías son de diámetros pequeños, por lo que el volumen de recolección es limitado.

Para el caso del Municipio de Puebla, se tiene conocimiento, por los recorridos hechos en los colectores que se tienen zonas de colectores combinados, y otras de colectores de agua residual únicamente, además, no se han evaluado los efectos de los sismos de años recientes en la infraestructura hidráulica, por estar enterrada. Esto se puede evaluar de forma aproximada por las diferencias de caudal de a la llegada de las plantas de tratamiento siempre y cuando se cuente con registros de gasto y la calidad del agua no varíe, lo cual puede indicar la entrada de agua pluvial o subterránea a la red de colectores.

Lo anterior justifica la necesidad de un censo de infraestructura de conducción, drenaje y alcantarillado, considerando el estado en el que se encuentra, lo cual permitirá determinar el presupuesto necesario para la construcción, mantenimiento, reparación y ampliación de las redes y acotar la responsabilidad del Municipio de Puebla en la conducción de las aguas residuales.

## **IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE USUARIOS A PARTIR DE SUS DESCARGAS**

La identificación y caracterización de los usuarios, requiere de varios pasos que deberán realizarse para obtener una base de datos o un padrón confiable y verificado en campo. Estos pasos al menos deberán ser:

1. Listado Preliminar
2. Clasificación de usuarios
3. Censo de descargas de aguas residuales
4. Identificación y localización preliminar
5. Visitas de inspección y verificación

Estas actividades se detallan a continuación

## 1. Listado preliminar

Para proceder con la caracterización de los usuarios es necesario **integrar un listado de todas aquellas actividades industriales y comerciales que existen en el Municipio de Puebla** por medio de la revisión de bases de datos y con recorridos de campo verificar la validez de la información. De estos recorridos se obtendrá información sobre aquellos usuarios que generan descargas directas a los sistemas de alcantarillado y los que existen, pero no se encuentran registrados en las bases de datos. Además, se deben identificar a los transportadores de desechos, los usuarios con riesgo de presentar derrames y usuarios que requieren realizar alguna descarga eventual. Los transportadores de desechos son aquellos usuarios que descargan un desecho líquido, que generalmente resulta de algún servicio de recolección, tal es el caso de los servicios de limpieza de fosas sépticas, las compañías de sanitarios portátiles, el servicio de mantenimiento de trampas de grasas y aceites, entre otros.

Como punto de partida para integrar la lista, se debe revisar lo existente, particularmente, la información disponible en el padrón de usuarios de agua potable. Posteriormente, resulta aconsejable consultar otras fuentes de utilidad, como censos económicos, directorios de cámaras industriales y comerciales, la sección amarilla y padrones de usuarios como son Catastro Municipal y la Unidad de Normatividad Municipal, así como de otros organismos como como la Comisión Federal de Electricidad, Teléfonos de México y otros proveedores de servicios de comunicación. Dependiendo de la confiabilidad de las fuentes de información disponibles se definirá la necesidad de realizar un censo exhaustivo de cada descarga, para identificar usuarios que no se encuentren registrados en ningún padrón. Esta actividad resultará indispensable en zonas con una intensa actividad de la pequeña y mediana industria y comercio.

## 2. Clasificación de usuarios

El listado preliminar de usuarios deberá conformar una base de datos, para lo cual, es conveniente una clasificación de actividades detallada, para ello, podría considerarse el Catálogo de Giros, Comerciales Complementarios, Industriales y de Servicios del Municipio de Puebla (Artículo 627 del COREMUN), clasifica tipo de giro, impacto y riesgo. En términos generales, esta clasificación dividirá a los usuarios en domésticos, comerciales e industriales. A su vez, los usuarios industriales y comerciales se deberán dividir en giros e inclusive subgiros o actividades específicas. La clasificación que se adopte, dependerá de las actividades preponderantes en la zona y de las necesidades del programa. Por ejemplo, en el caso de una gran ciudad, será necesaria una clasificación que

abarque muchas actividades. Pero en el caso de ciudades de menor tamaño en las que predomine cierta actividad, la clasificación no requerirá tantas actividades, pero sí una clasificación detallada de la actividad preponderante. Este sería el caso de la ciudad de León, Gto., en donde predomina la industria curtidora y donde ha resultado de utilidad para el PCD, que la misma actividad se divida según el tipo de proceso de curtido (SAPAL, 1999).

Como guía para el establecimiento de la clasificación de las actividades resulta de utilidad la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, así como el Catálogo del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte SCIAN 2018. En esta clasificación se establecen las ramas que incluyen las principales actividades productivas del país.

Los usuarios de un sistema de alcantarillado pueden descargar una gran variedad de contaminantes, los cuales pueden ser convencionales (materia orgánica, sólidos suspendidos, grasas y aceites, Coliformes etcétera) y tóxicos (mercurio, plomo, cadmio, cromo, solventes, etcétera). Una primera identificación de los contaminantes que pudieran estar presentes en las descargas de aguas residuales y por lo tanto en el sistema de alcantarillado, puede realizarse a partir de los listados de los contaminantes más comunes que genera cada actividad. Estos listados pueden encontrarse en la literatura técnica especializada en desechos industriales.

En un estudio desarrollado por la Universidad Autónoma Metropolitana (1997), para la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, del entonces Departamento del Distrito Federal (actualmente, Gobierno de la Ciudad de México), se realizó un análisis de los principales contaminantes que descargan los giros de la rama 3000 según la CMAP. Estas actividades corresponden a la industria manufacturera y maquiladoras. Los resultados de este estudio se presentan en la Tabla 59 que resultan de utilidad para identificar los tipos de contaminantes descargados por cada actividad en México. Es importante mencionar que, si cierta actividad no aparece en esta tabla, no significa que no sea susceptible de contaminar, y que una actividad por el hecho de estar en el listado, no necesariamente presentará todos los contaminantes indicados. Como complemento a la información de este estudio, se señalan en la misma tabla, aquellos contaminantes que, no obstante que no fueron medidos, generalmente están presentes en descargas de aguas residuales de estos tipos de industrias.

Tabla 59 Contaminantes que presentan valores elevados para los giros de la rama 3000 de la CMAP

RAMA	DESCRIPCIÓN	CE	pH	G y A	SS	SST	DBO	DQO	SAAM
3111	Industria de la carne			x		x	x	x	
3112	Elaboración de productos lácteos			x		x	x	x	
3113	Elaboración de conservas alimenticias	○		x	x		x	x	x
3114	Beneficio y molienda de cereales y otros productos agrícolas			x	x	x			
3115	Elaboración de productos de panadería			x	x			x	
3116	Molienda de nixtamal y fabricación de tortillas	○	○		x	x	x	x	
3117	Fabricación de aceites y grasas comestibles			○				x	
3118	Industria azucarera	○	○			x	x	x	○
3119	Fabricación de cocoa, chocolate y artículos de confitería			x	x	x	x	x	
3121	Elaboración de otros prod. Alimenticios p/consumo humano			x	x	x	x	x	
3122	Elaboración de alimentos preparados para animales			x		x	x	x	
3130	Industria de las bebidas	○		x		x	x	x	○
3140	Industria del tabaco					x	x	x	
3211	Industria textil de fibras duras y cordelería de todo tipo			x			x		x
3212	Hilado, tejido y acabado de fibras blandas, excluye de punto				x	x	x		
3213	Confección con materiales textiles					x	x		
3214	Fabricación de tejidos de punto					x	x		

RAMA	DESCRIPCIÓN	CE	pH	G y A	SS	SST	DBO	DQO	SAAM
3220	Confección de prendas de vestir					x	x		
3230	Industria del cuero, pieles y sus productos	o		x	x	x	x	o	
3240	Industria del calzado, excluye de hule y/o plástico					x			
3311	Fabricación de productos de aserradero y carpintería				x	x	x		
3312	Fabricación de envases y productos de madera y corcho					x	x		
3320	Fabricación y reparación de muebles sobre todo de madera					x	x		
3410	Manufactura de celulosa, papel y sus productos	o		x	x	x	x		
3420	Imprentas, editoriales e industrias conexas			x		x	x		
3511	Petroquímica básica				x	x	x	x	
3512	Fabricación de sustancias químicas básicas	o		x		x	x	x	
3513	Industria de las fibras artificiales y/o sintéticas					x		x	o
3521	Industria farmacéutica			x	x	x	x	x	
3522	Fabricación de otras sustancias y productos químicos	o			x	x	x	x	
3540	Industria del coque		x			x	x	x	
3550	Industria del hule			x		x	x	x	
3560	Elaboración de productos de plástico			x		x	x	x	

RAMA	DESCRIPCIÓN	CE	pH	G y A	SS	SST	DBO	DQO	SAAM
3611	Alfarería y cerámica, excluye materiales de construcción	○			○				
3612	Fabricación de materiales de arcilla para la construcción	○				x			
3620	Fabricación de vidrio y productos de vidrio					x	x	x	
3691	Fabricación de cemento, cal, yeso de minerales no metálicos	○				x	x	x	
3710	Industria básica de hierro y del acero			x	x	x			
3720	Industria básica de metales no ferrosos					x			
3811	Fundición y moldeo de pzas. Metálicas ferrosas y no ferrosas			x	x	x			
3812	Fabricación de estructuras metálicas, tanques y calderas ind.					x			
3813	Fabricación y reparación de muebles metálicos					x			
3814	Fabricación de productos metálicos, excluye maq. Y equipo	x		x	x	x			x
3821	Fabricación, rep. Y/o ensamble de maq. Y equipo específicos				x	x			
3822	Fabricación, rep. Y/o ensamble de maq. Y equipos generales				x	x			
3823	Fabricación y/o ensamble de maq. De oficina e informática					x		x	
3831	Fabricación y/o ensamble de maq. Y equipo eléctricos					x		x	

RAMA	DESCRIPCIÓN	CE	pH	G y A	SS	SST	DBO	DQO	SAAM
3832	Fabricación y/o ensamble de equipo electrónico de radio, TV, comunicación, y uso médico					x		x	
3833	Fabricación y ensamble de aparatos y accesorios domésticos					x		x	
3841	Industria automotriz			o		x			o
3842	Fabricación, reparación y/o ensamble de equipo de transporte y sus partes, x excluye autos y camiones					x			
3850	Fabricación, reparación y/o ensamble de instrumentos y equipos de precisión					x		x	
3900	Otras industrias manufactureras					x	x	x	x

Adaptada de UAM, 1997, EPA, 1987

Nota: x Contaminante medido

o Contaminante potencial

Tabla 60 Contaminantes que presentan valores elevados para los giros de la rama 3000 de la CMAP-continuación-

RAMA	DESCRIPCIÓN	Al	As	Cd	CN	Cu	Cr <sup>6</sup>	Cr tot	F	Hg	Ni	Pb	Ag	Zn	Fenol
3111	industria de la carne		x	x	x	x	x			x		x			
3112	elaboración de productos lácteos		x		x	x						x			x
3113	elaboración de conservas alimenticias									x	x				

RAMA	DESCRIPCIÓN	Al	As	Cd	CN	Cu	Cr <sup>6</sup>	Cr tot	F	Hg	Ni	Pb	Ag	Zn	Fenol
3114	beneficio y molienda de cereales y otros productos agrícolas										x			x	
3115	elaboración de productos de panadería		x	x	x	x	x	x	x	x			x		
3116	molienda de nixtamal y fabricación de tortillas		x	x			x						x		
3117	fabricación de aceites y grasas comestibles				x		x		x	x	x	x	x		
3118	industria azucarera			x											
3119	Fabricación de cocoa, chocolate y artículos de confitería				x		x					x			
3121	Elaboración de otros productos. alimenticios para consumo humano						x	x		x	x		x		x
3122	elaboración de alimentos preparados para animales				x	x				x			x	x	
3130	industria de las bebidas				x			x		x					
3140	industria del tabaco								x			x			
3211	industria textil de fibras duras y cordelería de todo tipo		x	x	x		x	o		x	o	x	x		x
3212	hilado, tejido y acabado de fibras blandas		x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	



RAMA	DESCRIPCIÓN	Al	As	Cd	CN	Cu	Cr <sup>6</sup>	Cr tot	F	Hg	Ni	Pb	Ag	Zn	Fenol
3213	confección con materiales textiles		x	x	x		x		x	x		x	x		
3214	fabricación de tejidos de punto		x	x			x			x		x	x		x
3220	confección de prendas de vestir		x	x	x		x			x	x	x	x		
3230	industria del cuero, pieles y sus productos		o	o	o	o	x	x			o	o		o	o
3240	industria del calzado, excluye de hule y/o plástico		o			o									
3311	fabricación de productos de aserradero y carpintería.					o		o	o		o				o
3312	Fabricación de envases y productos de madera y corcho														
3320	fabricación y reparación de muebles de madera		o							x					
3410	manufactura de celulosa, papel y sus productos		x	x			x			x	x	x			
3420	imprentas, editoriales e industrias conexas		x	x	x		x			x		x	x		
3511	petroquímica básica		o		o			o	o			o		o	
3512	fabricación de sustancias químicas básicas		o	o	o	o		o				o		o	o
3513	industria de las fibras artificiales y/o sintéticas										o				o

RAMA	DESCRIPCIÓN	Al	As	Cd	CN	Cu	Cr <sup>6</sup>	Cr tot	F	Hg	Ni	Pb	Ag	Zn	Fenol
3521	industria farmacéutica		o	o	o			o		o		o		o	o
3522	fabricación de otras sustancias y productos químicos		o	x	o		x	o	o	x		o		o	o
3540	industria del coque		x	x			x		x	x					
3550	industria del hule									x		o		o	
3560	elaboración de productos de plástico		o			o		o		x	o	o		o	
3611	alfarería y cerámica			o		o					o	x		o	
3612	Fabricación de materiales de arcilla para la construcción														
3620	fabricación de vidrio y productos de vidrio		x	x	x		x	x	x	x		x	x		
3691	fabricación de cemento, cal, yeso		x	x	x				x	x		x	x		
3710	industria básica de hierro y del acero			o	o	o		o	o			o		o	o
3720	industria básica de metales no ferrosos		o	o		o		o	o		o	o		o	o
3811	fundición y moldeo de piezas metálicas ferrosas y no			o		o			x	o		o		x	
3812	fabricación de estructuras metálicas			x		o		o		o		o			
3813	fabricación y reparación de muebles metálicos					o		o		o		o		x	
3814	fabricación de productos metálicos	x			x	x	x	x	x	o	x	o	o	x	

RAMA	DESCRIPCIÓN	Al	As	Cd	CN	Cu	Cr <sup>6</sup>	Cr tot	F	Hg	Ni	Pb	Ag	Zn	Fenol
3821	fabricación, reparación y/o ensamble de maquinaria y equipo específicos												o	o	
3822	fabricación, reparación y/o ensamble de maquinaria y equipos generales			x											
3823	fabricación y/o ensamble de maq. de oficina e info.														
3831	fabricación y/o ensamble de maq. y equipo eléctricos		x	x	x		x			o	o	x	x	o	
3832	fabricación y/o ensamble de equipo electrónico		x	x	x	x	x	x		o	o	o	o	x	
3833	fabricación y ensamble de aparatos domésticos		x	x	x		x		x						
3841	industria automotriz					o					o	o		o	o
3842	fabricación, reparación y/o ensamble de equipo de transporte y sus partes, excluye autos y camiones					o						o		o	o
3850	fabricación, reparación y/o ensamble de instrumentos y equipo de precisión			x			x	x				x	x		

RAMA	DESCRIPCIÓN	Al	As	Cd	CN	Cu	Cr <sup>6</sup>	Cr tot	F	Hg	Ni	Pb	Ag	Zn	Fenol
3900	otras industrias manufactureras		x	x	x	o	x	x		x		o	x	o	o

Nota: x Contaminante medido o Contaminante potencial Adaptada de UAM, 1997, EPA, 1987

### 3. Censo de descargas de aguas residuales para contar con información real y actualizada

Una vez que se cuenta con un listado preliminar de las actividades ya clasificadas presentes y validado con los recorridos y muestreos en colectores, se procederá a recabar información de todos los usuarios identificados y no identificados pero ubicados en la zona. Esta recopilación se puede efectuar como un censo o con una campaña de emisión de permisos de descarga, a través del llenado de una solicitud. La forma de realizar depende de la cooperación de la comunidad y de la estrategia que considere se adecuada por parte del área encargada. Una opción que provoca la participación de los usuarios es el envío de formularios o solicitudes pre-llenadas, en las cuales se solicita al usuario la confirmación o modificación de la información y el llenado de lo faltante. Se debe aclarar que este trabajo no busca tener una muestra representativa de los usuarios del servicio, al contrario, se busca tener el mayor porcentaje de los usuarios registrados para poder determinar el universo estadístico de usuarios.

El objetivo del censo es confirmar la presencia de los usuarios identificados y recabar información sobre las características de la descarga, que permita proceder con la caracterización del sistema. El censo se puede realizar en varios frentes de trabajo que incluyan entrevistas telefónicas, envío por correo, visitas personales e inclusive visitas de inspección de aquellos usuarios que, por el tipo de giro, se considere generen descargas de alto impacto.

Es importante, en este punto, reiterar que la facultad para emitir permisos de descarga es del SOAPAP, por lo que será el Consejo Directivo del dicho Organismo, quien determine los alcances del presente Programa, así como deberá definir los términos de la colaboración que se requiera de la propia administración municipal, con el objetivo de intercambiar información relevante, para la elaboración del Censo, así como su actualización y sobre todo su utilización tanto en la planeación y programación del desarrollo municipal, como el control del desarrollo urbano y la gestión adecuada del agua.

#### 4. Identificación y localización preliminar

Con base en las actividades señaladas en los puntos anteriores, se podrá contar con una primera identificación de los usuarios los cuales deberán ser localizados en el área de estudio, y de preferencia ubicarlos a partir de la geo-posición y coordenadas geográficas. Además del domicilio de las instalaciones, debe referirse a un sector o subsector de la red hidráulica. Esto permitirá relacionar la cantidad y calidad del agua residual en cierta sección o ubicación sectorizada, con un usuario o grupo de usuarios.

Esta actividad puede resultar compleja, en especial si la red hidráulica no se encuentra dividida en sectores claros, y se debe tener presente que la identificación y localización de usuarios deberá establecerse como una actividad permanente y en constante mejora.

#### 5. Visitas de verificación o inspección

A partir de la identificación y localización de los usuarios se deberá plantear un programa de visitas para verificar la información recabada, conocer al usuario, las actividades que realiza y, principalmente, caracterizar sus descargas. Las visitas de verificación cuando se realizan bajo un formato legal toman el carácter de visitas de inspección, también llamados actos de autoridad.

En este caso, es importante realizar la programación de visitas de conformidad con el Catálogo de giros contaminantes emitido por SOAPAP y el análisis de contaminantes por ramas y giros de la CMAP, entre otros. Los criterios que se podrán considerar para definir la importancia de los usuarios, son los siguientes:

- Industrias y comercios grandes definidas en el volumen de consumo de agua y en la cantidad de contaminación generada.
- Industrias y comercios que representen un riesgo potencial alto porque manejen sustancias tóxicas o peligrosas de acuerdo a los establecidos en la NOM-002-SEMARNAT-1996 y el COREMUN.

### CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

En general, la caracterización de las aguas residuales debería ser el primer paso para establecer los límites máximos de descarga o ratificar que los límites determinados en la MON-002-SEMANRAT-1996 son los adecuados. Sin embargo, en el Municipio de Puebla, los límites ya están definidos en el COREMUN y en el acuerdo tarifario del SOAPAP. Esto hace que la caracterización sea un proceso de inspección y control de las descargas más que uno de identificación de las mismas.

Aún con lo anterior, es importante considerar que, de conformidad con la Ley del Agua para el Estado de Puebla, las aguas residuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Domésticas, provenientes de casas habitación, utilizadas en las actividades cotidianas de alimentación e higiene personal, estas aguas residuales no tienen problemas para cumplir con los límites de la NOM-002-SEMARNAT-1996 ni con el COREMUN, sin embargo, identificar el incumplimiento de estas normas en una zona residencial es un fuerte indicador de empresas o comercios clandestinos.
- Municipales, aguas que han sido utilizadas en servicios urbanos, tales como lavado de calles, banquetas y vehículos, riego de áreas verdes, fuentes, en general son aquellas generadas por la propia operación de las dependencias de gobierno, aunque se puede considerar las generadas por centros deportivos o estadios y algunas empresas de transporte con descargas de características similares.
- Comerciales, aquellas descargadas por establecimientos comerciales, tales como restaurantes, bares, centros comerciales, estadios, lavanderías, las cuales tienen contaminantes específicos como grasas y aceites, pero en general no son tóxicas.
- Industriales, son las aguas residuales que han sido utilizadas en procesos y servicios industriales con características muy particulares respecto a las anteriores, en general con contaminantes tóxicos que rebasan los límites establecidos y que requieren un tratamiento previo para su descarga a los colectores.

En los sistemas de drenaje municipal las aguas residuales predominantes son las de tipo doméstico en todas las zonas y las municipales en algunos sectores y las variaciones de la calidad se consideran por la presencia de actividades comerciales e industriales. Sin embargo, el hecho de que existan empresas y comercios clandestinos dentro de las zonas residenciales o fugas de

agua residual por ruptura de los colectores o intrusión de agua del subsuelo por las mismas fracturas hace que esto sea de difícil comprobación.

Para evaluar la pertinencia de los límites establecidos en el COREMUN, se deben considerar los contaminantes considerados en las Normas Oficiales Mexicanas para el control de las descargas de aguas residuales:

- Norma Oficial Mexicana [NOM-001-SEMARNAT-1996](#), que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- Norma Oficial Mexicana [NOM-002-SEMARNAT-1996](#), que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- Norma Oficial Mexicana [NOM-003-SEMARNAT-1997](#), que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
- Norma Oficial Mexicana [NOM-004-SEMARNAT-1999](#), que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para lodos provenientes del desazolve, de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal; de las plantas potabilizadoras; y del tratamiento de las aguas residuales, para su disposición final y aprovechamiento.

Estas normas son obligatorias en todo el país, de carácter general y establecen los parámetros mínimos que se deben cumplir para cada una de las actividades contempladas, relacionadas con el control de la contaminación de las aguas y actividades afines. Sin embargo, en el caso del Municipio de Puebla, también se deben considerar los siguientes factores:

- La capacidad de saneamiento de las plantas de tratamiento municipales.
- Los límites establecidos en la Declaratoria del río Atoyac para las descargas de las mismas plantas.
- Los efectos a la salud humana de los contaminantes emergentes que no se encuentran en el marco legal pero que se han documentado en diferentes estudios médicos.

En la Tabla 61 se listan los contaminantes considerados en la NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 Y NOM-003-SEMARNAT-1997 para agua y los límites máximos permisibles para los lodos de las plantas de tratamiento establecidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Tabla 61 Parámetros y Límites Máximos Permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas para el Control de las Descargas de Aguas Residuales.

Parámetro	NOM-001-SEMARNAT-1996		NOM-002-SEMARNAT-1996		NOM-003-SEMARNAT-1997	
	Uso en riego agrícola (a)		Descargas hacia alcantarillados urbanos o municipal		Reúso con contacto indirecto	Reúso con contacto directo
	P. M.	P. D.	P. M.	P. D.	P. M.	P. M.
pH (unidades)	5 a 10	5 a 10	5.5 a 10	5.5 a 10	N. A.	N. A.
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1,000	2,000	N. A.	N. A.	1,000	240
Huevo de helminto (huevo/l)	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	5	1
Temperatura (°C)	N. A.	N. A.	40	40	N. A.	N. A.
Grasas y aceites (mg/l)	15	25	50	75	15	15
Materia Flotante (mg/l)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos sedimentables (ml/l)	1	2	5	7.5	N. A.	N. A.
Sólidos suspendidos totales	150	200	75	125	30	20
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	150	200	150	200	30	20
Nitrógeno total (mg/l)	40	60	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Fósforo total (mg/l)	20	30	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Arsénico (mg/l)	0.2	0.4	0.5	0.75	0.2	0.2



Parámetro	NOM-001-SEMARNAT-1996		NOM-002-SEMARNAT-1996		NOM-003-SEMARNAT-1997	
	Uso en riego agrícola (a)		Descargas hacia alcantarillados urbanos o municipal		Reúso con contacto indirecto	Reúso con contacto directo
	P. M.	P. D.	P. M.	P. D.	P. M.	P. M.
Cadmio (mg/l)	0.2	0.4	0.5	0.75	0.2	0.2
Cianuro (mg/l)	2	3	1	1.5	2	2
Cobre (mg/l)	4	6	10	15	4	4
Cromo (mg/l)	1	1.5	0.5	0.75	1	1
Mercurio (mg/l)	0.01	0.02	0.01	0.015	0.01	0.01
Níquel (mg/l)	2	4	4	6	2	2
Plomo (mg/l)	0.5	1	1	1.5	0.5	0.5
Zinc (mg/l)	10	20	6	9	10	10

(a) Cuerpo de agua tipo a según la definición de la Ley de Agua Nacionales.

P.M. Promedio Mensual

P.D. Promedio Diario

Fuente: elaboración propia con colaboración de GIZ.

### Selección de puntos críticos

Para llevar a cabo la caracterización del agua que transporta la red de alcantarillado o drenaje es necesario definir puntos representativos de la calidad del agua que se genera en los diferentes sectores y subsectores del sistema y en donde sea posible mantener un monitoreo permanente. La cantidad de puntos en un sistema dependerá de la mezcla de aguas residuales domésticas, industriales y comerciales que se presente en cada sector. Por ejemplo, un sector netamente doméstico tendrá al menos un punto crítico localizado en la descarga y un subsector o sector con actividades industriales y comerciales podrá tener varios puntos, que permitan conocer las variaciones de calidad, en especial si en el sector se encuentran usuarios importantes.

Por todo esto, se debe considerar como un punto importante, el contar con un laboratorio establecido y certificado por la EMA, que cuente con personal capacitado en toma de muestras y procedimientos para obtención de resultados de análisis de laboratorios, lo cual reduciría los costos y en muchas ocasiones, los tiempos, sobre todo si se cuenta con un laboratorio móvil para este fin.

#### a) Trabajo de gabinete

Partiendo del plano de localización de usuarios se deberán localizar los puntos críticos. Por lo regular, estarán ubicados en la unión de los colectores de cada sector o subsector a los siguientes colectores o emisores; las estructuras de dichas descargas deberán permitir realizar mediciones de gastos y toma de muestras. Algunas veces un sector estará bien definido por alguna estructura especial, como los cárcamos de bombeo o pozos de visita, pero, en otras ocasiones, habrá que localizar el mejor punto disponible o incluso habrá que construir un registro o pozo de visita específico.

En términos generales, la selección se debe realizar tratando de identificar aquellos sitios en donde la calidad del agua residual sea diferente a la puramente doméstica, con base en la sectorización y localización de usuarios y partiendo de las descargas finales del sistema (o el punto de llegada a los sistemas de tratamiento), procediendo aguas arriba.

#### b) Trabajo de campo

Una vez identificados los puntos críticos en el plano del sistema se deberá realizar un recorrido de campo, para ubicarlos. Es conveniente que en este recorrido se realice una evaluación preliminar de la calidad del agua en cada sitio, que permita confirmar lo que se espera encontrar.

En el mejor de los casos esta evaluación se realizará mediante el análisis y mediciones de campo de algunos parámetros básicos como DQO, grasas y aceites, conductividad, pH, temperatura y oxígeno disuelto, principalmente. De no contar con suficientes recursos, se podrán tomar mediciones, como la temperatura, el pH o la conductividad. Con base en los resultados de esta evaluación preliminar se podrán suprimir aquellos puntos en los que el agua residual presente valores semejantes al agua residual doméstica. En términos generales, las aguas residuales industriales presentan valores más elevados de conductividad, materia orgánica o temperatura, en comparación con las descargas domésticas y los valores de pH pueden estar afuera del intervalo típico.

Para apoyar esta actividad, resulta muy conveniente contar con una caracterización de las aguas residuales puramente domésticas del sistema que sirva como referencia. Ésta puede realizarse en el drenaje de una unidad habitacional o grupo de casas-habitación en donde la presencia de actividades comerciales e industriales sea nula o mínima.

Como parte del contrato para la homologación del marco normativo en materia de control de descargas y con la finalidad de determinar las cuotas de derecho de descarga en los colectores se consideró la metodología del Acuerdo Tarifario del SOAPAP y los resultados de 54 monitoreos de colectores hechos durante 2019 con un laboratorio acreditado. Se debe señalar que los monitoreos no contemplaron todos los colectores ni todos los parámetros del acuerdo tarifario por lo que las cuotas resultantes se deben incrementar en caso de tener datos de todos los colectores y los parámetros.

Los estudios de caracterización del agua residual están encaminados a determinar los componentes físicos, químicos y biológicos del agua y su variación, que permitan establecer con certidumbre acciones de control de la contaminación, incluyendo el diseño de sistemas de tratamiento. Toda caracterización debe incluir la medición del gasto en el momento de tomar las muestras.

Las aguas residuales varían en su composición y cantidad a lo largo de un día, de una semana y en el año. En el caso de las aguas residuales domésticas, la principal variación se debe a la cantidad de agua empleada en los hogares durante el día y a lo largo de la semana; en términos generales, se utiliza más agua en las mañanas y al anochecer, que en el resto del día y de lunes a viernes y más que la utilizada en fines de semana, no obstante, cada comunidad dependiendo de sus costumbres presentará un patrón específico.

En el caso de las aguas residuales industriales, su variación se presenta en cantidad y calidad, sin ningún patrón generalizado; quizá el único, en algunos casos, sea la disminución de volumen en la madrugada, pero muchas veces, es a estas horas cuando se efectúan descargas de contaminantes almacenados o provenientes de actividades de lavado de equipos o cambios de procesos.

La variación anual es debida principalmente a la época de lluvias y sequía, aunque las grandes industrias pueden presentar variaciones estacionales importantes, que afecten al sistema. Las lluvias presentan dos efectos que modifican la calidad del agua: la dilución por el incremento del volumen y el arrastre de materiales. Aquellos contaminantes disueltos, como la CE, generalmente disminuirán su concentración y los que se encuentran suspendidos, como las Grasas y Aceites, aumentarán por el arrastre. Un aspecto

que afecta la variación esperada es el tamaño del sistema, específicamente la superficie de escurrimiento y el tipo de suelo. Por ejemplo, en la Ciudad de México la concentración de la mayoría de los contaminantes se mantiene prácticamente constante en ambas épocas, sin embargo, los valores máximos que se han medido se presentan claramente en la época de lluvias.

### Recomendaciones para la caracterización de aguas residuales de acuerdo con la CONAGUA

La Comisión Nacional del Agua recomienda en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), en la Guía para el control de Descargas, lo siguiente para tener éxito en los programas de control de descargas:

*La caracterización de aguas residuales es una actividad que requiere la inversión de importantes cantidades de recursos; que resulta muy redituable, ya que será el fundamento para implementar y operar correctamente el PCD.*

*Con el objetivo de minimizar los costos, un primer paso es contar con una buena descripción del sistema y con resultados de análisis preliminares que permitan seleccionar los puntos críticos con mayor certidumbre. Una buena planeación de la caracterización representará obtener el máximo beneficio*

*En la planeación de la estrategia de caracterización, es importante enfatizar que siempre será preferible tener pocos puntos bien caracterizados, que muchos poco representativos. Para lo cual, es recomendable definir la caracterización que se requiere, en número de variables y muestras, para después seleccionar los puntos que se puedan caracterizar con base en los recursos disponibles.*

*El criterio general para determinar el número de muestras y variables es realizar más en aquellos sitios donde se espere mayor variación, tanto en el espacio como en el tiempo.*

## PLANO MAESTRO Y JERARQUIZACIÓN DE USUARIOS

Como último paso en el proceso de caracterización, se debe analizar la información recabada y organizar en una base de datos, y en un plano maestro que abarque toda la infraestructura hidráulica y de saneamiento. Con esto se obtiene una visión general del sistema de colectores y de saneamiento, es decir, del número de usuarios por tipo de actividad, por sector y las características de las aguas residuales en los colectores. Además, esto ayudará a establecer una jerarquía de los usuarios identificados basado en la cantidad y calidad del agua que descarguen.

El plano maestro será la herramienta principal para el análisis y control del sistema y para la programación de actividades enfocadas a mejorar la caracterización en aquellos aspectos que presenten problemas de información o que se requieran conocer con más detalle; éste puede ser el caso de volúmenes de descarga de subsectores o usuarios específicos o concentraciones de cierto contaminante, por mencionar algunos aspectos. La información compilada en el plano maestro y las bases de datos deberán ser actualizadas permanentemente dada la naturaleza del servicio otorgado: las descargas de aguas residuales son dinámicas y en función de los procesos productivos y de la actividad económica.

Finalmente, una vez que la información ha sido revisada y organizada, **es conveniente que se establezca una jerarquía** de los usuarios para enfocar los trabajos de regulación y control. Esta jerarquía dependerá del tamaño de los usuarios, del tipo de contaminantes que descargue, de su localización dentro del sistema y de la prioridad de control que se defina. Por ejemplo, en una zona en la que haya poca actividad industrial y por lo tanto poca presencia de contaminantes tóxicos, por lo que esto deberá enfocarse al control de la carga orgánica y de contaminantes como sólidos sedimentables o grasas y aceites; adicionalmente pueden presentarse niveles elevados de algún otro en particular, lo que podría considerarse un criterio adicional.

Este Plano Maestro deberá integrarse en un Sistema de Información Geográfica, el cual servirá como un tablero de control, en el cual se podrá dar seguimiento a las acciones realizadas, además de que será una herramienta importante para la toma de decisiones y la determinación de la orientación del gasto a proyectos de inversión.

Al final el plano maestro contendrá el análisis y síntesis de la información de todas las actividades que se han realizado y de la información obtenida a partir de ellas, con lo que el plano maestro será un tablero de control que permita tener un pulso de la situación y dinámica del área que nos compete.

## CONSIDERACIONES FINALES

En las páginas anteriores se han determinado los procesos y actividades para la identificación y reconocimiento de los establecimientos comerciales, industriales y de servicios y la manera de evaluar si estos se encuentran comprometidos con el cumplimiento de las políticas para el control de descargas de aguas residuales.

Pero hay que tener en cuenta que, a pesar de que el presente Programa representa un importante instrumento para lograr la coordinación y colaboración entre la administración municipal y el SOAPAP con el objetivo de llevar a cabo acciones para el control de las descargas residuales y así prevenir y reducir la contaminación de los cuerpos de agua que atraviesan nuestro Municipio, su implementación depende de la aprobación que realice su propio Consejo Directivo, de conformidad con el ámbito de la competencia y suficiencia presupuestal de cada uno.

Asimismo, en caso de que de manera favorable se apruebe su implementación, la administración municipal, a través de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad, en su oportunidad, deberá realizar las diligencias necesarias, a efecto de contar con la disponibilidad de recursos humanos y materiales para llevar a cabo su participación en el presente Programa, de conformidad con las facultades establecidas en su Reglamento Interior y en base a la normativa municipal para el ejercicio del gasto público.

## ASPECTOS INSTITUCIONALES

Las actividades en materia de identificación y de control de descargas, deben tener un fundamento legal en el ámbito federal, estatal y municipal, que permitan contar con la autoridad necesaria para ejercer sus funciones. A partir de este marco legal, se deberán plantear los instrumentos para la administración del presente Programa, los cuales son los permisos de descarga, el esquema tarifario (como instrumento económico) y las sanciones y los incentivos. Cabe mencionar que toda propuesta de control de la contaminación no funcionará sino se cuenta con instrumentos que permitan sancionar el incumplimiento e incentivar el control.

La reforma de 1983 al artículo 115 constitucional contiene aportaciones de trascendencia para los gobiernos municipales a fin de que tuvieran mayores atribuciones para gobernar, destacando:

- Considera la autonomía de los ayuntamientos al otorgarles la facultad para expedir bandos de policía y buen gobierno, reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general, sin que tengan que contar con la aprobación de los Congresos locales, sólo debiendo observar las bases normativas que definan éstos, a efecto de normar su procedimiento y de asegurar que se observe el orden jurídico federal y estatal.
- Servicios públicos mínimos que son competencia exclusiva del municipio y se deja abierto para que las legislaturas locales determinen otros servicios públicos que puedan prestar los municipios, lo cual queda sujeto a la capacidad administrativa y financiera que tengan para llevarlos a cabo. Asimismo, prevé la asociación municipal de un mismo estado, previo acuerdo de sus ayuntamientos, para la prestación más eficaz de los servicios públicos y supeditados a las leyes que expidan las legislaturas locales para tal efecto.

En la fracción III, los servicios públicos considerados se modifican con la reforma de 1999, por el término de funciones y servicios públicos que deben atender de manera exclusiva los municipios, los cuales son ampliados en distintos incisos de la fracción referida, con respecto a la reforma de 1983. Se destacan los cambios de la manera siguiente:

- En el inciso a, en materia de agua potable y alcantarillado, se le agrega drenaje, tratamiento y disposición de aguas residuales.

La reforma a la fracción V otorga atribuciones a los municipios para orientar y conducir el crecimiento urbano y preservar el equilibrio ecológico municipal; prevé la coordinación entre la Federación y los estados en estas materias, así como la participación del municipio en los planes de desarrollo regional.

La reforma a la fracción II donde establece que los municipios estarán investidos de personalidad jurídica y manejarán su patrimonio conforme a la ley.

Los ayuntamientos tendrán facultades para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal que deberán expedir las legislaturas de los Estados, los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal.



Derivado de lo anterior el 28 de diciembre de 1984 fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Puebla el decreto del H. Congreso del Estado por el que crea el Organismo Público Descentralizado denominado Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla, con el objeto de que el servicio de agua potable y alcantarillado pueda prestarse en condiciones de mayor eficiencia, aumentar la capacidad de atención de los usuarios y fortalecer su estructura financiera.

Ahora bien, este Municipio recibió y aceptó nuevamente, la Recomendación no. PFFPA1/2C.5/002/2015 de fecha 29 de enero de 2015 que la PROFEPA emitió, respecto al río Atoyac, esta consta de 8 recomendaciones, entre ellas:

5.- Instruir a la autoridad competente para:

a) realice control y vigilancia de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado para cumplir con normas y proceder en caso de no hacerlo

Es por ello, que el **15 de marzo del 2018** fue publicado en el Periódico Oficial del Estado el acuerdo por el que se reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad creando la Dirección de Gestión del Agua y Planeación con el objetivo de contar con una unidad administrativa municipal que tenga competencia en materia de agua potable, drenaje, alcantarillado y saneamiento.

Como se ha visto durante el desarrollo de este documento, la competencia para ejecutar un Programa de Identificación y Control de Descargas en el Municipio de Puebla, es el SOAPAP, sin embargo, en virtud del compromiso que el Ayuntamiento del Municipio de Puebla tiene, para garantizar que la prestación de los servicios públicos, como en este caso específico, el de agua, drenaje y alcantarillado sean de calidad; así como para impulsar acciones concretas con el objetivo de controlar y reducir la contaminación de los cuerpos de agua nacionales que atraviesan nuestro Municipio de Puebla como son el río Atoyac, el río Alseseca y el río San Francisco, se ha propuesto la elaboración del presente documento, el cual, en observancia a su ámbito de competencia, deberá, después de ser aprobado en el pleno del Ayuntamiento, ser turnado al Consejo Directivo del SOAPAP para su consideración y en su caso, determinar los alcances del presente Programa, así como para definir los términos de la colaboración que se requiera de la propia administración municipal, a través de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad y específicamente de su Unidad administrativa denominada Dirección de Planeación y Conservación de Recursos Hídricos, toda vez que es un tema de suma importancia para ambos entes públicos y de indudable beneficio para la población no sólo del Municipio de Puebla sino también de los municipios conurbados.

En el mismo sentido, para lograr los objetivos del presente programa, se requiere que el Consejo Directivo del SOAPAP determine por su parte y en el ámbito de su competencia los estímulos que se otorgarían a los usuarios que se adhieran al PCD, ya sean de carácter técnico o económicos, siempre y cuando dichos usuarios, lleven a cabo las recomendaciones de mejora de procesos o adecuaciones a su infraestructura, que les hayan sido recomendados por el mismo SOAPAP.

Adicionalmente, como parte de los requerimientos institucionales se sugiere establecer acuerdos de participación con los sectores industriales, comerciales y Juntas Auxiliares. Estos acuerdos deben surgir de reuniones en las cuales se explique en qué consiste el programa, las actividades que contempla, así como los costos y beneficios que representará. Una forma de lograr estos acuerdos es a través de las cámaras industriales y comerciales. La experiencia en las principales ciudades del país, que a la fecha cuentan con un Programa de Identificación y Control de Descargas en operación, demuestra que, independientemente del planteamiento técnico del programa, su éxito consiste en la aceptación y cooperación de los usuarios.

Entre las consideraciones adicionales, se encuentran los aspectos normativos que permitan la incorporación y aplicación de los siguientes temas:

1. **Definición del área de interés.**- Delimitación del área de estudio
2. **Permisos de descarga.**- Deberán estar fundamentados en la legislación federal, estatal y municipal.
3. **Esquema Tarifario o Acuerdo Tarifario.**- Para este tema se debe considerar dos puntos, primero el acuerdo tarifario que actualmente se encuentra vigente por parte de SOAPAP.
4. **Acta de visita.**- Este documento permitirá realizar actos de autoridad, es importante señalar que es necesaria la firma del Convenio de colaboración con SOAPAP.
5. **Programa de regularización.**- Una vez que se cuente con un censo de infraestructura, la caracterización de las descargas y la identificación, localización y jerarquización de los usuarios, se debe dar inicio a una campaña de difusión sobre las acciones que se tomarán en materia de control de descargas, invitando a que las diferentes unidades económicas inicien el proceso de regularización.
6. **Sanciones.**- Estas deben estar determinadas de acuerdo al establecimiento de Límites Máximos Permisibles y al cobro de los excedentes contaminantes.

7. **Incentivos.-** Son apoyos indirectos que se ofrecen para promover el cumplimiento o avances en las metas del programa. En muchos casos, los incentivos van implícitos en las estrategias de tarifas o sanciones. Aquel usuario que cumple, e inclusive mejora las condiciones de su descarga, no será acreedor a sanciones y pagará tarifas más bajas, lo que le representará beneficios económicos. Sin embargo, este proceso deberá aplicarse una vez que se haya realizado el programa de regularización.
8. **Un programa intensivo en materia de educación y cultura hídrica.**

## ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Recursos humanos.- De acuerdo con CONAGUA, en términos generales, un programa de identificación y control de descargas requiere contar con una plantilla entre 10 y 20 personas por cada 1,000 descargas, como se ha mencionado, en el área de estudio se tiene un registro de más de 9000 unidades económicas registradas, y de ellas se determinó un total de más de 3,500 unidades con giros con descarga contaminante, sin contar las empresas que no se encuentran legalmente instaladas.

Además de los recursos humanos se deben considerar ciertas áreas, que realicen las actividades para la implementación del programa, y estas son: Inspección y Vigilancia, Normatividad, Manejo de Información y Laboratorio; en la medida que evolucione el programa se podrán considerar otras áreas.

Inspección y Vigilancia	La actividad más intensiva del Programa de Identificación y Control de Descargas es la que se refiere a las visitas de inspección y la vigilancia del sistema. Inicialmente, las visitas de inspección se realizan para recabar información específica y para atender una solicitud de permiso de descarga. El objetivo es corroborar y aclarar la información presentada por el usuario. Las visitas domiciliarias o de inspección presentan ventajas, ya que aseguran que la información es correcta, completa y adecuada, y establecen un medio de comunicación directa con el usuario, que facilita el entendimiento del programa y la cooperación.
Normatividad	Con base en la solicitud del permiso de descarga y el dictamen técnico realizado por el área de inspección y vigilancia, el área de normatividad será la responsable de emitir el documento correspondiente y darle seguimiento al cumplimiento de las condiciones establecidas. De esta

forma, esta área será la responsable de aplicar las sanciones por incumplimiento, por ello es indispensable que cuente con personal con perfil jurídico, que entienda los aspectos técnicos de la actividad y capacitado específicamente en la aplicación de leyes y procedimientos.

**Manejo de Información** La información generada en el programa, tanto en el área de inspecciones y vigilancia como en normatividad debe ser manejada y procesada sistemáticamente. Además de tener el banco de información del programa actualizado, esta área será la encargada de los reportes internos y de difusión del programa. El personal asignado debe estar capacitado en el manejo de sistemas de información, bases de datos y generación de reportes.

**Laboratorio** Los análisis de calidad del agua representan la parte más importante de los costos de operación de un PCD. Por esta razón, en muchos casos resulta conveniente contar con su propio laboratorio; además, de que la capacidad de los laboratorios privados es limitada en el país y la calidad de los mismos no siempre es la adecuada. Poder contar con un laboratorio que pueda ser acreditado bajo los procedimientos establecidos por la *Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN)* significa una ventaja adicional, pues puede ser aprovechado para ofrecer servicios de análisis a comunidades aledañas, lo que generaría ingresos adicionales.

En la actualidad, el acreditamiento de un laboratorio de pruebas, como sería el caso de un laboratorio de análisis químicos en el área ambiental, se realiza ante la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA), entidad privada e independiente y creada sin fines de lucro, a raíz de las reformas a la LFMN realizadas en 1997.

El instalar un laboratorio de calidad del agua dependerá de la capacidad del área encargada o del Municipio, y de la cantidad de análisis que se tengan que realizar. Un volumen considerable de análisis podrá llegar a justificar la inversión en instalaciones, equipo y personal especializado. Es importante mencionar que, no obstante, los beneficios que se puedan llegar a obtener, un laboratorio de calidad del agua es una actividad especializada, que requiere una fuerte inversión inicial, gastos de operación considerables y una administración eficiente.

## CONCLUSIONES

### Generales

- Existe un marcado fenómeno de concentración dispersión, así como una metropolización acentuada en el Municipio de Puebla, lo cual genera mayor demanda de agua y por ende aumento en agua contaminada, tanto urbana como industrial.
- La contaminación de la cuenca (ríos Atoyac, Alseseca y San Francisco), es elevada, y está afectando a la población en diferentes aspectos, social, económico y de salud.
- Se tiene una Declaratoria que estamos obligados a cumplir, ocho recomendaciones de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, y una recomendación de la Comisión Nacional de Derechos Humanos.
- De acuerdo con el DENUE 2019, existen 9,824 unidades económicas que se encuentran en la zona en la que se aprecia mayor irregularidad por falta de permisos de descarga emitidos por SOAPAP, de las cuales 3,589 se pueden considerar como giros con una carga contaminante superior y diferente a las domésticas y a las urbanas. Esto no incluye a las unidades económicas que operan de forma clandestina
- La administración municipal no cuenta con información actualizada sobre usuarios, infraestructura y descargas a colectores en el Municipio de Puebla, derivado de la falta de instrumentos de coordinación eficaz con el SOAPAP.
- Las plantas de tratamiento tienen una baja eficiencia.
- Las fuentes de abastecimiento en las Juntas Auxiliares se encuentran administradas y operadas por comités vecinales de agua.
- Hay una deficiente regulación de las descargas industriales y de los fraccionamientos y unidades habitacionales.
- Incumplimiento por parte de usuarios de la obligatoriedad del tratamiento de agua.

### Marco Jurídico e instrumentación

- En el Municipio de Puebla, la prestación del servicio público de agua, drenaje y alcantarillado es competencia del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (SOAPAP).
- Se precisa de la coordinación y colaboración entre la administración municipal y el SOAPAP con el objeto de realizar, entre otras, acciones en materia de inspección y vigilancia con base en el capítulo 39 del COREMUN para controlar las descargas contaminantes de establecimientos irregulares, en el Municipio de Puebla, pero especialmente en las Juntas Auxiliares, que es donde se aprecia mayor irregularidad en este aspecto.
- Se deberán suscribir acuerdos de participación con los sectores industriales, comerciales y Juntas Auxiliares.
- Se requiere establecer coordinación y colaboración entre las autoridades de los tres órdenes de gobierno, en el ámbito de su propia competencia.
- No se ha considerado el uso de las facultades concurrentes, para atender la problemática de la contaminación de los recursos hídricos y la aplicación de un programa de control de descargas.
- Se necesita que el Consejo Directivo del SOAPAP emita un acuerdo para la implementación del presente Programa.
- Respetar el ámbito de competencia del SOAPAP respecto al otorgamiento de factibilidades de agua y drenaje, así como difundir entre las unidades administrativas municipales encargadas de otorgar permisos para fraccionamientos, licencias de construcción, licencias de funcionamiento y supervisión de obras, para prevenir la irregularidad en la instalación de empresas o desarrollos inmobiliarios, especialmente en las Juntas Auxiliares.
- La **Dirección de Planeación y Conservación de Recursos Hídricos** Actualmente cuenta, entre otras, con la atribución para llevar a cabo, de conformidad con disposiciones aplicables y los convenios, contratos, acuerdos y demás instrumentos jurídicos que se suscriban con las autoridades federales, estatales y municipales competentes, la planeación, programación, presupuestación, administración, extracción, explotación, uso, aprovechamiento, preservación del agua y recarga de acuíferos,

así como la prestación del servicio público de agua potable, agua tratada, drenaje, alcantarillado, saneamiento, disposición de aguas residuales y reúso y demás relacionadas con los recursos hídricos y la red de infraestructura hidráulica en el área de cobertura;

### Cronograma de actividades

Considerando las cinco etapas del Programa:

1. Definición del área de estudio
2. Caracterización de la Infraestructura
3. Identificación y localización de usuarios
4. Caracterización de Aguas residuales
5. Plano maestro y jerarquización de usuarios

Y un eje transversal: Cultura del agua.

Se sugiere la observancia del cronograma de actividades, con metas, indicadores, necesidades, observaciones y responsables, mismo que se entrega en el **anexo 1 Cronograma de actividades del Programa de Identificación y Control de Descargas.**

## BIBLIOGRAFÍA

- Blanco Rojas, Harold (2009). Identificación y manejo de áreas de recarga hídrica en la parte media-alta de las microcuencas Palo, Marín y San Rafaelito, San Carlos Costa Rica. Tesis para optar al grado académico de: Magister Scientiae en Manejo de Recursos Naturales con Mención en Gestión Ambiental. San José, Costa Rica. 150 pp
- Burgos, Ana y Gerardo Bocco (2014): "La gestión del agua y el aporte de la geografía al enfoque de cuencas hidrográficas en México". En: Pérez Correa, Fernando (Coord.) Gestión pública y social del agua en México. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- CONAGUA (2010): Estadísticas del Agua en la cuenca del Río Balsas, 2010. CONAGUA- SEMARNAT, México.
- CONAGUA (2011): Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. CONAGUA, México.
- CONAGUA (2014): Estadísticas del Agua en México. Comisión nacional del agua (CONAGUA), México, D.F.
- CONAGUA. 2018. Estadísticas del agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México, 282 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 440 páginas.
- Donis-Caceres, L. F. (2015). Identificación de zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río negro, ciudad de Guatemala. Tesis de Licenciatura. Universidad Rafael Landívar.
- El-Hassanin, A. S., Labib, T. M. y Gaber, E. I. (1993). Effect of vegetation cover and land slope on runoff and soil losses from the watersheds of Burundi. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 43(3-4), 301-308. Guatemala De La Asunción.
- Faustino, J. (2011). Importancia del Bosque- Agua. Manual Manejo Integrado de Cuencas (CATIE, Ed.).
- Federico Aguilera Klink, « Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales », *Polis* [En línea], 14 | 2006, Publicado el 08 agosto 2012, consultado el 08 noviembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/polis/5044>
- Flores-Márquez, E. L., Jiménez-Suárez, G., Martínez-Serrano, R. G., Chávez, R. E., & Silva-Pérez, D. (2006, 30 mayo). Study of geothermal water intrusion due to groundwater exploitation in the Puebla Valley aquifer system, Mexico. *The Journal Review*, 1(1), 1219-1222.
- Hernández, C. y Rosa Aca (2010): "Estructura y diferencias socioeconómicas de la Zona Metropolitana Puebla- Tlaxcala". En: Hernández, Celia y otros (Coord.) La zona metropolitana Puebla -Tlaxcala. Situación actual y posibilidades de desarrollo. Universidad Autónoma de Tlaxcala (UAT), Tlaxcala, México, pp. 91-137.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques). (2005). Programa de Investigación de Hidrología Forestal. Guatemala.



IMTA-SEMARNAT (2007): Manejo Integrado de las aguas subterráneas en los Acuíferos Puebla- Alto Atoyac, Estados de Puebla y Tlaxcala. Informe final. CONAGUA, México.

IMTA-SEMARNAT (2010): Estudio geohidrológico del acuífero valle de Puebla, estado de Puebla. CONAGUA, México.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010): Censo de población y vivienda. INEGI, Aguascalientes, México.

INEGI. Compendio de información geográfica municipal. Puebla, 2010.

- Diccionario de datos edafológicos Escala 1:250 000. Aguascalientes, 2017.
- GUÍA PARA LA INTERPRETACIÓN DE CARTOGRAFÍA EDAFOLOGÍA. MEXICO, 2004.
- «Instituto Nacional de Estadística y Geografía.» Instituto Nacional de Estadística y Geografía.2010. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx> (último acceso: 07 de Julio de 2019).
- Síntesis Geográfica del Estado de PUEBLA. Aguascalientes, Ags.: INEGI, 2000.
- INEGI. (2005). Guía para la interpretación de cartografía geológica. Recuperado de [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/geolo/GEOI.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/geolo/GEOI.pdf) (último acceso: 03 de Julio de 2019).

López Zamora, Rafael (2013): Sujetos sociales, conflictos y gestión de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en el "espacio social-natural" de la ciudad de Puebla 1984-2010. Tesis Doctoral, FE-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla.

López Zamora, Rafael (2013): (2014): Los servicios de agua potable y saneamiento en la ciudad de Puebla. Sujetos sociales, poder y modelo de gestión. Edición electrónica, FE- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla.

Matus, O., Faustino-Manco, J. y Jiménez-Otárola, F. (2009). Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica: aplicación práctica en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua.

Matus, S. 2007. Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE.

Méndez Rodríguez, Alejandro (2006): Estudios urbanos contemporáneos. IIECUNAM-Miguel Ángel Porrúa, México, D.F.

ONU-HABITAT-SEDESOL (2011): Estado de las ciudades de México. ONU, México.

Ornelas, Jaime y Luz María Martell (2010): "La Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala". En: Hernández, Celia y Otros (Coords.). La zona metropolitana Puebla –Tlaxcala. Situación actual y posibilidades de desarrollo. Universidad Autónoma de Tlaxcala (UAT), Tlaxcala, México.

Pichardo Pagaza, I. 2009. Responsabilidades municipales en materia ambiental. *Convergencia, Revista de Ciencias Sociales*, núm. 49, 2009, Universidad Autónoma del Estado de México

Ramírez, Blanca (2010): "Urbanización- Metropolización: Elementos teóricos para la comprensión de la Región Puebla –Tlaxcala". En: Hernández, Celia y otros (Coords.) *La zona metropolitana Puebla –Tlaxcala. Situación actual y posibilidades de desarrollo*. Universidad Autónoma de Tlaxcala (UAT), Tlaxcala, México, pp. 17-50.

Rafael de Jesús López Zamora, Ramos Montalvo Vargas "Expansión urbana, agua potable y saneamiento en la zona metropolitana puebla tlaxcala (zmppt)" En: *Revista: Oidles Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*.

Robles, Fabián (2005): "Tlaxcala, situación crítica". En *Agua. Revista Edición especial*. México: La Jornada, p. 104-105.

Rodríguez-Tapia L., Morales\_Novelo J y Zavala-Cargas P (2012) *Evaluación socioeconómica de daños ambientales por la contaminación del Río Atoyac*,. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2012

Schosinsky, G. (2006). Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un Balance de suelos. *Revista Geológica de América Latina*. Universidad de Costa Rica. CATIE.

SECODUVI (2012): *Plan de desarrollo de la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala*. Consejo de desarrollo metropolitano Puebla–Tlaxcala; Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Vivienda (SECODUVI), Tlaxcala; Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial, Gobierno del estado de Puebla, México.

SEDESOL-CONAPO-INEGI (2010): *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México*. Disponible en [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Zonas\\_metropolitanas\\_2010](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Zonas_metropolitanas_2010)

SOAPAP (2013): *Información Básica del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (IBS)*. Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (SOAPAP), Puebla.

Vázquez de León, Juan por mandato de su majestad Carlos V (1535): *Real Cédula de Fundación de la ciudad de Tlaxcala*. Centro de Estudios de Historia de México (CEHM). Biblioteca digital mexicana en [http://bdmx.mx/detalle/?id\\_cod=8](http://bdmx.mx/detalle/?id_cod=8), México, consultado el 10-09-2015.

Por lo anteriormente expuesto y fundado, se somete a consideración de este Honorable Cuerpo Colegiado el siguiente:

### DICTAMEN

**PRIMERO.-** Se aprueba en lo general y en lo particular el Programa de Identificación y Control de Descargas, en los términos señalados en el considerando IX del presente Dictamen.

**SEGUNDO.-** Se solicita a la Presidenta Municipal de Puebla, instruya a su Representante en el Consejo Directivo del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (SOAPAP), para que someta a la consideración de dicho órgano colegiado, el presente Programa de Identificación y Control de Descargas, con el objetivo de que sea aprobada su implementación en el Municipio de Puebla.

**TERCERO.-** Se instruye al Secretario del H. Ayuntamiento para que notifique el presente Dictamen a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad, así como a la Dirección General del SOAPAP para su conocimiento.

**ATENTAMENTE. CUATRO VECES HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA A 16 DE JULIO DE 2021. "PUEBLA, CIUDAD INCLUYENTE". LAS REGIDORAS Y EL REGIDOR, INTEGRANTES DE LA COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL H. AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE PUEBLA. MARÍA ROSA MÁRQUEZ CABRERA. PRESIDENTA. RÚBRICA. AUGUSTA VALENTINA DÍAZ DE RIVERA HERNÁNDEZ. VOCAL. RÚBRICA. PATRICIA MONTAÑO FLORES. VOCAL. RÚBRICA. ANA LAURA MARTÍNEZ ESCOBAR. VOCAL. RÚBRICA. JORGE IVÁN CAMACHO MENDOZA. VOCAL. RÚBRICA. CINTHYA JUÁREZ ROMÁN. VOCAL.**

**EL QUE SUSCRIBE, EDGAR DAMIÁN ROMERO SUÁREZ, SECRETARIO DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE PUEBLA, CERTIFICO QUE LA RESOLUCIÓN QUE ANTECEDE FUE APROBADA EN LOS TÉRMINOS SEÑALADOS POR UNANIMIDAD DE VOTOS EN LA TRIGÉSIMA QUINTA SESIÓN ORDINARIA DE CABILDO CELEBRADA EL 18 DE AGOSTO DE 2021. LO ANTERIOR, PARA LOS EFECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS A QUE HAYA LUGAR. CUATRO VECES HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, A 18 DE AGOSTO DE 2021. "PUEBLA, CIUDAD INCLUYENTE". RÚBRICA.**



Por lo tanto, así se tendrá entendido para su ejecución; instruyendo se publique en la Gaceta Municipal, se circule y observe.

ATENTAMENTE. CUATRO VECES HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, A 18 DE AGOSTO DE 2021. "PUEBLA CIUDAD INCLUYENTE". CLAUDIA RIVERA VIVANCO, PRESIDENTA MUNICIPAL CONSTITUCIONAL DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DE PUEBLA. RÚBRICA.

## ANEXO 1

### CRONOGRAMA DEL PROGRAMA DE IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE DESCARGAS

Etapa 1	Definición del área de estudio	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
<b>Objetivo</b>	Definir los límites del área de estudio.	Límites del área de estudio establecidos	El Programa debe aplicarse en todo el Municipio de Puebla, con especial atención en las zonas en las que se aprecia mayor irregularidad por la falta de permisos de descarga emitidos por SOAPAP.	SOAPAP y Municipio de Puebla	Reconocer la importancia del programa como instrumento para controlar las descargas de aguas residuales y prevenir la contaminación de los cuerpos de agua que atraviesan el Municipio de Puebla
<b>Meta</b>	Generar la cartografía del área de estudio	Cartografía digital generada	Se requieren de recursos materiales, equipos de cómputo y recursos humanos con la finalidad de llevar a cabo, computadoras especializadas y estaciones de trabajo para manejar los archivos cartográficos, así como las bases de datos, para finalmente realizar el análisis necesario para la delimitación	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	Contar con la información de SOAPAP sobre su cobertura, para así determinar el área de estudio. (Participación de SOAPAP, CEASPUE, Secretarías de Infraestructura Municipal y Estatal)
Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo)	Presentación y aprobación del Programa en el Consejo Directivo del Sistema Operador de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla (SOAPAP)		En la discusión para la aprobación del Programa, el Consejo Directivo del SOAPAP deberá determinar, los estímulos que se otorgarán a los usuarios que se adhieran al Programa, la participación del Municipio de Puebla y los recursos humanos y materiales que requiere su implementación.	Municipio de Puebla/ Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad	Implementar el Programa con la colaboración y coordinación del SOAPAP Y el Municipio de Puebla

Etapa 2	Caracterización de la Infraestructura	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
<b>Objetivo</b>	Identificar la ubicación, características y estado actual de la infraestructura hidráulica en el área de estudio.		La actividad que considera toda el área de estudio es permanente y se intervendrán conforme se tenga avance de cada Junta Auxiliar.		
<b>Meta</b>	Elaborar el diagnóstico de la infraestructura hidráulica en el área de estudio	% de cobertura en los servicios de agua potable y drenaje	--	SOAPAP Y/O Municipio de Puebla	Los requerimientos para recursos materiales y humanos, serán cubiertos de conformidad con la suficiencia presupuestal de las unidades administrativas participantes.
Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo)	Recopilar e integrar de información documental y cartográfica sobre la infraestructura de agua potable, drenaje, alcantarillado y saneamiento existentes en área de estudio.	% de juntas auxiliares con información documental, estadística y cartográfica.	De esta etapa del proyecto depende la elaboración de la primera versión del inventario de infraestructura. De esta etapa depende tener un borrador de los colectores y el área de cobertura actual, con esta información se pueden hacer recorridos de campo para complementarla.  La importancia de esta información radica en el hecho de que describe los flujos de agua residual en los colectores y permite establecer un control de descargas eficiente.	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	Los requerimientos para recursos materiales y humanos, serán cubiertos de conformidad con la suficiencia presupuestal de las unidades administrativas participantes.

Etapa 2	Caracterización de la Infraestructura	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
---------	---------------------------------------	-------------	---------------	-------------	-------------

<p>Acciones habilitadoras</p> <p>(son necesarias para cumplir con la meta)</p>	<p>Levantamiento físico de la infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento existentes para determinar el estado actual y el porcentaje de cobertura</p>	<p>% del área de atención con información actualizada en materia de infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento.</p>	<p>La Secretaría de Infraestructura y Servicios Públicos, debe notificar sobre la realización de obras que modifiquen la infraestructura y obras hidráulicas realizadas en la Junta Auxiliar.</p> <p>El plano maestro es el documento base para la determinación del estado actual de la infraestructura y del área de cobertura. Sirve para ubicar a los usuarios del agua por tramo de tubería y así, al monitorear los colectores, identificar a los usuarios que descargan por encima de los límites máximos permitidos.</p>	<p>SOAPAP y/o Municipio de Puebla</p>	<p>Levantamientos topográficos e inspección de la infraestructura existente.</p>
<p>Acciones complementarias</p>	<p>Elaboración y actualización de planos y catálogo de infraestructura existente.</p>	<p>No. de planos elaborados</p>	<p>Una vez elaborado el plano maestro, corresponde mantenerlo actualizado para evitar las descargas ilegales o para la incorporación de las descargas de nuevos usuarios. Estos documentos son la base para la elaboración de proyectos de ampliación y mejora de infraestructura y para el trabajo diario de control de descargas a cargo de la Dirección.</p>	<p>SOAPAP y/o Municipio de Puebla</p>	<p>Actualización periódica del plano maestro y el catálogo de usuarios como parte de las actividades cotidianas del SOAPAP y/o la SDUS.</p>

(Las que se requieren para dar seguimiento al tema)	Elaboración de proyectos de mantenimiento y ampliación de la infraestructura hidráulica y de saneamiento.	% de proyectos elaborados / necesidades detectadas	Los proyectos de ampliación de infraestructura se deberán hacer previendo el crecimiento poblacional y económico del Municipio. Estos proyectos se deben elaborar considerando el plano maestro de infraestructura y el padrón de usuarios del agua ya elaborados.	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	Ejecución de proyectos de mantenimiento y ampliación de la infraestructura hidráulica y de saneamiento.
---	---	--	--	--------------------------------	---

Etapa 3	Identificación y localización de usuarios	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
<b>Objetivo</b>	Georeferenciar cada uno de los usuarios con descargas irregulares de aguas residuales identificados	No. de giros identificados considerando el impacto de contaminación	De la información obtenida en campo y en información documental.	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	
<b>Meta</b>	Definir el giro al que pertenecen y clasificarlos en primarios (alto impacto), secundarios (impacto moderado), terciarios (bajo impacto) en materia de descargas contaminantes	No. de descargas irregulares identificadas	Con base en el Catálogo de Giros contaminantes del SOAPAP	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	
Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo)	Regulación de las fuentes de abastecimiento en el área de estudio	No de fuentes de abastecimiento reguladas	La operación de los pozos de agua potable para la prestación del servicio público urbano es competencia del SOAPAP, en el caso de la gestión comunitaria del agua, debe realizarse de manera regular, derivado de los permisos emitidos por las autoridades competentes, en ambos casos se debe garantizar tanto la calidad del		Dar seguimiento a la instrucción del Punto de acuerdo aprobado en Sesión de Cabildo de fecha 17 de marzo de 2021.



			servicio como el pago justo por el mismo. Del control del suministro de agua potable depende en gran medida la gestión integral del agua y el pago del saneamiento del agua residual.	El Municipio de Puebla coadyuva a los Comités de gestión comunitaria del agua para obtener la regularización	
Acciones habilitadoras (son necesarias para cumplir con la meta)	Vinculación con los comités de gestión comunitaria del agua realizando un planteamiento sobre el estatus que guardan respecto a la normatividad aplicable en materia hídrica	Comités de Agua capacitados.	Se promoverá el acercamiento con los comités de gestión comunitaria de agua de las Juntas Auxiliares para coadyuvarlos en la regulación de fuentes de abastecimiento	Municipio de Puebla	Es necesaria la participación de Gobernación Municipal.

Etapa 3	Identificación y localización de usuarios	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
	Censo de usuarios mediante el análisis de bases de datos.	Número de usuarios identificados en el área de estudio	Esta actividad es paralela a la anterior y se realiza mayoritariamente en oficinas, sin embargo, es de vital importancia que se complemente con la información del Censo de usuarios para tener a la vez la información de bases de datos y de campo.	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	Se sugiere solicitar la información documental por parte de las Unidades Administrativas que cuentan con información de Licencias de funcionamiento, de uso de suelo, licencias de construcción, que al menos contenga los siguientes datos de cada usuario del agua: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Datos generales del usuario.</li> <li>b) Datos generales del predio.</li> <li>c) Información de la actividad que se realiza.</li> <li>d) Datos de las fuentes de abastecimiento.</li> </ul>

	Censo de usuarios en base a recorridos en el área de estudio.		<p>1. Reportes de recorridos en campo, visitas a empresas, comercios y unidades habitacionales en Juntas Auxiliares.</p> <p>2. Cadenas de custodia (hojas de campo) de toma de muestras para la caracterización de las descargas de aguas residuales.</p> <p>Los recorridos se deben hacer cuando se tengan las atribuciones necesarias para los actos de autoridad por parte del H. Ayuntamiento para poder hacer las inspecciones en las empresas y el monitoreo de las descargas. Esta información es de vital importancia para determinar los balances de masa (cargas de contaminantes) en colectores y la calidad del agua que llegará a las plantas de tratamiento afectando sus costos de operación.</p>	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	Es necesario contar con el convenio firmado, ya que las visitas representan un acto que requiere un acta fundada y motivada. Se requiere personal de campo, vehículos y materiales para el censo y los muestreos. En caso de caso no contar con ello se pueden considerar dos estrategias:
--	---	--	--	--------------------------------	--

Etapa 3	Identificación y localización de usuarios	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
---------	---	-------------	---------------	-------------	-------------

	Revisión y en su caso actualización del acuerdo tarifario	Publicación en el Diario Oficial.	Se iniciará en cuanto el Consejo Directivo del SOAPAP lo apruebe	SOAPAP	La Dirección de Planeación y Conservación de Recursos Hídricos elaboró un diagnóstico sobre la Estructura Tarifaria actual y ofrece un panorama sobre los elementos que deben considerarse para su actualización con el objetivo de garantizar el derecho al agua a la población del Municipio de Puebla. El cual deberá turnarse al SOAPAP para su consideración.
	Actualización de los planos y catálogo de infraestructura existente con la información de los usuarios.	Cartografía actualizada	<p>La actualización la cartografía se debe actualizar de manera constante y permanente. Para ello se requiere de personal especializado.</p> <p>La actualización de la infraestructura se deberá hacer en coordinación con la Secretaría de Infraestructura a fin de tener la información completa de los proyectos de agua potable y saneamiento.</p>	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	Los requerimientos para recursos materiales y humanos, serán cubiertos de conformidad con la suficiencia presupuestal de las unidades administrativas participantes.

Etapa 4	Caracterización de Aguas residuales	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
<b>Objetivo</b>	Objetivo: Realizar un análisis de parámetros físico – químicos del estado actual que guardan las aguas residuales en el área de estudio.		--		

<b>Meta</b>	Meta: Establecer un programa monitoreo permanente que permita controlar cada una de las descargas identificadas.	Numero expedientes de descargas caracterizadas	--	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	
Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo).	Acreditación del laboratorio del CISA ante la EMA.	Número de certificados emitido por la Entidad Mexicana de Acreditación.	<p>a. Personal de base especializado en temas de química del agua: ingeniería química, química farmacobióloga o similar. Se debe mencionar que el personal acreditado, llamado "signatario", no puede ser despedido a menos que se pretenda perder la acreditación de la prueba.</p> <p>b. Instalaciones del laboratorio del CISA adecuadas a las pruebas que se quieran acreditar. El mal o nulo mantenimiento de las instalaciones también es factor para perder la acreditación del laboratorio en función de las requisitos de las pruebas acreditadas.</p> <p>c. Los equipos y reactivos de laboratorio adecuados para las pruebas que se requiere acreditar. La acreditación requiere de equipos calibrados y reactivos certificados para las pruebas acreditadas, es por ello que se puede perder la acreditación por fallos en la adquisición de los mismos o por falta de mantenimiento.</p>	Municipio de Puebla	Una vez aprobado el Programa y determinada la participación del Municipio de Puebla, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad deberá realizar las diligencias necesarias a efecto de obtener los recursos humanos y materiales que le permitan el cumplimiento del mismo.

Etapa 4	Caracterización de Aguas residuales	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
---------	-------------------------------------	-------------	---------------	-------------	-------------

Acciones habilitadoras	Contratación de servicios de muestreo con un laboratorio acreditado para análisis de muestras no acreditadas por el CISA.	Número de contratos firmado.	Dado que la acreditación de todas las pruebas de calidad del agua en el laboratorio del CISA no se puede hacer en un periodo corto de tiempo por la necesidad de adquirir equipos de laboratorio, adecuación de la infraestructura y contratación de personal., es necesario contratar a un laboratorio que cuente con la acreditación para el trabajo de muestreo y caracterización de los colectores.	Municipio de Puebla	Una vez aprobado el Programa y determinada la participación del Municipio de Puebla, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad deberá realizar las diligencias necesarias a efecto de obtener los recursos humanos y materiales que le permitan el cumplimiento del mismo.
	Programa de aforo y muestreo de aguas residuales en colectores.	Número de aforos y muestreos realizados	El contrato del punto anterior es la base de este programa de muestreo, con esto se logra tener un análisis detallado de la calidad del agua en los colectores.	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	Contratación de servicios de muestreo con un laboratorio acreditado para análisis de muestras no acreditadas por el CISA. Contar con el personal, recursos materiales y equipamiento para llevar a cabo el aforo y muestreos en el área de estudio

			Este estudio dará información sobre la cantidad de contaminantes que se descargan en los colectores y permitirá establecer los planes de control de descargas adecuados, generando carpetas con la documentación completa de cada muestreo, incluyendo cadena de custodia y hoja de resultados del laboratorio, así como la evidencia documental sobre el muestreo y análisis de agua en colectores y descargas de aguas residuales de empresas y comercios en juntas auxiliares.		
--	--	--	---	--	--

Etapa 4	Caracterización de Aguas residuales	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
Acciones habilitadoras	Programa de control de descargas a colectores (actos de autoridad).	Actos de autoridad realizados	El permiso de descarga es el documento base para el Programa de control de descargas, en él se determinan todos los datos necesarios para vigilar el cumplimiento de la normatividad y evitar el gasto excesivo de análisis de laboratorio en cada descarga particular.	SOAPAP	Se procederá a llevar a cabo un programa de regularización que incluye las visitas y la caracterización de las descargas, para establecer el permiso de descarga que aplique de acuerdo al giro que le corresponda y proceder a elaborar un programa de remediación con las empresas, para que cumplan con lo establecido en el permiso de descarga, dando un tiempo pertinente para alcanzar los límites máximos permisibles.

			<p>Es por ello que la elaboración de los permisos de descarga se deben considerar como un logro fundamental del programa.</p> <p>permisos de descarga para cada usuario con la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Datos generales del usuario.</li><li>b) Condiciones de la descarga de aguas residuales (calidad, cantidad y forma de descarga).</li><li>c) Condiciones de cumplimiento (tipo de muestreo, parámetros y frecuencia de reportes).</li><li>d) Condiciones específicas para la operación de las instalaciones.</li><li>e) Vigencia.</li><li>f) Firma de aceptación por ambas partes.</li></ul> <p>2. Verificación periódica y permanente del cumplimiento del permiso de descarga de cada usuario mediante visitas a sus instalaciones, aforo y muestreo de su descarga y verificación del cumplimiento con los resultados de un laboratorio acreditado ante la EMA.</p>		<p>Se llevarán a cabo inspecciones de manera regular para verificar el cumplimiento de los permisos de descarga.</p> <p>En caso de que no se cumpla se procederá a sancionar</p>
--	--	--	---	--	--

Acciones complementarias (Las que se requieren para dar seguimiento al tema)	Actualización de los planos y catálogo de infraestructura existente con la información de calidad del agua en colectores y en descargas.	Cartografía actualizada con información de descargas	1. La actualización del plano maestro y de la base de datos de usuarios debe ser constante y permanente. Para ello se requiere de personal especializado con trabajo de base en el H. Ayuntamiento.	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	Los requerimientos para recursos materiales y humanos, serán cubiertos de conformidad con la suficiencia presupuestal de las unidades administrativas participantes.
--	--	--	---	--------------------------------	--

Etapa 5	Plano maestro y jerarquización de usuarios	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
<b>Objetivo</b>	Definir el programa de acción para intervenir adecuadamente el área de estudio en el ámbito de descargas residuales, calendarizando las actividades a realizar.		--	SOAPAP	Contar con la información de todas las etapas anteriores integrada y actualizada
<b>Meta</b>	Priorizar la regularización de los usuarios conforme al tipo de descarga.		--	SOAPAP	
Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo)	Elaboración del plano y maestro de infraestructura de colectores y saneamiento en Juntas Auxiliares.	Plano maestro elaborado y actualizado	Para llegar a esta etapa se debe tener una plantilla de trabajo capacitada y suficiente para atender a la población de las juntas auxiliares.	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	Contar con la información de todas las etapas anteriores integrada y actualizada

Etapa 5	Plano maestro y jerarquización de usuarios	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
---------	--	-------------	---------------	-------------	-------------



<p>Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo)</p>	<p>Establecer en el catálogo de usuarios del agua en juntas auxiliares la jerarquización de los mismos por tipo de descarga</p>	<p>% de usuarios del catálogo Jerarquizados</p>	<p>1. La base de datos con la información por usuario del agua es necesaria para tener la capacidad de atender tanto las solicitudes de información de diferentes dependencias del H. Ayuntamiento como de la ciudadanía.</p> <p>2. El archivo de expedientes de cada usuario (o responsable de la descarga) es fundamental para dar certeza legal a los actos de autoridad y al cobro de servicios. La carpeta por cada usuario con la documentación (originales y copias) que soporte los datos recabados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Datos generales del usuario</li> <li>b) Condiciones de la descarga de aguas residuales (calidad, cantidad y forma de descarga).</li> <li>c) Condiciones de cumplimiento (tipo de muestreo, parámetros y frecuencia de reportes).</li> <li>d) Condiciones específicas para la operación de las instalaciones.</li> <li>e) Vigencia.</li> <li>f) Firma de aceptación por ambas partes.</li> </ul>	<p>SOAPAP y/o Municipio de Puebla</p>	<p>Contar con la información de todas las etapas anteriores integrada y actualizada</p>
--	---	---	--	---------------------------------------	---

Eje transversal	Cultura del agua	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
-----------------	------------------	-------------	---------------	-------------	-------------

<b>Objetivo</b>	Promover el cuidado del agua con el objeto de contribuir en la vinculación y participación de la sociedad organizada, los ciudadanos, academia, empresarios y gobierno a través de acciones educativas, culturales para asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico.		--		
<b>Meta</b>	Capacitar a todos los sectores involucrados a nivel municipal		--	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	
Los requerimientos para recursos materiales y humanos, serán cubiertos de conformidad con la suficiencia presupuestal de las unidades administrativas participantes.					
Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo)	Foros y/o congresos con participación de expertos, conocedores e interesados en divulgar el conocimiento en torno al agua.	Foros y congresos realizados	Estos foros y/o congresos deberán contribuir principalmente a resolver las necesidades que se tiene como Sub-cuenca, Municipio, Juntas Auxiliares y localidades	SOAPAP y/o Municipio de Puebla	Se sugiere impulsar la participación de Asociaciones civiles nacionales e internacionales, universidades, dependencias de los tres órdenes de gobierno.
	Habilitación de espacios físicos y la impartición de cursos y talleres para la cultura del agua en Juntas Auxiliares y el CEMUHI	Espacios habilitados en Juntas Auxiliares	Estos espacios podrán ser un aula en la Presidencia Auxiliar, buscarán que los talleres y cursos de CEMUHI sean otorgados directamente ahí, atendiendo en todo momento la cultura de cada junta.  Estos talleres tendrán como estrategia el cambio de hábitos, el valor y origen del recurso, mediante pláticas escolares, actividades lúdicas, didácticas, juegos de mesa, dinámicas, historietas tipo cómic y videos, etc.	Municipio de Puebla	Se sugiere impulsar la participación de Secretaría de Gobernación Municipal, Presidencias de Juntas Auxiliares, colectivos de expresión artística, inspectores.

Eje transversal	Cultura del agua	Indicadores	Observaciones	Responsable	Necesidades
Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo)	Capacitación a docentes de los Centros de Asistencia Infantil Comunitarios del Municipio de Puebla, sobre la importancia del cuidado y uso responsable del agua	Docentes capacitados	Dichas capacitaciones se orientaran principalmente al aprecio y respeto de los recursos naturales	Municipio de Puebla	Se sugiere impulsar la participación de Personal y socios del CEMUHI y universidades
	Campañas publicitarias sobre el consumo sustentable del recurso hídrico en medios de difusión masiva	Habitantes beneficiados	La campaña publicitaria de alto impacto interpelará a la empatía, interpretación y análisis, acerca del recurso hídrico su aprecio y respeto, así como el cambio de hábitos que garanticen el uso del recurso de forma sustentable, deberá utilizar humor, recursos de asociación, etc.	Municipio de Puebla	Se sugiere impulsar la participación de Comunicación social, Tesorería Municipal y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad
	Convenios con academia, sociedad organizada, gobierno, empresas para contribuir para la promoción de la cultura del agua	Convenios suscritos	Los convenios principalmente buscan generar apoyo para realizar los objetivos de este Eje	Municipio de Puebla	--
	Elaboración de murales con temática de conciencia ambiental como herramienta de transformación social y cultural en Juntas Auxiliares.	Murales pintados	Los murales se apoyan en el arte para comunicar un mensaje ambiental y con nanotecnología que contribuya a la mejora en la calidad del aire.	Municipio de Puebla	Se sugiere impulsar la participación de Secretaría de Gobernación Municipal, Presidencias de Juntas Auxiliares, colectivos de expresión artística, inspectores.
	Organización de Comités de gestión comunitaria del agua	% De solicitudes atendidas	Atender las demandas ciudadanas	Municipio de Puebla	Se sugiere impulsar la participación de las áreas competentes de cada municipio, CEMUHI, CEASPUE y CONAGUA







	Actualización de los planos y catálogo de infraestructura existente con la información de los usuarios.																			
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Etapa 4	Caracterización de Aguas residuales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Objetivo	Objetivo: Realizar un análisis de parámetros físico – químicos del estado actual que guardan las aguas residuales en el área de estudio.																				
Meta	Meta: Establecer un programa monitoreo permanente que permita controlar cada una de las descargas identificadas.																				
Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo).	(A cargo del Municipio de Puebla) Acreditación del laboratorio del CISA municipal ante la EMA.																				
Acciones habilitadoras	(A cargo del Municipio de Puebla) Contratación de servicios de muestreo con un laboratorio acreditado para análisis de muestras no acreditadas por el CISA.																				





Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo)	Elaboración del plano y maestro de infraestructura de colectores y saneamiento en Juntas Auxiliares.																					
	Establecer en el catálogo de usuarios del agua en juntas auxiliares la jerarquización de los mismos por tipo de descarga																					

Eje transversal	Cultura del agua	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-----------------	------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Objetivo	Promover el cuidado del agua con el objeto de contribuir en la vinculación y participación de la sociedad organizada, los ciudadanos, academia, empresarios y gobierno a través de acciones educativas, culturales para asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico.																				
Meta	Capacitar a todos los sectores involucrados a nivel municipal																				
Acciones prioritarias (son necesarias para cumplir con el objetivo)	Foros y/o congresos con participación de expertos, conocedores e interesados en divulgar el conocimiento en torno al agua.																				
	Habilitación de espacios físicos para impartición de cursos y talleres para la cultura del agua en Juntas Auxiliares																				
	(A cargo del Municipio de Puebla)																				
	Cursos y talleres otorgadas por el Centro Municipal Hídrico																				
	(A cargo del Municipio de Puebla)																				
	Capacitación a docentes de los Centros de Asistencia Infantil Comunitarios del Municipio de Puebla, sobre la importancia del cuidado y uso responsable del agua																				
	Campañas publicitarias sobre el consumo sustentable del recurso hídrico en medios de difusión masiva																				
	Convenios con academia, sociedad organizada, gobierno, empresas para contribuir para la promoción de la cultura del agua																				
Elaboración de murales con temática de conciencia ambiental como herramienta de transformación social y cultural en Juntas Auxiliares.																					
Organización de Comités de gestión comunitaria del Agua																					