



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Plan Estratégico para el Saneamiento de la cuenca del río de los Perros

Documento de Diagnóstico

Versión 2.0

1	Introducción.....	3
2	Marco de referencia.....	5
2.1	Aspectos geográficos.....	5
2.2	Aspectos ambientales.....	7
2.2.1	Precipitación.....	7
2.2.2	Temperatura.....	11
2.2.1	Evaporación.....	14
2.2.2	Uso de suelo.....	15
2.2.3	Edafología.....	17
2.2.4	Flora.....	18
2.2.5	Fauna.....	19
2.3	Aspectos sociales y económicos.....	19
2.3.1	Población.....	19
2.3.2	Zona de atención prioritaria.....	21
2.3.3	Servicio de drenaje.....	23
2.3.4	Actividades productivas.....	27
3	Caracterización hidrológica.....	28
3.1.1	Comportamiento del cauce.....	28
3.1.2	Disponibilidad de aguas superficiales.....	30
3.1.3	Disponibilidad de aguas subterráneas.....	31
4	Diagnóstico ambiental.....	33
4.1	Impacto por contaminación de aguas residuales.....	33
4.1.1	Descargas.....	33
4.1.2	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).....	37
4.1.3	Sitios de monitoreo de calidad de agua.....	56
4.2	Impacto por desechos sólidos y arrastre de sedimentos.....	69
4.2.1	Residuos sólidos urbanos (RSU).....	69
4.2.2	Arrastre de sedimentos.....	71
4.3	Impacto por los cambios de uso de suelo (explotación forestal y actividades agroforestales).....	72
5	Identificación de la problemática.....	74
5.1	Disminución de la calidad del agua en la cuenca.....	74
5.1.1	Contaminación por aguas residuales.....	74
5.1.2	Contaminación por uso de agroquímicos y sustancias tóxicas.....	74

5.2	Degradación de los recursos bosque, suelo y aire	75
5.2.1	Por residuos sólidos.....	75
5.2.2	Por arrastres de sedimentos.....	75
5.2.3	Por deforestación	75
5.3	Conflictos sociales y falta de cultura ambiental	76
5.4	Actores claves.....	76
6	Conclusiones y recomendaciones.....	77
7	Glosario	79
8	Referencias.....	80
9	Anexos.....	81
	Anexo 1. Componentes del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	81

1 Introducción

La contaminación del agua es originada ineludiblemente por las actividades vitales del hombre, transformándolas en un líquido residual o desecho compuesto básicamente por materia orgánica susceptible a putrefacción, agentes tensoactivos, nutrientes, bacterias y sólidos suspendidos, entre otros; el crecimiento demográfico constante y el desarrollo industrial ha generado una diversificación en las actividades socioeconómicas, produciendo a su vez un aumento inevitable de aguas residuales descargadas en cuerpos receptores sin previo tratamiento, contaminándolos seriamente con el paso del tiempo.

La falta de agua y saneamiento, principalmente en la población que vive en condiciones de pobreza, causa un bajo nivel de higiene y un alto nivel de enfermedades relacionadas con el agua, ocasionando que el 60% de la mortalidad infantil este asociado a enfermedades infecciosas y parasitarias, la desnutrición crónica también se relaciona con la falta de estos servicios. Al suministrar agua potable y saneamiento, la incidencia de algunas enfermedades y muertes podrá reducirse hasta en un 75% (ONU, 2002). Esta situación no escapa a la realidad que viven habitantes de diversas comunidades rurales de la cuenca del río de los Perros.

Por tal motivo es de vital importancia tomar cartas en el asunto y contribuir al saneamiento ambiental, mediante sistemas que permitan afrontar el problema en sus propias y actuales dimensiones para mantener y mejorar la calidad de vida.

El desarrollo urbano de la región del Istmo de Tehuantepec, incluyendo la cuenca hidrológica del río de Los Perros ha generado afectaciones de gran impacto al medio ambiente, factores como la contaminación por residuos sólidos urbanos y descargas de aguas residuales, el crecimiento de la vegetación nociva en el cauce y el uso irracional del suelo, han provocado un deterioro considerable al ecosistema.

Adicionalmente, la zona del Istmo de Tehuantepec se ha visto afectada por los fenómenos meteorológicos extremos, especialmente por tormentas y huracanes, lo que ha generado problemas de inundación en la zona, que han aumentado debido al daño que sufrió la infraestructura de saneamiento con el terremoto del 7 de septiembre de 2017.

Todo lo anterior ha derivado en la organización de la población para la protección de su integridad física y su patrimonio. Bajo este contexto, se creó el Comité de Cuenca del río de Los Perros como órgano auxiliar del Consejo de Cuenca de la Costa de Oaxaca del OCPS de la Comisión Nacional del Agua (Conagua).

En el año 2010, se da inicio a un proceso participativo en el cual se invitó a la sociedad civil, a las instituciones gubernamentales, especialistas y académicos a reuniones de trabajo con el objeto de discutir un Programa de Acción Inmediata a fin de proteger su integridad física y su patrimonio, así como diseñar un proyecto de Regeneración integral del río Los Perros. A partir de estas reuniones se crearon Comités Ciudadanos y promotores ambientales comunitarios que buscan promover la rehabilitación del río Los Perros quienes, en su mayoría, forman parte del Comité de Cuenca del Río Los Perros y del Consejo de Cuenca de la Costa de Costa de Oaxaca.

Basado en el objetivo de recuperar el río de Los Perros desde el año de 2010 se han llevado a cabo diversas reuniones en las cuales se tratan temas de saneamiento, desazolves y reducción de problemas de desbordamiento del río.

En enero de 2019 se convoca al primer foro denominado “DEFENDAMOS NUESTRO RÍO” cuyo objeto fue integrar ideas y propuesta para diseñar un proyecto con visión de cuenca .en donde participaron entidades públicas de los tres niveles de gobierno, la sociedad civil organizada, Organismos No Gubernamentales, académicos, ambientalistas y público en general en el cual se definieron a grandes rasgos la problemática existente en la cuenca del río de Los Perros.

En el presente documento se plasma la problemática que tiene el cauce desde la perspectiva ambiental y los factores que la provocan. Se describe la zona de la cuenca del río de Los Perros, es decir, se realiza una caracterización de la situación que se tiene actualmente en sus aspectos geográficos, climáticos, sociales, económicos e hidrológicos. Para la identificación de la problemática se realizó un diagnóstico ambiental con base en los foros y opiniones de la población vecina, así como recorridos de campo y mediciones de parámetros de campo aplicadas al agua del cauce. Este diagnóstico comprende el estado actual de las plantas de tratamiento, las descargas de aguas residuales directas al cauce, los residuos sólidos urbanos, los sedimentos y basura vegetal depositados en el río por el arrastre del agua en época de lluvias, y finalmente la situación social y política que influye en el estado del río.

2 Marco de referencia

Es este capítulo se presentan las características geográficas, ambientales, sociales y económicas de la cuenca del río de Los Perros con el objeto de conocer la zona de estudio.

2.1 Aspectos geográficos

La República Mexicana está conformada por 37 Regiones Hidrológicas que a su vez se dividen en 157 cuencas hidrológicas para finalmente subdividirse en 976 áreas más pequeñas llamadas subcuencas.

Este trabajo está enfocado en la subcuenca del Río de Los Perros, la cual tiene un área de aportación de aproximadamente 1,220 km², forma parte de la Región Hidrológica No. 22 Tehuantepec y pertenece a la cuenca L. Superior e Inferior (Figura 1).

Figura 1. Ubicación de la cuenca Río Los Perros



Fuente: Elaboración propia con información del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL, INEGI 2010

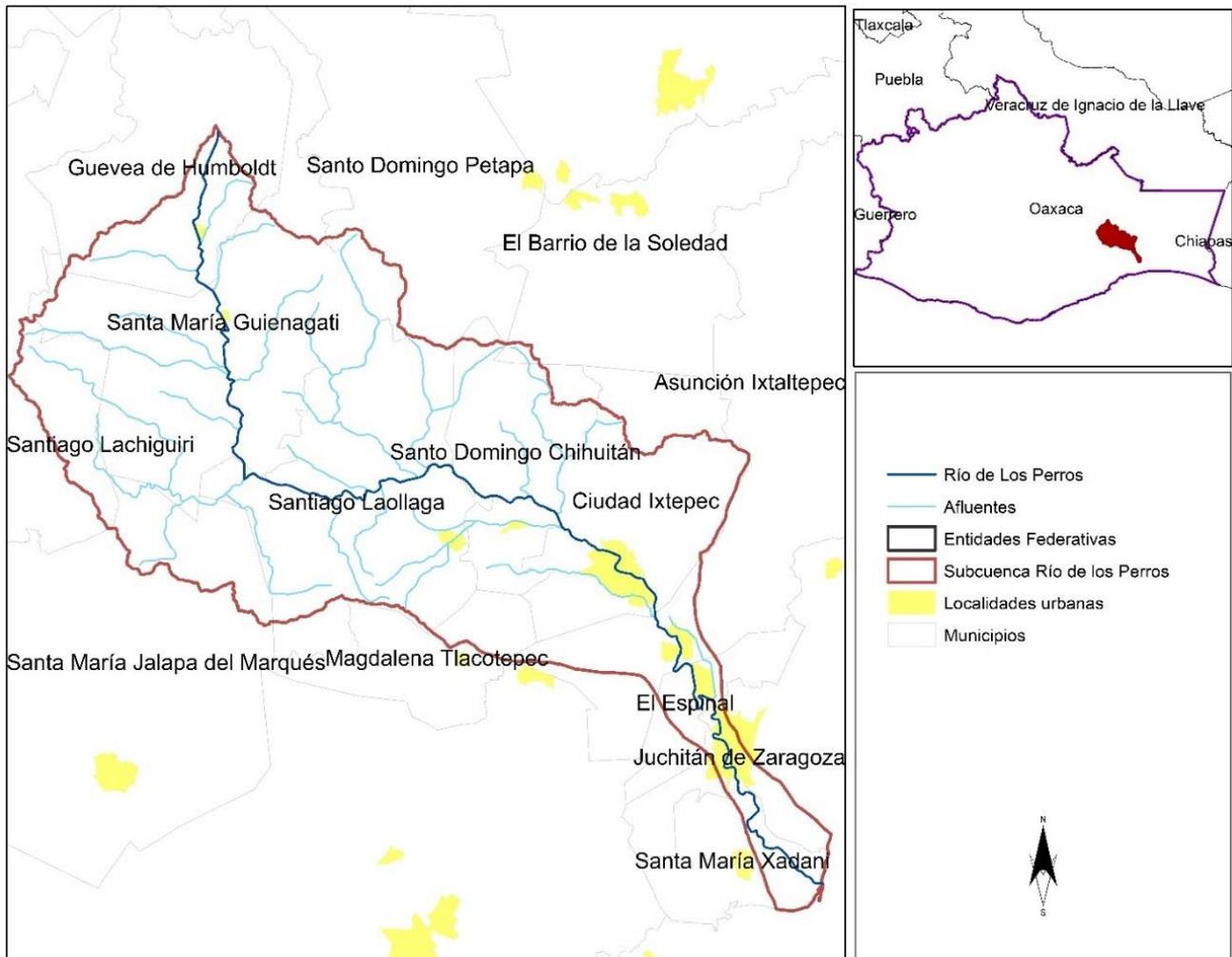
El sistema hidrológico del río Los Perros se localiza en el estado de Oaxaca, tiene su origen al norte de la comunidad de Guevea de Humboldt, continúa su recorrido pasando por los municipios de Santa María Guienagati, Santiago Laollaga, Santo Domingo Chihuitán, Ciudad Ixtepec, Asunción Ixtaltepec, El Espinal, Juchitán de Zaragoza y Santa María Xadani, para desembocar finalmente en la Laguna Superior.



Fuente: IMTA 2019. Río de Los Perros, tramo Santa María Guienagati

Durante su recorrido se le incorporan diferentes cauces: río Santa María, arroyo Guichixú, río Guigovidxi, río El Zapote, río Brinca León, arroyo Agua Blanca, arroyo el Riito y otros arroyos de menor caudal; toma el nombre de Río Los Perros a partir de CD Ixtepec (Figura 2).

Figura 2. Ubicación de la cuenca Río Los Perros



Fuente: Elaboración propia con información del DOF 2016 e INEGI 2010

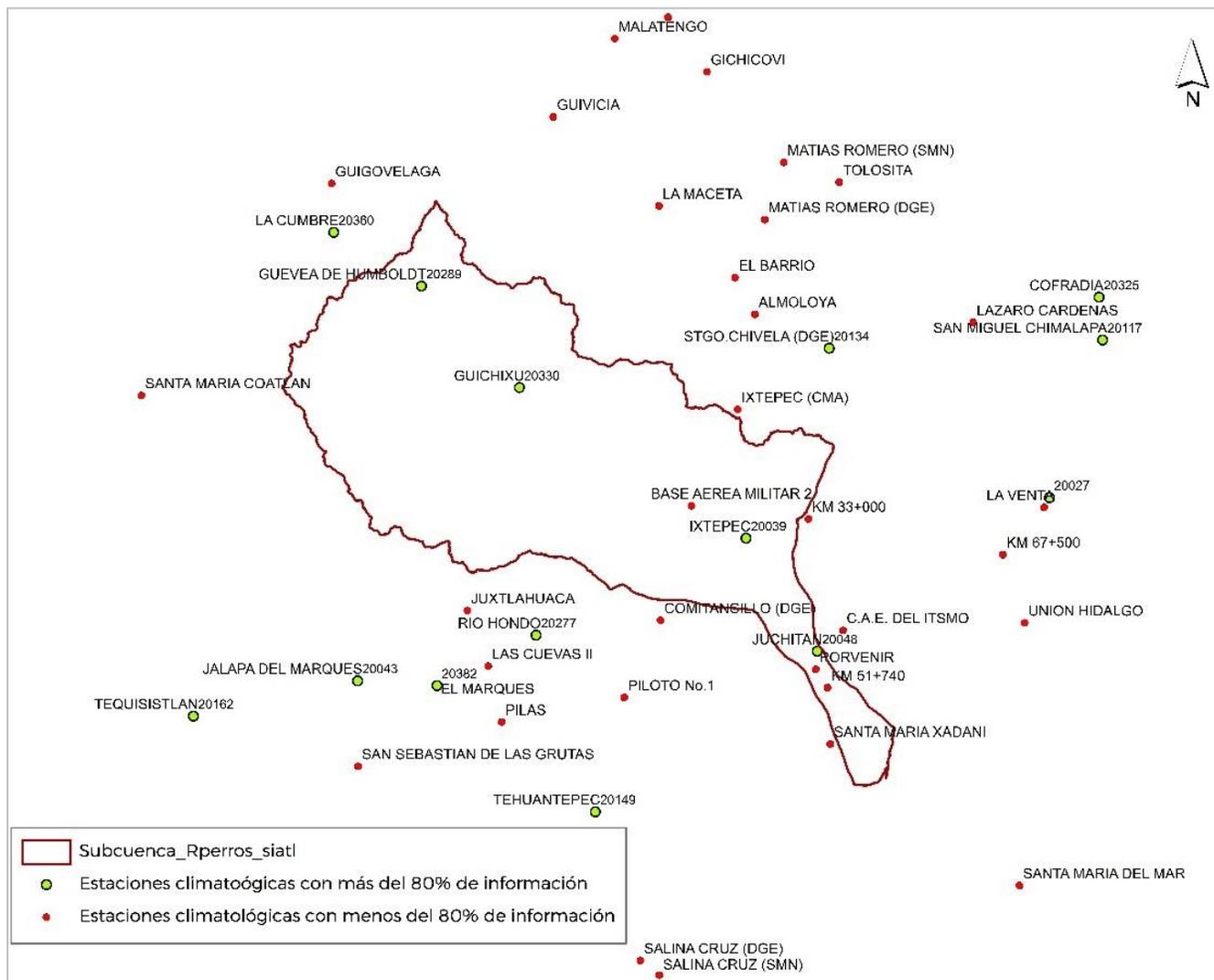
2.2 Aspectos ambientales

En este apartado se describen las características ambientales de la cuenca, lo que permite identificar la biodiversidad de la zona y el clima, lo que ayudará a determinar causas y efectos en la problemática identificada en cuanto al saneamiento de la región.

2.2.1 Precipitación

El periodo de lluvias de la región es de julio a noviembre. Para conocer la precipitación de la zona se han identificado 46 estaciones climatológicas, considerando un buffer de 30 kilómetros a la redonda de la subcuenca del río de Los Perros, sin embargo, es importante mencionar que no todas tienen influencia sobre el área de estudio.

Figura 3. Estaciones climatológicas



Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

De las 46 estaciones sólo 14 continúan en operación, cuentan con más del 80% de información registrada considerando el periodo de (1980 a 2014), sin embargo, sólo 8 estaciones tienen un área de influencia en la zona, las cuales se presentan en la Tabla 1.

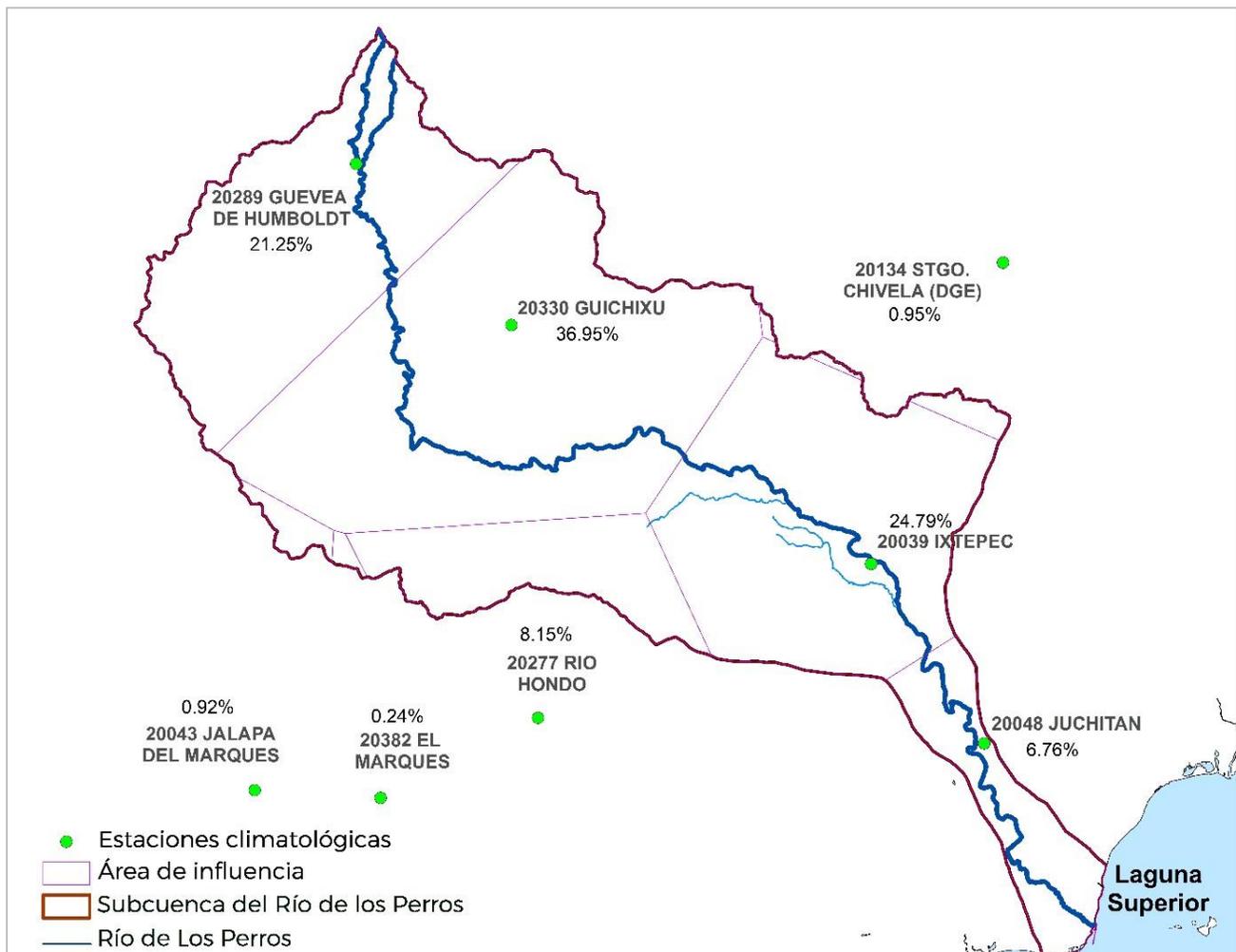
Tabla 1. Estaciones climatológicas operando

No.	Clave	Nombre	Subcuenca	Situación
1	20039	Ixtepec	Río Los Perros	OPERANDO
2	20043	Jalapa del Marques	Presa Benito Juarez	OPERANDO
3	20048	Juchitán De Zaragoza	Río Los Perros	OPERANDO
4	20134	Santiago Chivela	Río Tolosa	OPERANDO
5	20277	Río Hondo	Lagos Superior E Inferior	OPERANDO
6	20289	Guevea de Humboldt	Río Los Perros	OPERANDO
7	20330	Guichixu	Río Los Perros	OPERANDO
8	20382	El Marques	Río Bajo Tehuantepec	OPERANDO

Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

Como se aprecia en la Figura 4, las estaciones con mayor área de influencia en la cuenca son 5, de las cuales 4 se ubican dentro de la cuenca.

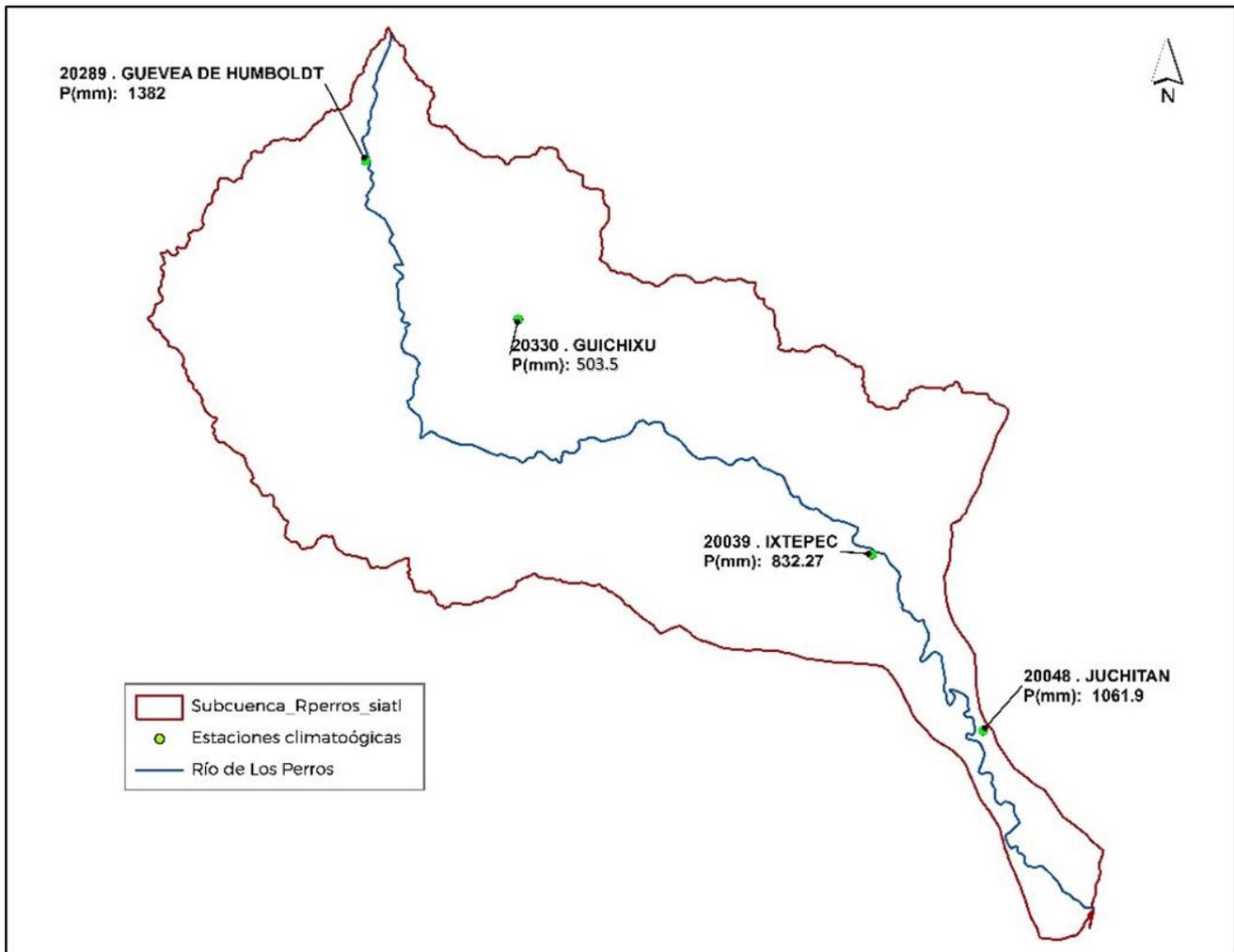
Figura 4. Área de influencia de las Estaciones climatológicas ubicadas dentro la cuenca Río Los Perros



Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

Como se aprecia en la Figura 5, la mayor precipitación media anual se registra en la estación ubicada en la parte alta de la cuenca, sin embargo, es interesante observar que las estaciones ubicadas en la parte central de la cuenca registran una menor precipitación con respecto a la que se localiza en la parte baja, siendo la estación ubicada en Guichixu la registra una precipitación baja con respecto a las otras estaciones.

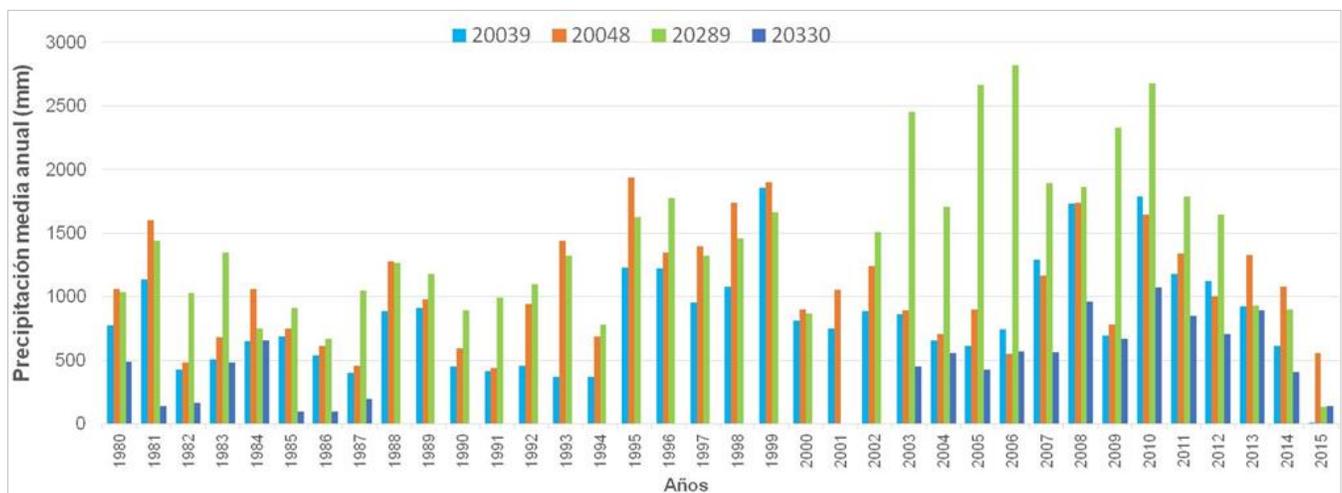
Figura 5. Estaciones climatológicas ubicadas dentro la cuenca Río Los Perros



Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

En la Figura 6 se muestra la gráfica de los registros de precipitación de las cuatro estaciones ubicadas dentro de la cuenca, observándose valores bajos en la estación 20330.

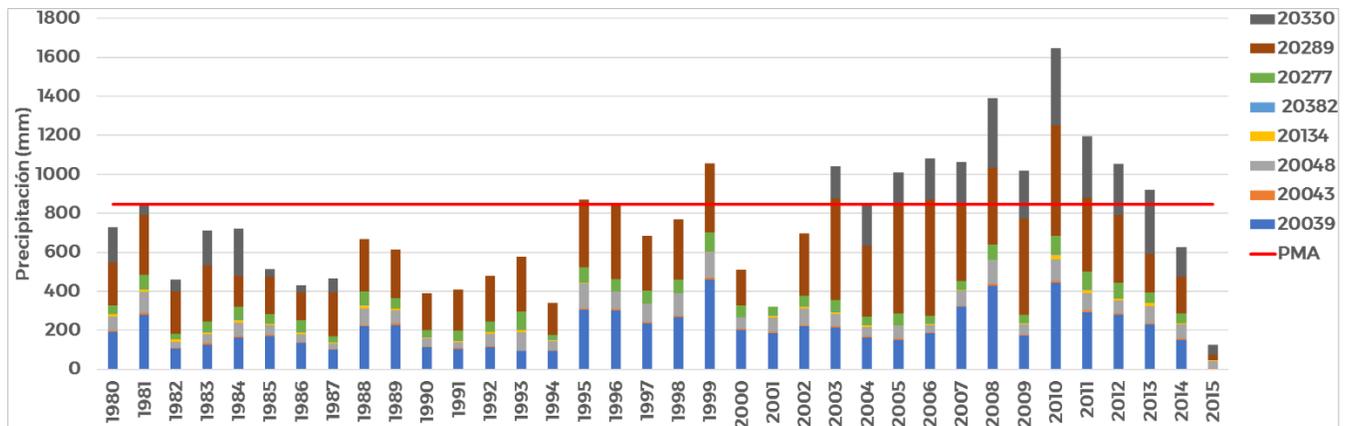
Figura 6. Gráfica de precipitación de las cuatro estaciones climatológicas ubicadas dentro de la cuenca



Fuente: Elaboración propia con información de Conagua (CLICOM, 2017)

Tomando en cuenta las 8 estaciones que tienen un área de influencia dentro de la cuenca, se presenta en la Figura 7 la gráfica que muestra la precipitación anual en el periodo de 1980 a 2015, obteniendo un promedio medio anual de aproximadamente 847 milímetros.

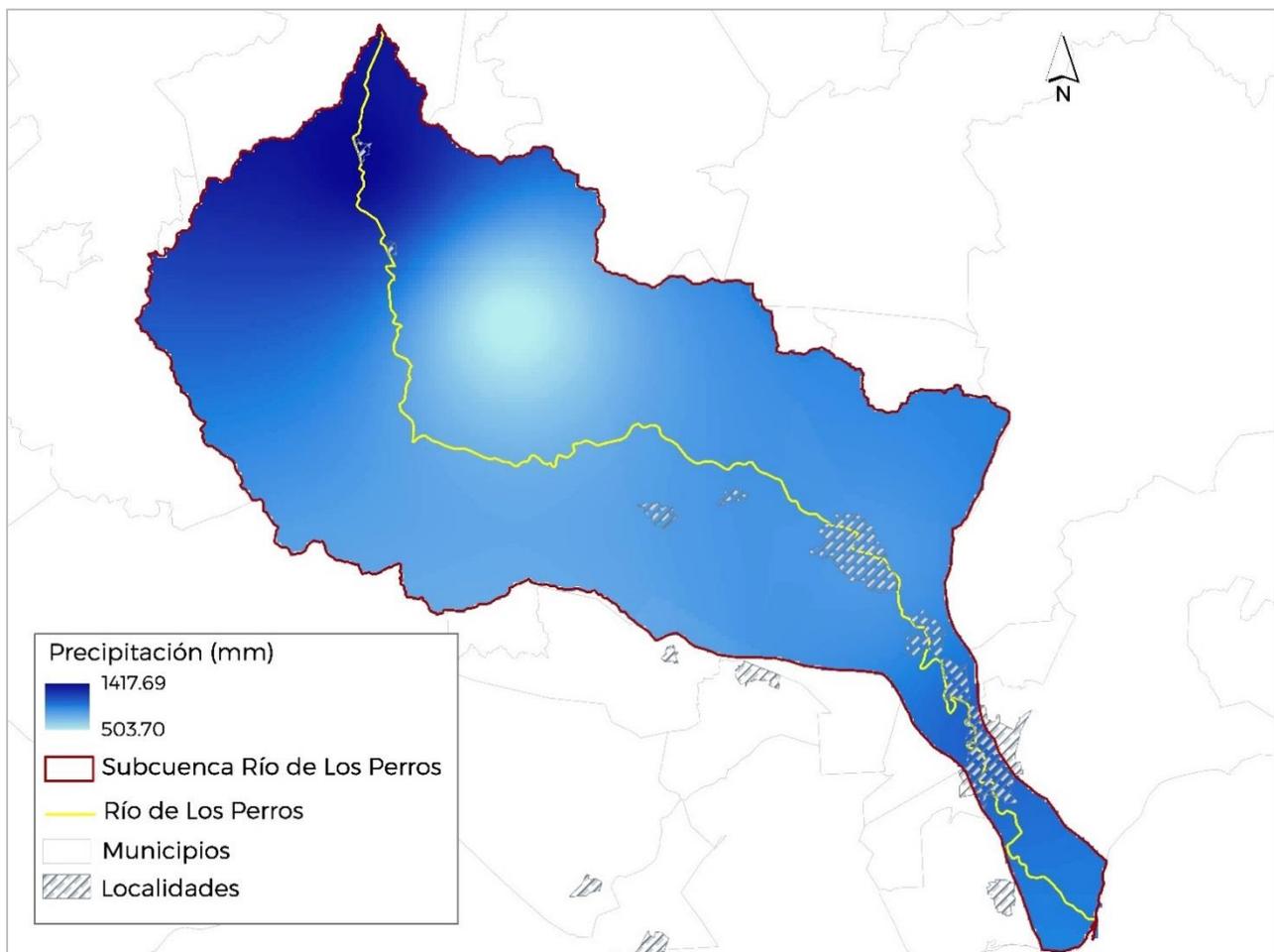
Figura 7. Grafica de precipitación anual de la cuenca del río de los perros



Fuente: Elaboración propia con información de Conagua (CLICOM, 2017)

En la Figura 8 se puede observar la forma en la que se distribuye la precipitación, siendo mayor en la parte más alta de la cuenca con precipitaciones cercanas a los 1420 milímetros al año.

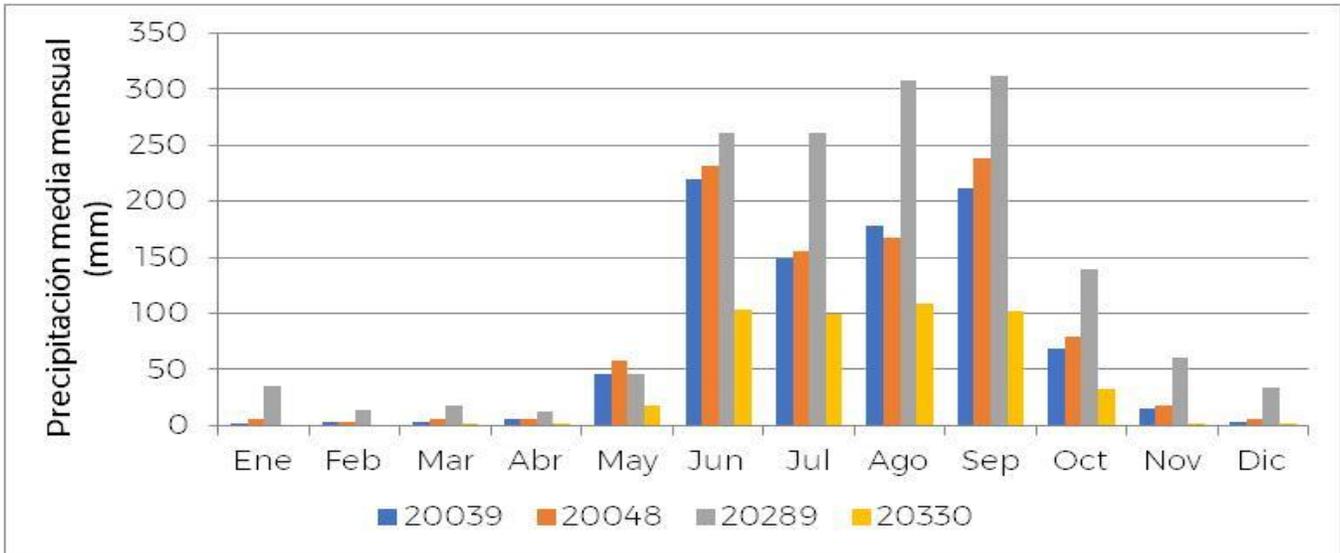
Figura 8. Precipitación en la cuenca Río Los Perros



Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

El comportamiento de la precipitación mensual en la cuenca (Figura 9) indica que estas se presentan a partir del mes de mayo hasta noviembre, los meses más lluviosos son agosto y septiembre con un promedio de 190 mm y 210 mm respectivamente, se puede observar además, que la zona con mayor precipitación es la parte alta, le sigue la zona cercana a la laguna y en donde se registra una menor precipitación es en la zona central de la cuenca entre Ixtepec y Guichixú.

Figura 9. Precipitación media mensual

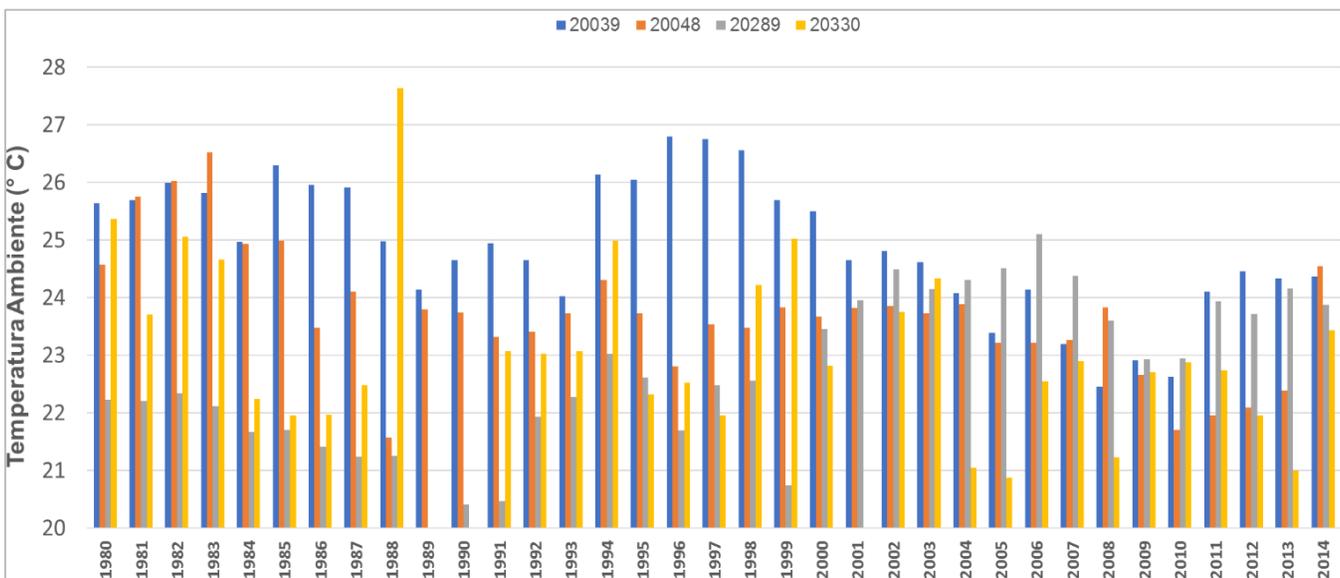


Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

2.2.2 Temperatura

En cuanto a la temperatura, las estaciones climatológicas registran una temperatura ambiental promedio de 23.4 grados centígrados en la cuenca.

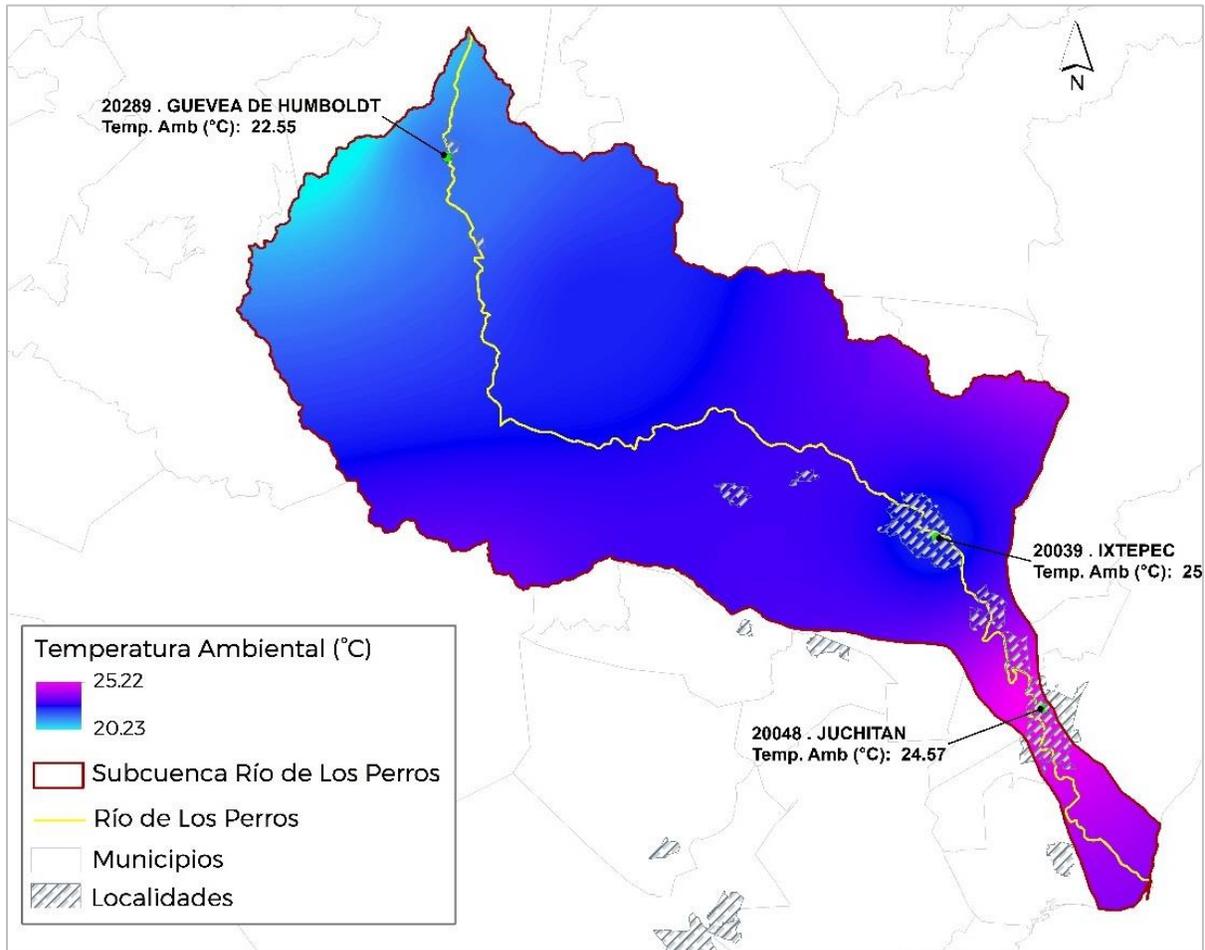
Figura 10. Temperatura ambiental registrada es las estaciones climatológicas, cuenca Río Los Perros



Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

Como se puede observar en la Figura 11 la zona sur de la cuenca presenta mayores temperaturas con respecto a la cuenca alta.

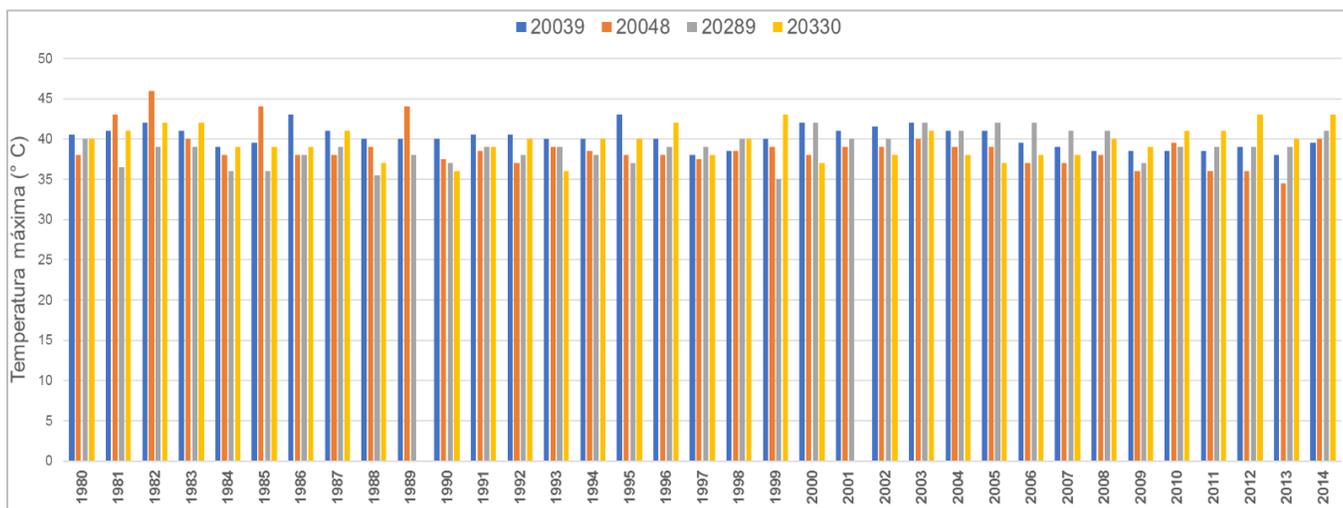
Figura 11. Temperatura ambiental media en la cuenca Río Los Perros



Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

En cuanto a temperaturas máximas registradas en la cuenca, se puede observar registros por arriba de los 40 grados centígrados, siendo la estación ubicada en la localidad de Juchitán la que presenta un registro de 46 grados centígrados el día 1 de abril de 1982 (Figura 12).

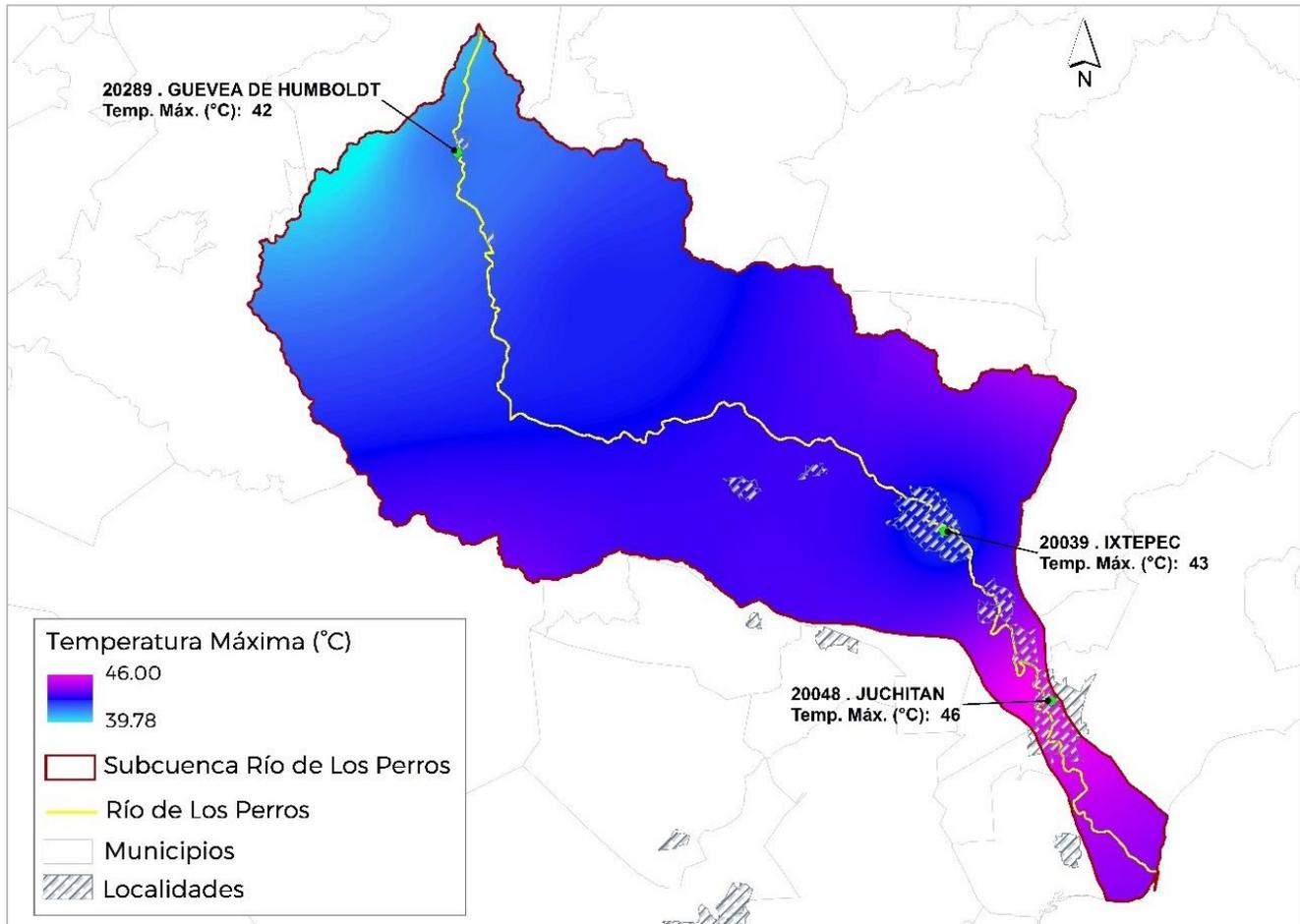
Figura 12. Temperatura máxima anual en la cuenca Río Los Perros



Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

En la Figura 13 se puede apreciar el comportamiento de la temperatura máxima en la cuenca, presentándose la mayor en la parte baja de la cuenca.

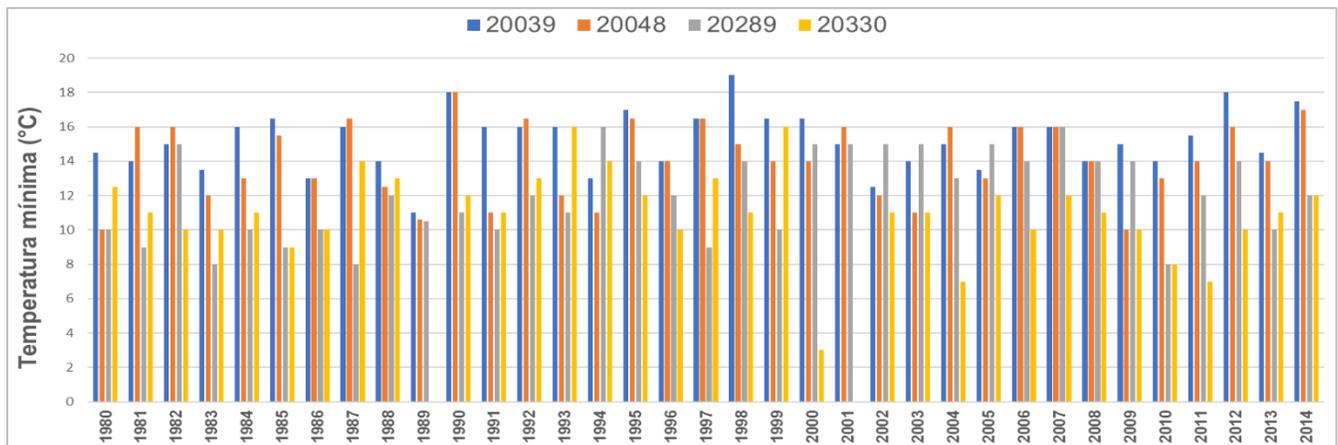
Figura 13. Temperatura máxima registrada en la cuenca Río Los Perros



Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

La temperatura mínima registrada dentro de la cuenca se reporta en la estación 20330 en Guichixu, siendo esta de 3 grados centígrados registrada el 10 de febrero de 2000.

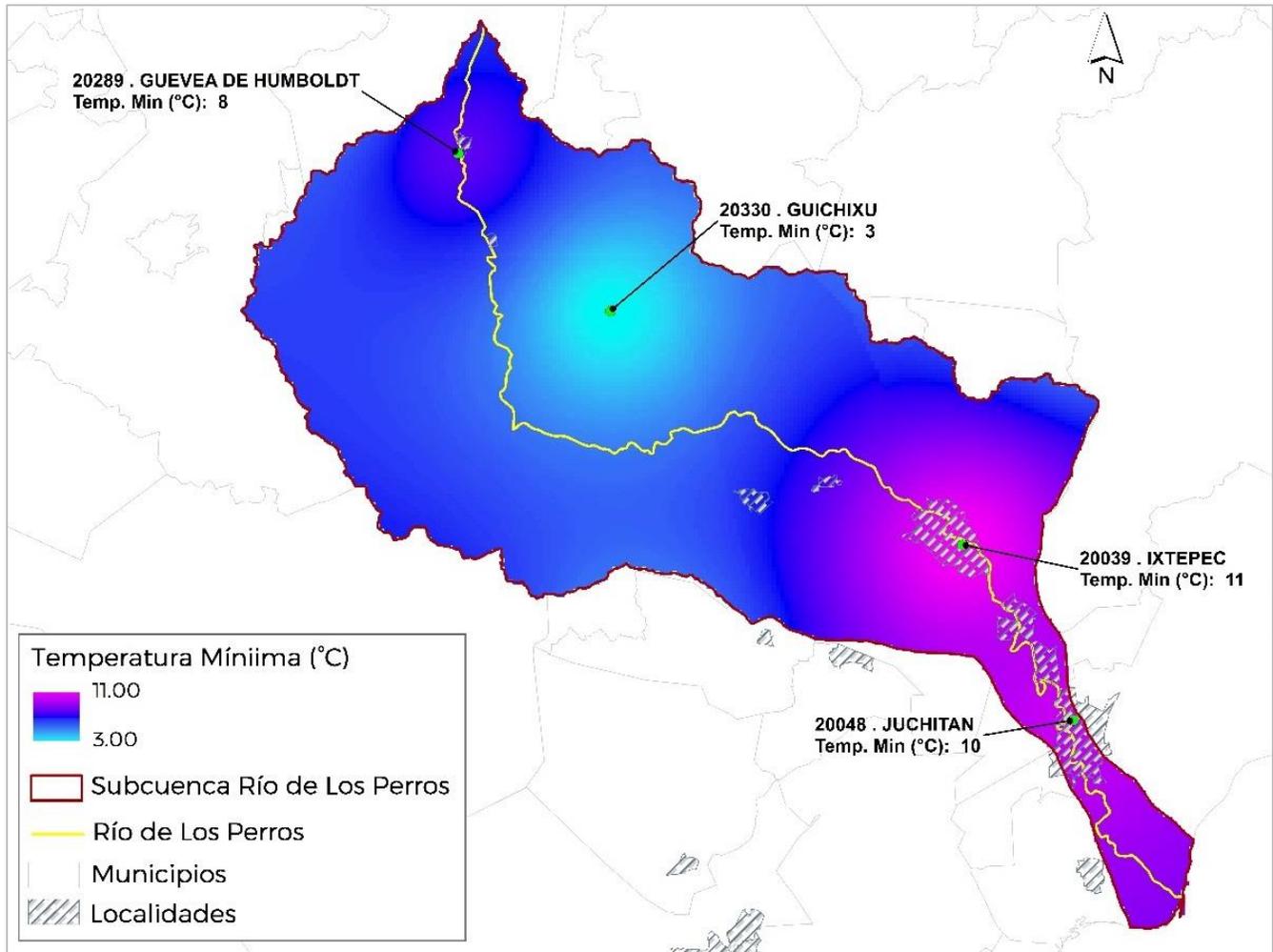
Figura 14. Temperatura mínima anual en la cuenca Río Los Perros



Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

Como se observa en la Figura 15, la temperatura mínima se presenta en la parte alta de la cuenca.

Figura 15. Temperatura mínima registrada en la cuenca Río Los Perros



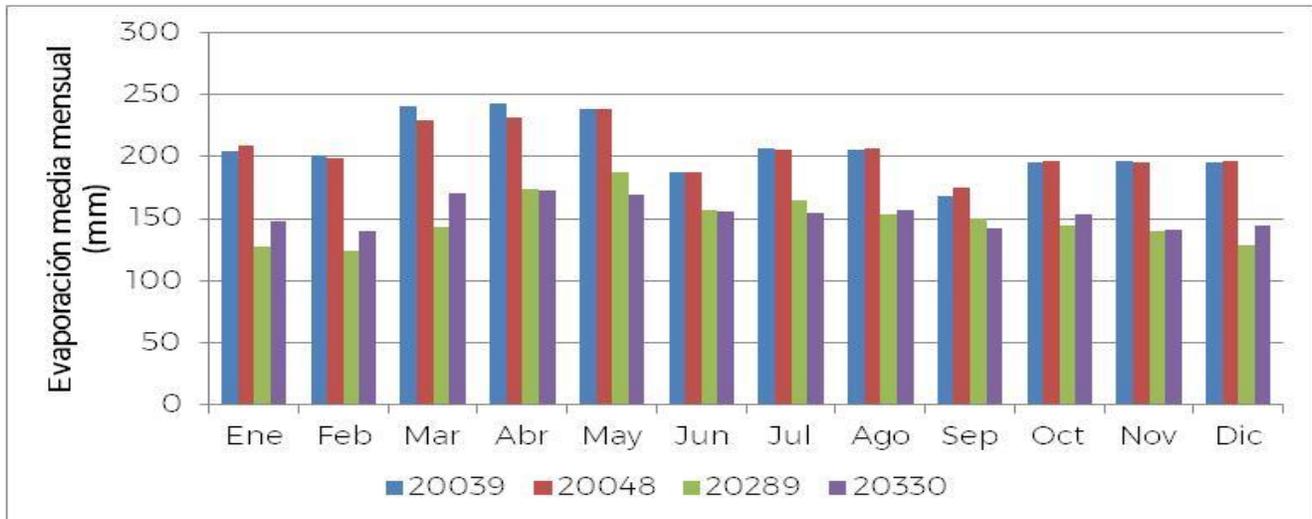
Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

2.2.1 Evaporación

La evaporación es una componente importante en el ciclo hidrológico y cuando se requiere administrar los recursos hídricos es importante considerarla en el manejo de volúmenes de agua. De acuerdo con lo observado en las estaciones climatológicas la mayor aportación de lluvia se tiene en la cuenca alta, en esta misma zona se tienen los menores niveles de evaporación, caso contrario a la zona baja.

La distribución mensual de la lluvia, como se vio anteriormente, se tiene del mes de mayo a noviembre y para la evaporación se tiene principalmente de enero a mayo con un promedio de 150 mm en la cuenca alta y de 220 en la cuenca baja, posteriormente en el resto del año la evaporación se mantiene similar a los primeros meses, pero en la cuenca baja disminuye a 190 mm en promedio como se aprecia en la Figura 16.

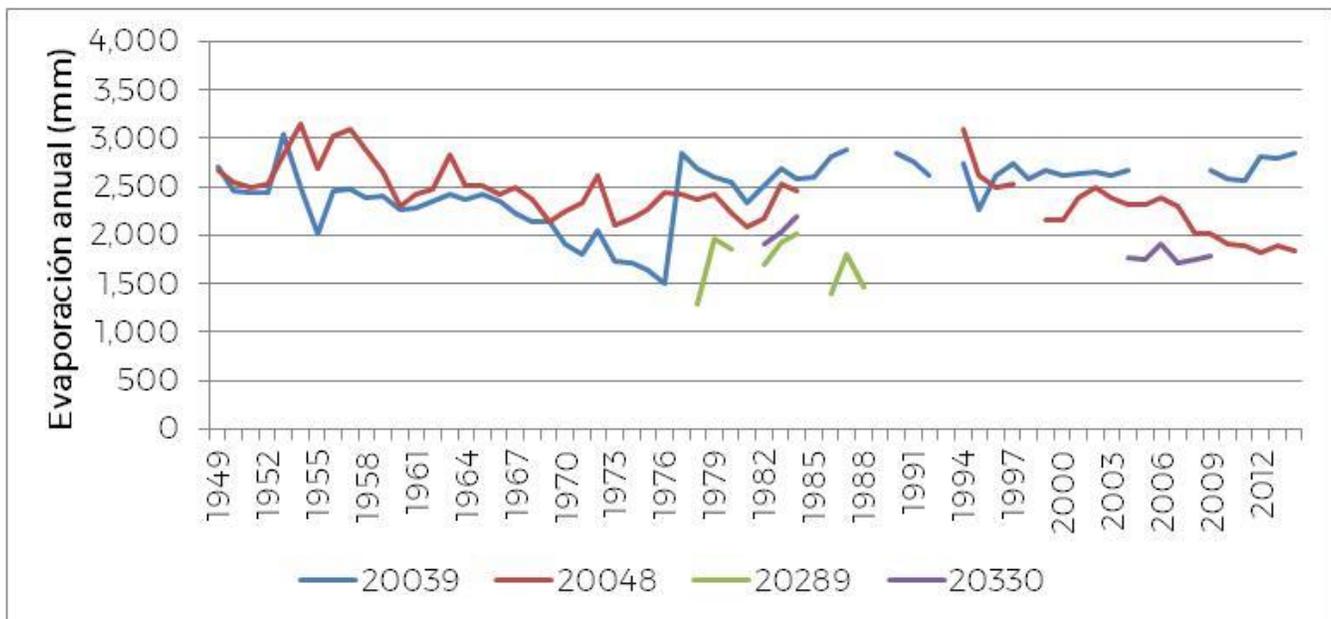
Figura 16. Evaporación media mensual



Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

De acuerdo con los registros de evaporación anual (Figura 17), esta va desde los 1,500 mm en la parte alta de la cuenca hasta los 3,200 mm en la zona cercana a la laguna, no se observa una tendencia del comportamiento de la evaporación. Por otro lado, la evaporación en la zona baja de la cuenca es mayor a la precipitación, lo que conculca con un clima seco.

Figura 17. Evaporación anual

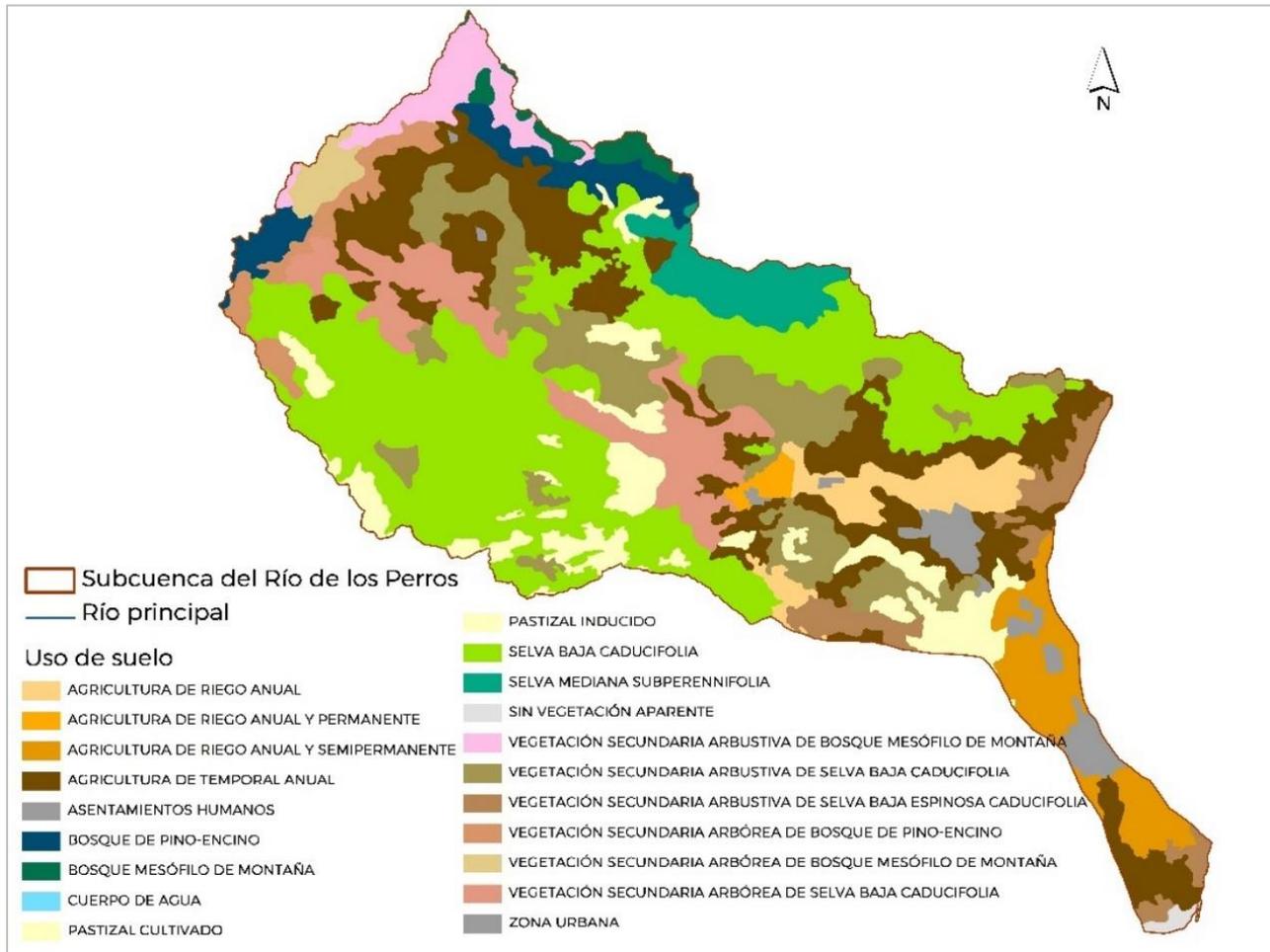


Fuente: Elaboración propia con información de CLICOM 2017. Conagua.

2.2.2 Uso de suelo

De acuerdo con la información de INEGI, la selva baja caducifolia es la que ocupa una mayor área en la cuenca (30%), siendo comunidades vegetales dominadas por árboles pequeños que pierden sus hojas durante la época seca del año.

Figura 18. Uso de suelo



Fuente: INEGI 2013 Serie I. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie V 2011

El segundo uso del suelo es la agricultura de temporal que está distribuida en la cuenca como puede observarse en la Figura 18. Posteriormente y complementando la vegetación de selva baja caducifolia se encuentra la vegetación secundaria arbustiva y arbórea (Tabla 2).

Tabla 2. Uso de suelo subcuenca del río de los Perros

Uso de suelo	Área (km ²)	%
Selva baja caducifolia	366.78	30.1%
Agricultura de temporal anual	203.36	16.7%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	134.72	11.0%
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	86.72	7.1%
Pastizal inducido	77.53	6.4%
Agricultura de riego anual y semipermanente	51.84	4.2%
Agricultura de riego anual	42.81	3.5%
Selva mediana subperennifolia	41.33	3.4%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	37.33	3.1%
Bosque de pino-encino	36.62	3.0%
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	32.61	2.7%
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	26.83	2.2%
Zona urbana	19.19	1.6%
Pastizal cultivado	16.41	1.3%
Bosque mesófilo de montaña	13.43	1.1%

Uso de suelo	Área (km ²)	%
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	12.91	1.1%
Asentamientos humanos	9.92	0.8%
Agricultura de riego anual y permanente	6.95	0.6%
Sin vegetación aparente	2.77	0.2%
Cuerpo de agua	0.03	0.0%
Total	1,220.08	

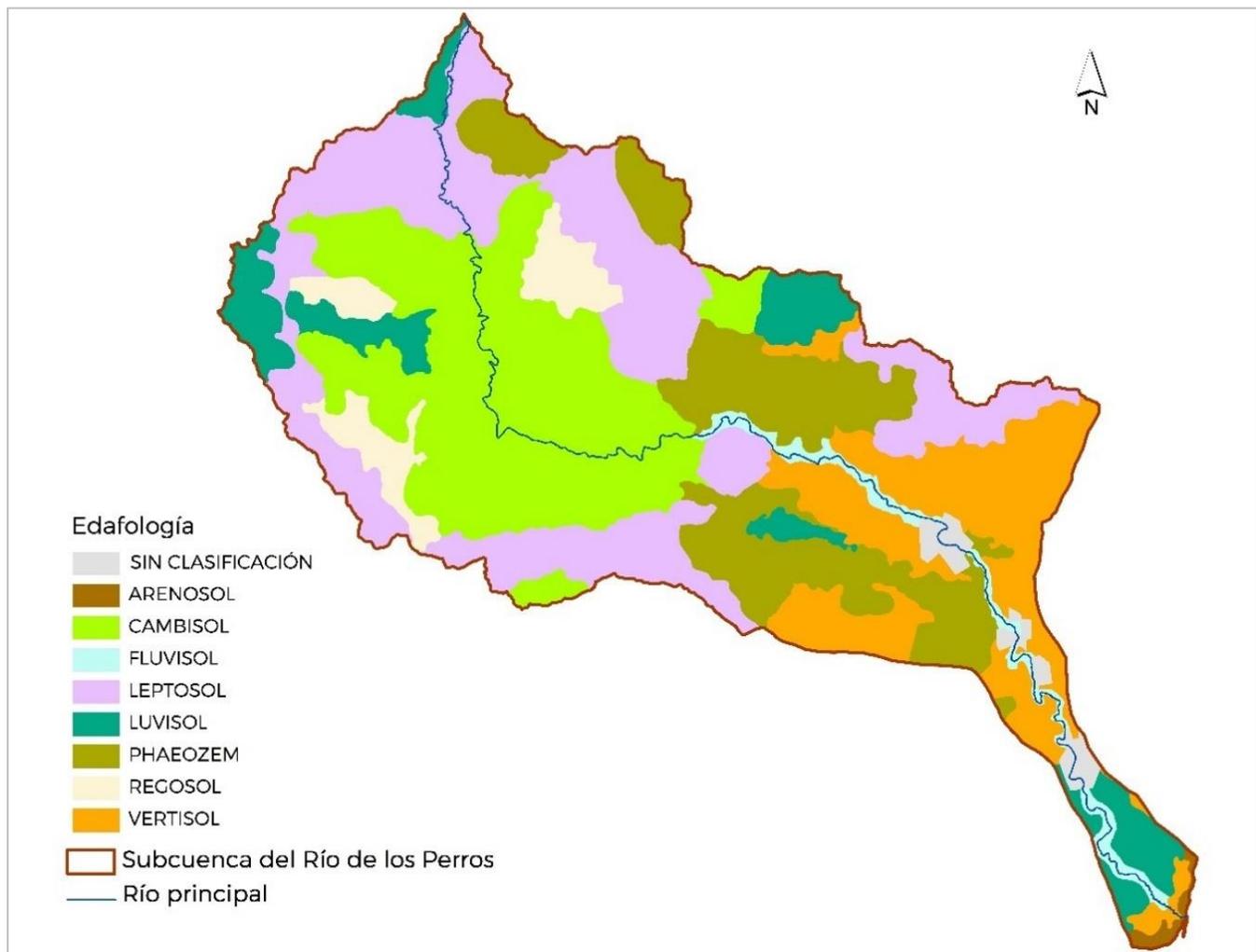
Fuente: INEGI 2013 Serie I. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie V 2011

2.2.3 Edafología

El tipo de suelo que presenta la cuenca en mayor cantidad es el Leptosol y el Cambisol, el primero corresponde a un material de espesor reducido, el material original puede ser rocas o materiales no consolidados con medos del 10% de tierra fina, siendo suelos poco atractivos para cultivos, suelen mantenerse bajo bosque.

El segundo se refiere a materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial y permite un amplio rango de posibles usos agrícolas. Como se observa en la Figura 19 se encuentran en la parte alta de la cuenca en las cercanías del río.

Figura 19. Tipo de suelo



Fuente: INEGI 2013 Serie II. Escala 1:250 000,

En la parte baja de la cuenca existe presencia de Vetisoles, material constituido por sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen, este tipo de suelo se vuelve muy duro en la estación seca y muy plástico en la húmeda. El labrado es muy difícil excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos. El área y porcentaje de presencia en la cuenca se pueden ver en la Tabla 3.

Tabla 3. Tipo de suelo subcuenca del río de los Perros

Tipo de suelo	Área (km ²)	%
Leptosol	311.85	25.6
Cambisol	311.3	25.5
Phaeozem	200.31	16.4
Vertisol	180.31	14.8
Luvisol	104.82	8.6
Regosol	58.25	4.8
Fluvisol	28.88	2.4
Sin clasificación	19.21	1.6
Arenosol	5.14	0.4
Total	1,220.08	100

Fuente: INEGI 2013 Serie II. Edafología. Escala 1:250 000.

2.2.4 Flora

La cuenca del río de los Perros posee características variadas que permiten la existencia de especies de diferentes tipos, marcando un cambio significativo de las que se encuentran en la parte alta de la cuenca con la que está en la parte baja.

La vegetación principal es la correspondiente a la de selva baja caducifolia, la cual se caracteriza por que la mayoría de las especies que la componen pierdan sus hojas durante la época seca, es decir entre 5 y 8 meses del año. Presenta un sólo estrato con una altura menor a los 15 m. Entre las especies dominantes se encuentran: siricote (*Cordia dodecandra*), palo de agua o chijol (*Piscidia piscipula*), tecomate (*Crescentia alata*), Guayacán amarillo (*Tabebuia Chrysantha*), *Tabebuia rosea*, Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Acacia cornígera, huizache (*Acacia farnesiana*), nopal de cruz (*Acanthocereus pentagonus*), arbusto (*Aeschynomene compacta*), Agaves, mezquite (*Prosopis Juliflora*) siendo útil como forraje y palo verde (*cercidium plurifolio latum*) siendo su uso especialmente para leña.

Figura 20. Flora característica de la zona



Fuente: Elaboración propia con datos de Naturalista 2019. <https://www.naturalista.mx/guides/1837>

También existe en la zona: tulipanes, granadillo, gulavere, palo mulato, cascalote, palo de sangre, tepehuaje, pochote, roble, ceiba, guirisiña, guamúchil, pastizales nativos y árboles frutales propios del clima como el aguacate, limones, chicozapote, ciruelos y el mango.

Dicha vegetación prospera desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1900 metros sobre el nivel del mar, en la parte alta de la montaña se encuentran pinos, encinos, ocote, madre cacao, ceiba, maderas preciosas como son: el cedro y caoba, además de plantas herbáceas, medicinales y ornamentales.

Todas estas especies en su conjunto constituyen reservas ecológicas de la zona y aportan materiales que son utilizados por los habitantes para la construcción de viviendas, muebles, leña y para la fabricación de algunos implementos que se manejan en las labores del campo.

2.2.5 Fauna

Derivado del clima de la región, existen en la zona una variedad de especies silvestres como: armadillo, pecarí, conejo, gato montés, venado, liebre, zorra gris, coyote, rata de campo, cacomiztle, oso hormiguero, tlacuache, en algunas zonas jabalí, tejón, mapache, zorrillo; aves de diferentes especies como son; chachalaca, zopilote, tórtola, codorniz, paloma, urraca, ceniztla, quebrantahuesos, calandria, zanate, gorrión, gavilán, faisán, loro, cotorra, ruiseñor, pájaro carpintero y garzas en la orilla de los ríos y canales; algunos reptiles como: iguana, culebras, víbora sorda y víbora cascabel, peces y anfibios; que de alguna manera complementan la dieta de los nativos; algunas especies están en peligro de extinción como: el venado y la iguana.

Figura 21. Fauna característica de la zona



Fuente: Elaboración propia con datos de Naturalista 2019. <https://www.naturalista.mx/guides/1837>

2.3 Aspectos sociales y económicos

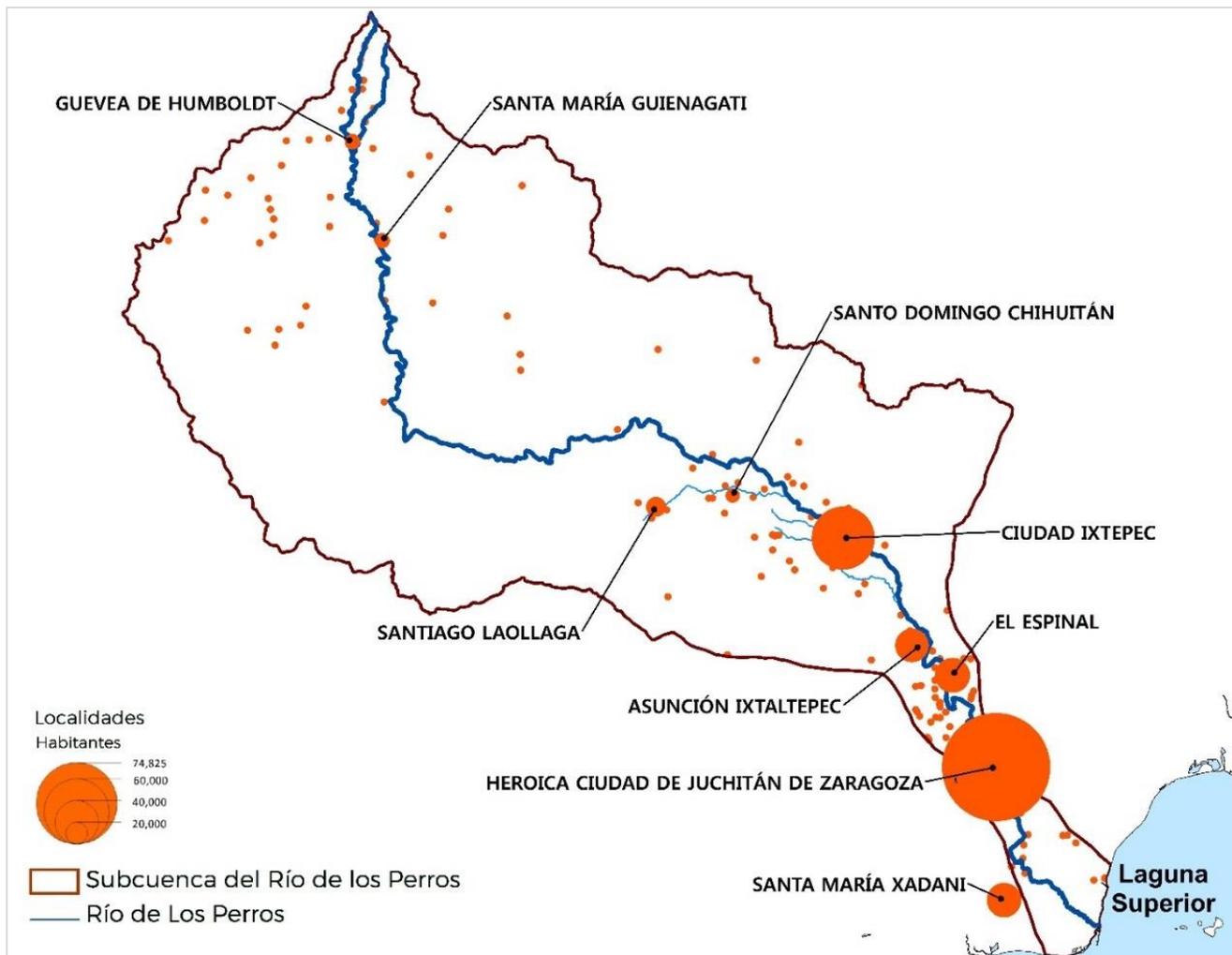
En este apartado se describen las principales actividades económicas de la zona, así como los datos de población de las comunidades que de alguna manera se encuentran involucradas en el problema de contaminación del río de los Perros.

2.3.1 Población

Conocer las características socioeconómicas y la demografía de la subcuenca del río de Los Perros permite visualizar y establecer los sitios de mayor vulnerabilidad con respecto a la contaminación del río, lo que permite identificar acciones que ayuden a mejorar sus condiciones de vida.

Dentro de la subcuenca del Río de los Perros se localizan 155 localidades en la que habitan un poco más de 128,000 habitantes, cabe mencionar que la mayoría de ellas se encuentran ubicadas en la cercanía del río principal, así como en afluentes de este.

Figura 22. Localidades



Fuente: Elaboración propia con información del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas SIATL, INEGI 2010

Este estudio se enfocará en 9 localidades ubicadas muy cerca del cauce principal, las cuales se ven afectadas directamente por los problemas de contaminación del río de los Perros.

En la Tabla 4 se muestra la población de cada una de ellas, siendo 8 en las que habita el 95% de la población ubicada dentro de la cuenca, la mayoría el género femenino (52 %). Cabe mencionar que Santa María Xadani se localiza fuera de la cuenca, sin embargo, será considerada en este estudio por su cercanía a la desembocadura del río de Los Perros y a que la población se ve afectada por la contaminación de la Laguna Superior, en la que forman parte las descargas de aguas residuales.

Tabla 4. Población de las localidades cercanas en la subcuenca del río de los Perros

Clave	Localidad	Hombres	Mujeres	Población
200430001	Heroica Ciudad de Juchitán De Zaragoza	36,187	38,638	74,825
200140001	Ciudad Ixtepec	12,144	13,237	25,381
200300001	El Espinal	3,768	4,055	7,823
200050001	Asunción Ixtaltepec	3,493	3,710	7,203

Clave	Localidad	Hombres	Mujeres	Población
204720001	Santiago Laollaga	1,271	1,279	2,550
200360001	Guevea de Humboldt	744	798	1,542
204120001	Santa María Guienagati	736	751	1,487
205080001	Santo Domingo Chihuitán	633	671	1,304
204410001	Santa María Xadani	3782	3831	7613
Total		62,758	66,970	129,728

Fuente: INEGI ITER 2010. Censo de Población y Vivienda 2010

De acuerdo con la Tabla 5, la mayoría de la población de la cuenca se encuentran en un rango de entre 15 y 49 años, en 4 de los municipios (Asunción Ixtaltepec, Ciudad Ixtepec, El Espinal y Santo Domingo Chihuitán) existe una parte representativa de adultos mayores.

Tabla 5. Población por rango de edades

Localidad	3 a 5 años	6 a 11 años	8 a 14 años	15 a 49 años	Más de 60 años
Heroica Ciudad de Juchitán De Zaragoza	4,023	8,211	9,791	21,465	6,649
Ciudad Ixtepec	1,237	2,673	3,153	6,777	3,187
El Espinal	355	690	863	2117	1,152
Asunción Ixtaltepec	303	600	722	1,868	1,330
Santiago Laollaga	109	234	282	645	480
Guevea De Humboldt	98	181	246	397	164
Santa María Guienagati	80	188	283	369	179
Santo Domingo Chihuitán	45	132	165	293	293
Santa María Xadani	603	1093	1284	1859	294
Total	6,250	12,909	15,505	33,931	13,434

Fuente: INEGI ITER 2010. Censo de Población y Vivienda 2010

La población económicamente activa (PEA) que es aquella integrada por todas las personas de 12 y más años que realizaron algún tipo de actividad económica o que buscaron activamente hacerlo se presenta en la Tabla 6., la población masculina es predominante.

Tabla 6. Población Económicamente Activa por localidad

Localidad	Población Económicamente Activa		
	Hombres	Mujeres	Total
Heroica Ciudad de Juchitán De Zaragoza	19,667	10,252	29,919
Ciudad Ixtepec	6,123	2,973	9,096
El Espinal	1,974	1,222	3,196
Asunción Ixtaltepec	1,926	767	2,693
Santiago Laollaga	695	357	1,052
Guevea de Humboldt	380	32	412
Santa María Guienagati	330	92	422
Santo Domingo Chihuitán	352	153	505
Total	31,447	15,848	47,295

Fuente: INEGI ITER 2010. Censo de Población y Vivienda 2010

2.3.2 Zona de atención prioritaria

El 28 de diciembre de 2019 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el decreto donde se formula la "Declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria para el año 2019", definiendo:

- **Zonas de Atención Prioritaria Rurales.** Son de Muy Alta o Alta Marginación o tienen Muy Alto o Alto Grado de Rezago Social o el porcentaje de personas en pobreza extrema es mayor o igual al 50%.

- **Zonas de Atención Prioritaria Urbanas.** AGEBS urbanas con Muy Alto o Alto Grado de Marginación o Grado de Rezago Social Alto o AGEBS urbanas ubicadas en Zonas de Atención Prioritaria Rurales.

Bajo este contexto, 3 municipios ubicados dentro de la zona de estudio se encuentran considerados como Zonas de Atención Prioritarias Rurales, siendo *Santa María Guienagati* el municipio con un grado de marginación y de rezago social clasificado en “Muy alto” (Tabla 7).

Tabla 7. Zonas de Atención Prioritaria Rurales en la subcuenca del río de los Perros

Clave	Municipio o delegación	Grado de marginación 2015	Grado de rezago social 2015	% de población en pobreza extrema 2015
20036	Guevea de Humboldt	Alto	Alto	56.45
20412	Santa María Guienagati	Muy alto	Muy alto	59.8
20441	Santa María Xadani	Alto	Alto	38.89

Fuente: DOF 2018. Declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria para el año 2019

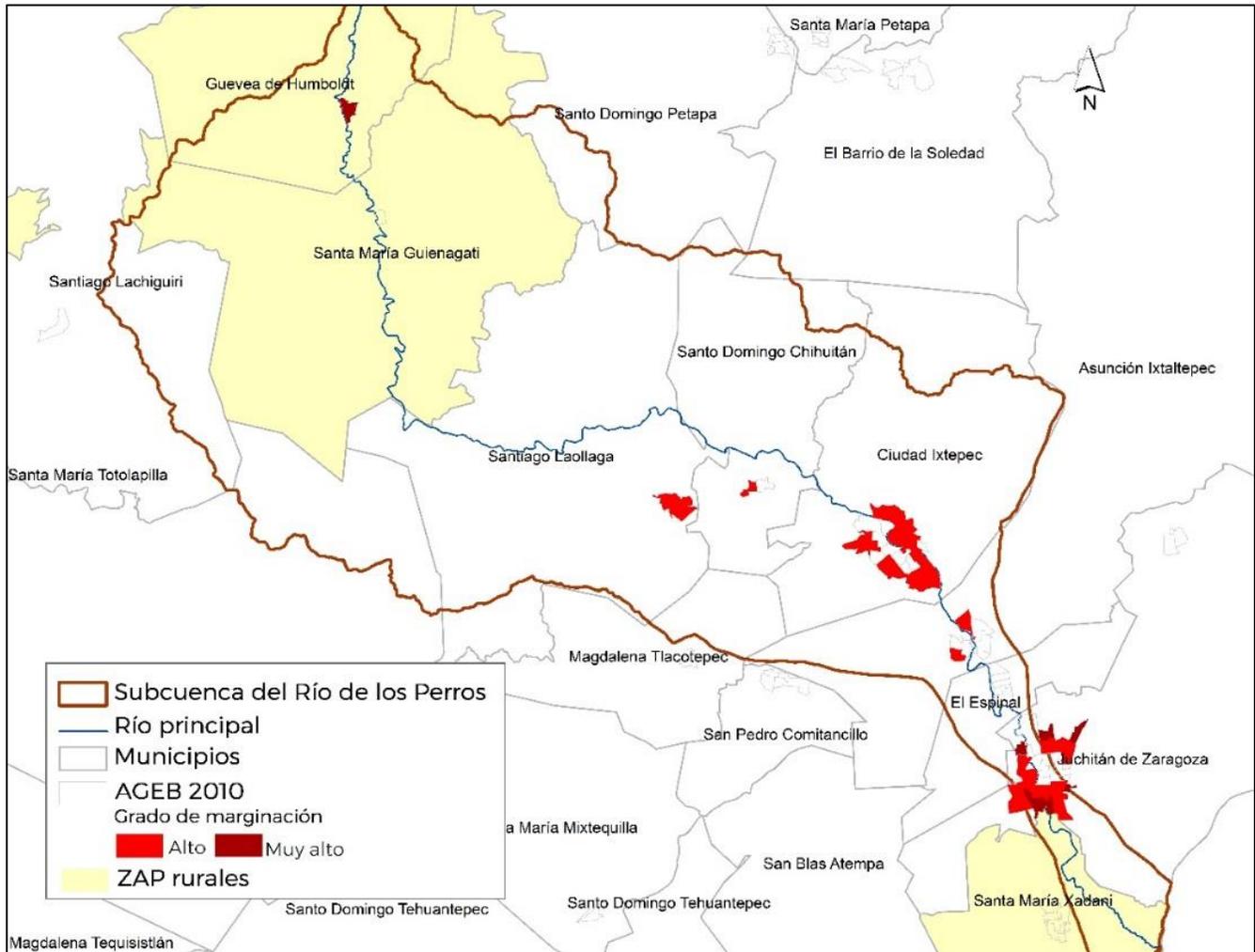
Como se observa en la Tabla 8, seis de las nueve localidades también están consideradas como Zonas de Atención Prioritaria Urbanas, siendo la ciudad de Juchitán la que tiene más áreas geoestadísticas básicas (AGEBs) clasificadas con un grado de marginación muy alto.

Tabla 8. Zonas de Atención Prioritaria Urbanas en la subcuenca del río de los Perros

CLAVE	LOCALIDAD	AGEB
200050001	Asunción Ixtaltepec	0146, 0269
200360001	Guevea de Humboldt	0068
200430001	Heroica Ciudad Juchitán Zaragoza	0096, 0289, 0344, 0382, 040A, 0452, 0556, 0626, 0630, 0683, 072A, 0734, 0753, 0768, 0772, 0791, 0804, 0819, 0838, 0842, 0908, 0912, 0927, 0931, 0946, 097A, 0984, 0999, 1003, 1018, 1022, 1056
205080001	Santo Domingo Chihuitán	0041
204720001	Santiago Laollaga	0051, 0066, 0070, 0085
200140001	Ciudad Ixtepec	0075, 0130, 015A, 0183, 0198, 0200, 0249, 0253, 0268, 0272

Fuente: DOF 2018. Declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria para el año 2019

Figura 23. Zonas de Atención Prioritaria rurales y urbanas

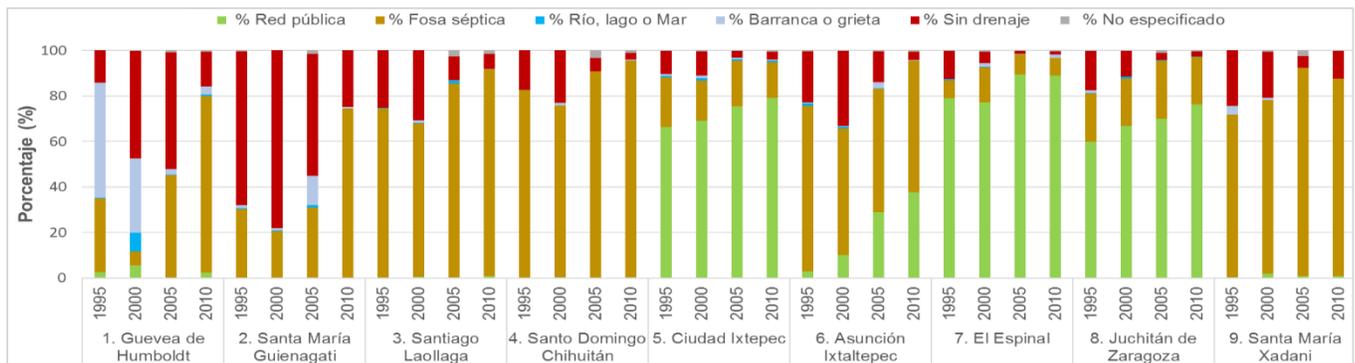


Fuente: Elaboración propia con información de INEGI 2010, CONAPO 2010 e IMTA 2013

2.3.3 Servicio de drenaje

En cuanto a la cobertura de drenaje, se puede observar en la Figura 24 que la conexión a la red pública ha ido aumentando en los municipios de Juchitán de Zaragoza, El Espinal, Ciudad Ixtepec y Asunción Ixtaltepec, este último en menos medida, prevaleciendo en los otros municipios la conexión a la fosa séptica.

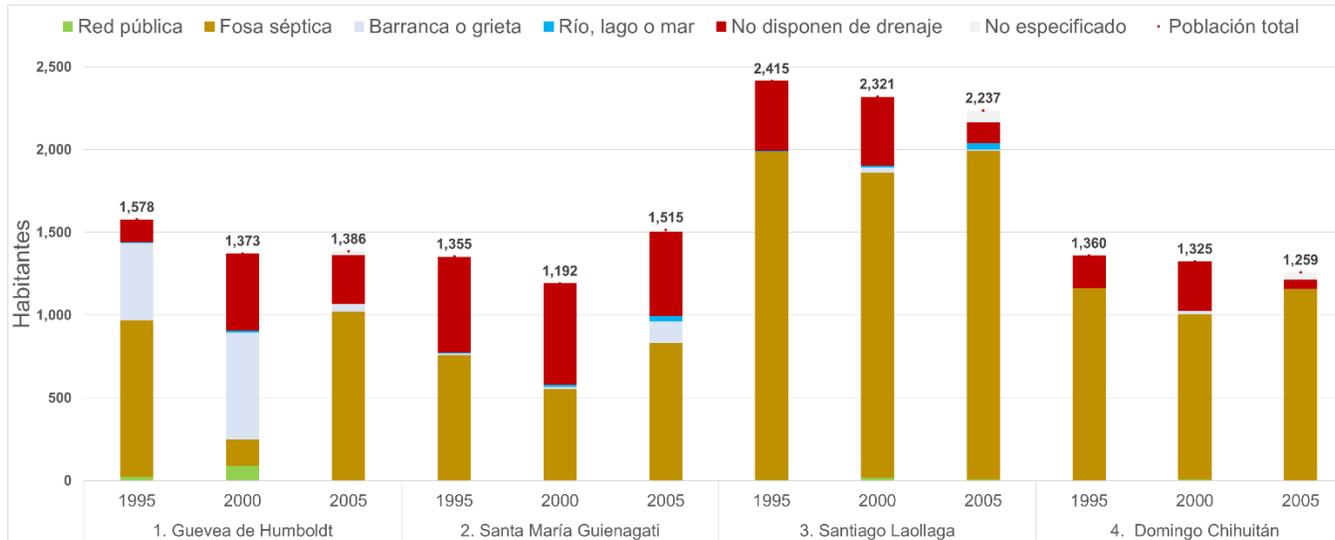
Figura 24. Cobertura de drenaje por municipio



Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 1995), (INEGI, 2000), (INEGI, 2005) (INEGI, 2010)

En cuanto a las localidades ubicadas en la parte alta de la cuenca, la mayoría de las viviendas en 2005 tiene conexión a una fosa séptica, reduciendo la cantidad de viviendas que no disponen de drenaje y las descargas a las barrancas, grietas, ríos o lagos que se tenía en 1995.

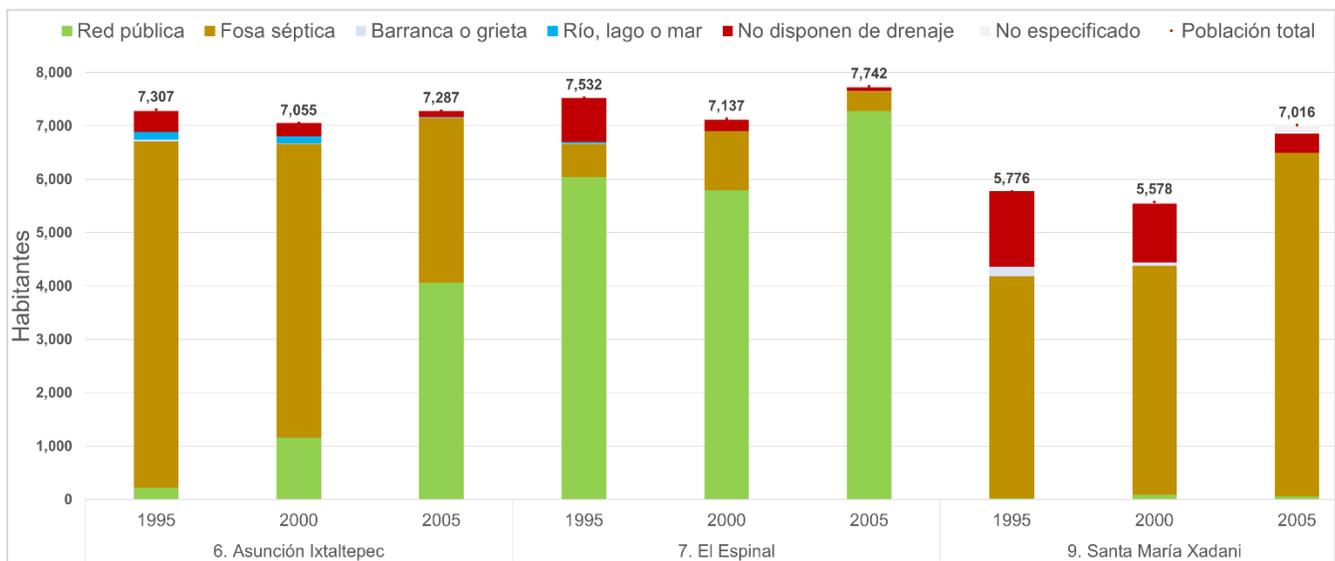
Figura 25. Cobertura de drenaje de las localidades: Guevea de Humbolt, Santa María Guienagati, Santiago Laollaga y Santo Domingo Chihuitán



Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 1995), (INEGI, 2000), (INEGI, 2005)

En la Figura 26 se puede observar que, en las localidades de Asunción Ixtaltepec y El Espinal, la cantidad de viviendas conectadas a la red pública ha ido aumentando, reduciendo el uso de fosas sépticas, así como la eliminación de descargas a barrancas, grietas, ríos o lagos, logrando una mayor cobertura de drenaje sanitario. Por otro lado, la localidad de Santa María Xadani utiliza más la conexión a fosas sépticas la cual ha ido aumentando.

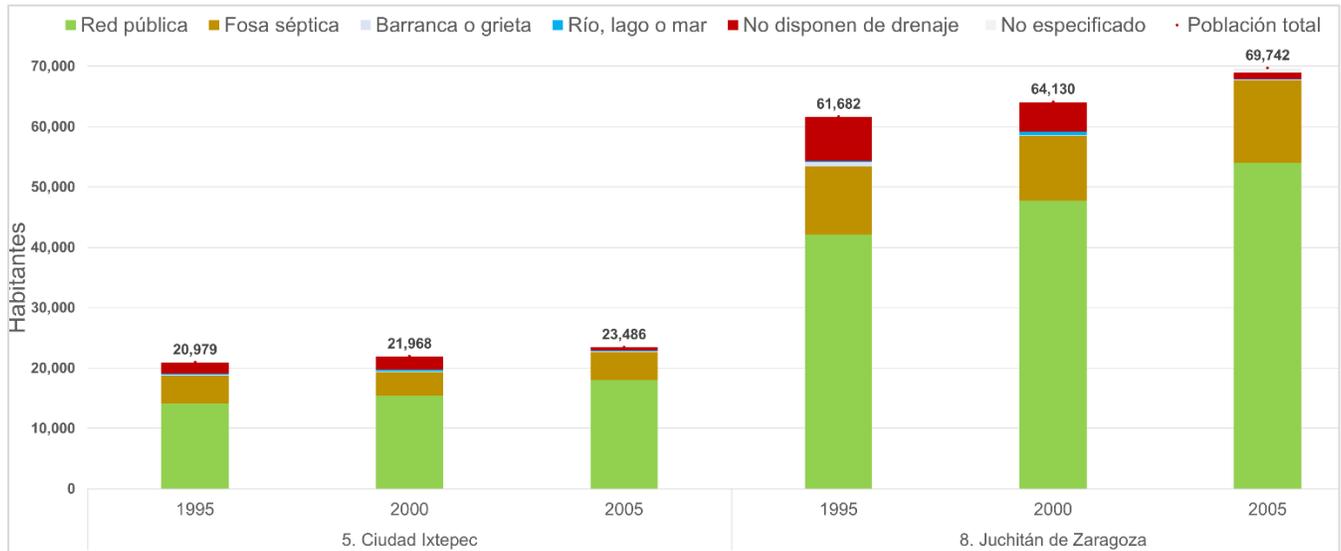
Figura 26. Cobertura de drenaje de las localidades: Asunción Ixtaltepec, El espinal y Santa María Xadani



Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 1995), (INEGI, 2000), (INEGI, 2005)

Finalmente, en cuanto a las localidades con mayor población de la cuenca, se puede observar que las conexiones a la red pública se han incrementado, reduciendo el uso de fosas sépticas y disminuyendo las descargas a cuerpos de agua o barracas.

Figura 27. Cobertura de drenaje de las localidades: Ciudad Ixtepec y Juchitán de Zaragoza



Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 1995), (INEGI, 2000), (INEGI, 2005)

Cabe mencionar que el caso de Juchitán, a pesar de registrar una alta cobertura en el servicio de drenaje sanitario, debido al sismo de septiembre de 2017, actualmente todo el sistema de tuberías se encuentra colapsado, un ejemplo se muestra en la Figura 28.

Figura 28. Drenaje colapsado, Juchitán de Zaragoza



Fuente: Visita de campo IMTA 2019

De acuerdo con datos de INEGI en la Tabla 9 se muestra la cobertura correspondiente a la disposición de drenaje en las viviendas de cada localidad, desagregada de acuerdo con el tipo de conexión.

Tabla 9. Cobertura de servicio de drenaje

Localidades	Total (habitantes)	Drenaje (habitantes)		Habitantes conectados a				
		No disponen	Disponen	Red pública	Fosa séptica	Barranca o grieta	Río, lago o mar	No especificado
2005								
Asunción Ixtaltepec	7,287	108	7,168	4,058	3,092	5	13	11
Ciudad Ixtepec	23,486	519	22,912	18,036	4,597	141	138	55
El Espinal	7,742	73	7,653	7,280	363	8	2	16
Guevea de Humboldt	1,386	295	1,069		1,021	48		22
Juchitán de Zaragoza	69,742	1,090	67,862	54,046	13,640	76	100	790
Santa María Guienagati	1,515	506	996		830	131	35	13
Santa María Xadani	7,016	358	6,496	52	6,444			162
Santiago Laollaga	2,237	125	2,038	6	1,989	6	37	74
Santo Domingo Chihuitán	1,259	54	1,159	1	1,158			46
2000								
Asunción Ixtaltepec	7,055	247	6,808	1,158	5,510	12	128	
Ciudad Ixtepec	21,968	2,099	19,773	15,462	3,837	203	271	96
El Espinal	7,137	210	6,901	5,796	1,105			26
Guevea de Humboldt	1,373	465	908	89	161	644	14	
Juchitán de Zaragoza	64,130	4,784	59,191	47,753	10,722	91	625	155
Santa María Guienagati	1,192	611	581		551	15	15	
Santa María Xadani	5,578	1,102	4,437	92	4,289	56		39
Santiago Laollaga	2,321	418	1,901	17	1,845	31	8	2
Santo Domingo Chihuitán	1,325	300	1,025	6	1,001	18		
1995								
Asunción Ixtaltepec	7,307	391	6,889	225	6,488	32	144	27
Ciudad Ixtepec	20,979	1,862	19,085	14,146	4,609	164	166	32
El Espinal	7,532	823	6,699	6,041	624	13	21	10
Guevea de Humboldt	1,578	138	1,440	23	946	465	6	
Juchitán de Zaragoza	61,682	7,313	54,325	42,106	11,314	743	162	44
Santa María Guienagati	1,355	576	776		757	10	9	3
Santa María Xadani	5,776	1,410	4,366	26	4,163	172	5	
Santiago Laollaga	2,415	1,992	423	5	1,981		6	
Santo Domingo Chihuitán	1,360	198	1,162		1,162			

Fuente: elaboración propia con datos de (INEGI, 1995) (INEGI, 2000) (INEGI, 2005)

2.3.4 Actividades productivas

Las principales actividades productivas de la zona son: la agricultura, la ganadería y el comercio, que constituyen el sector primario y terciario.

En cuanto a la ganadería, los tipos de ganado que se producen en la zona son: ave, caprino, guajolote, ovino, porcino y bovino, siendo este último el de mayor producción. Las localidades de Asunción Ixtaltepec y Juchitán de Zaragoza son las que producen mayor cantidad de ganado.

Tabla 10. Producción de ganado en la cuenca

Municipio	Producción (toneladas)					
	Ave	Bovino	Caprino	Guajolote	Ovino	Porcino
Asunción Ixtaltepec	42.75	2,304.67		4.14		266.39
Ciudad Ixtepec	1.87	186.52	4.08	0.14	2.72	99.96
El Espinal	5.67	604.05	4.22	0.25	5.25	43
Guevea de Humboldt	1.99	204.39	0.87	0.24	0.62	9.09
Juchitán de Zaragoza	14.49	2,370.68	15.5	1.23	13.39	390.08
Santa María Guienagati	1.03	256.25	0.88	0.26	0.43	3.65
Santa María Xadani	2.71	100.37	3.79	0.21	2.19	129.68
Santiago Laollaga	2.09	125.25	0.99	0.14	0.87	5.98
Santo Domingo Chihuitán	1.86	143.93	1.47	0.13	0.83	7.14
Total	107.71	7,450.23	31.8	9.72	39.68	1,163.27

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2017

En cuanto a la agricultura, los principales cultivos que se siembran en la zona son: frijol, maíz, café cereza y sorgo, además de pastos y praderas.

Tabla 11. Producción agrícola

Municipio	Hectáreas cosechadas				
	Café cereza	Frijol	Maíz grano	Pastos y praderas	Sorgo grano
Asunción Ixtaltepec			1565	5848	205
Ciudad Ixtepec			1420		237
El Espinal			418	1551	605
Guevea de Humboldt	2013	263	696	2040	
Juchitán de Zaragoza			5607	6490	761
Santa María Guienagati	889	264	747	1915	
Santa María Xadani			1188		188
Santo Domingo Chihuitán			756	623	254.5
Santiago Laollaga	75.75	7.5	958	596	154
Total	2,977.75	534.5	13,355	19,063	2,404.5

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Estadística de Producción Agrícola 2017

Otra actividad importante que se realiza en las comunidades cercanas a la Laguna superior es la pesca, donde se obtiene productos como Lisa, Curvina, Escama, Camarón, Robalo. Dichos productos son comercializados localmente en la ciudad de Juchitán, así como en restaurantes localizados a orillas de la Laguna.

3 Caracterización hidrológica

El río de los Perros nace al Norte de Guevea de Humboldt, en el parteaguas de la Sierra Mixe, a unos 1,330 m de altitud y corre con rumbo Sureste hasta desembocar en la Laguna Superior (Figura 29). En su recorrido pasa por los municipios de Guevea de Humblot, Santa María Guienagati, Santiago Laollaga, Santo Domingo Chihuitán, Ciudad Ixtepec, Asunción Ixtepec, El Espinal, Juchitán de Zaragoza y Santa María Xadani. El ancho y profundidad del cauce, desde sus inicios hasta su desembocadura, varía en cuanto a sus dimensiones y depende de la temporada de estiaje o de lluvia que se presente. El área de la cuenca es de aproximadamente 1,216.8 km².

Figura 29. Cuenca y cauce del río de los Perros



Fuente: Elaboración propia con información del SIATL y Google Earth

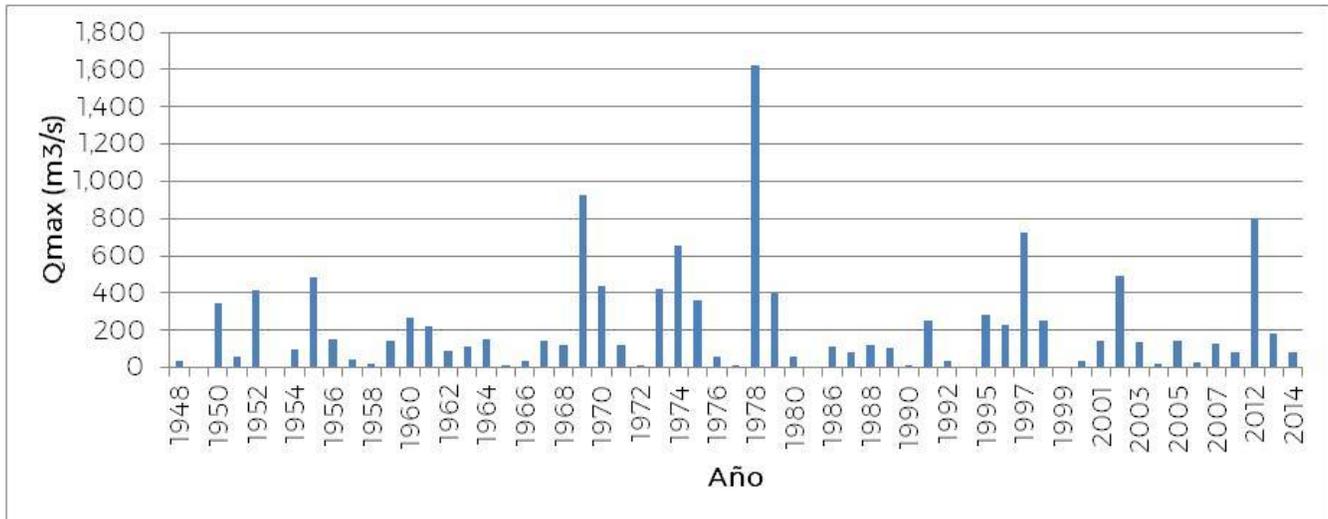
De acuerdo con el SIATL de INEGI el tiempo de concentración de la cuenca es de 865 minutos o 14.4 horas, es decir, es el tiempo que tarda la partícula de agua más alejada en salir de la cuenca. En cuanto a la pendiente del cauce, en su parte alta tiene una pendiente media de 10.8% ya que desciende de 1,330 msnm hasta la elevación de 500 msnm en 7.7 km de longitud, la parte media tiene una pendiente de 1.4% debido a que en esta zona el cauce va de los 500 msnm a los 100 msnm en 27.3 km, finalmente la parte baja desciende de los 100 msnm hasta 0 msnm en 68 km, lo que representa una pendiente del 0.16%, pendiente prácticamente horizontal o zona de inundaciones.

3.1.1 Comportamiento del cauce

La corriente principal está continuamente siendo monitoreada por la estación hidrométrica IXTEPEC con clave 22017, esta se encuentra ubicada en la localidad de Ixtepec bajo el puente de ferrocarril que va de Salina Cruz, Oaxaca a Coatzacoalcos, Veracruz. En la zona de la estación hidrométrica el cauce es recto en 1 km aproximadamente, sus márgenes son de material arcilloso y el fondo arenoso.

La estación cuenta con datos registrados de 1947 a 2014, en su mayoría continuos. El caudal medio diario es de 3.8 m³/s. De acuerdo con el Sistema de Información de Aguas Superficiales, versión 1.0 (SIAS) el caudal máximo registrado fue de 1625 m³/s, presentándose el 23 de septiembre de 1978 con una profundidad en el cauce de 6.00 m. Otros caudales importantes se registraron el 7 de septiembre de 1969 y el 22 de junio de 2012 con 927 m³/s y 804.5 m³/s respectivamente (Figura 30). La media de gastos máximos anuales presentados en el río es de 223.7 m³/s.

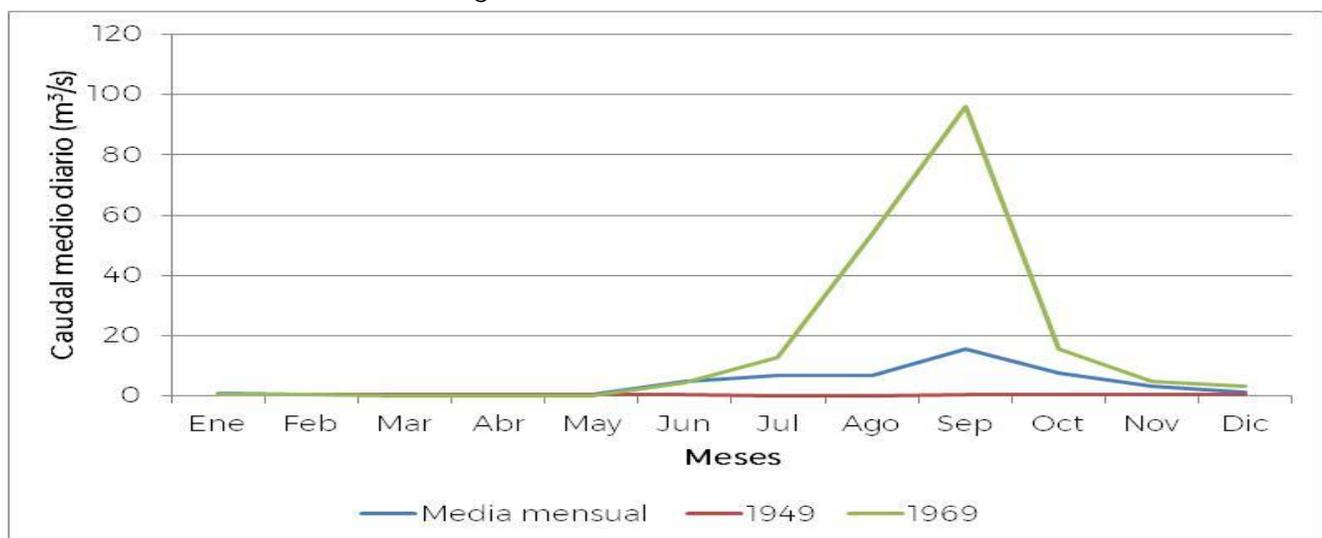
Figura 30. Caudales máximos presentados



Fuente: Elaboración propia con información del SIAS v1.0

Respecto al comportamiento medio mensual se observa (Figura 31) que el cauce presenta mayores escurrimientos del mes de junio al mes de noviembre y el resto del año se tiene escurrimiento base que es producto de las aportaciones de aguas subterráneas o descargas de aguas residuales. El año con mayores escurrimientos se registró en 1969 y el de menor en 1949.

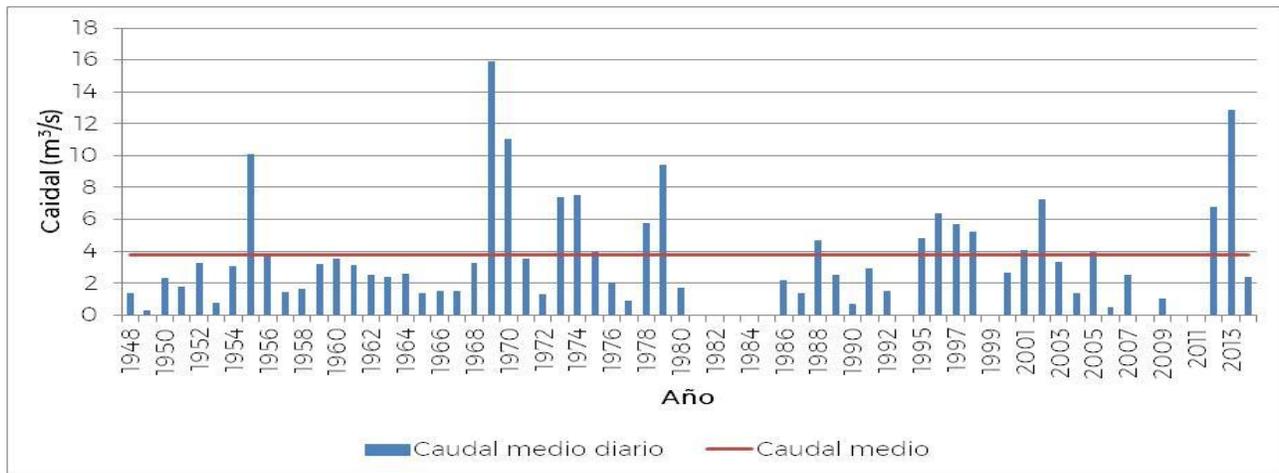
Figura 31. Caudal medio mensual



Fuente: Elaboración propia con información del SIAS v1.0

En la Figura 32 se muestra el caudal medio diario por año, en él se aprecian los años de secos y años húmedos.

Figura 32. Caudal medio diario por año



Fuente: Elaboración propia con información del SIAS v1.0

Cabe mencionar que aguas arriba de la estación, se tiene una presa de desvío que distribuye el agua del río hacia la zona agrícola de Ixtepec, por lo que, en época de estiaje, se corta totalmente el flujo del río (Figura 33).

Figura 33. Presa de desvío, Ciudad Ixtepec, Oax.



Fuente: IMTA 2019 Visita de campo

3.1.2 Disponibilidad de aguas superficiales

La cuenca del río de los Perros utilizada en este estudio puede vincularse a dos de las cuencas publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF), en su parte alta corresponde aproximadamente a la cuenca Río de los Perros 1 (DOF, 2016), mientras que en la parte baja, de Ciudad Ixtepec hasta Santa María Xadani aproximadamente, la cuenca sólo es una pequeña porción de la cuenca del Río de los Perros 2 (DOF, 2016). Esto se puede apreciar en la Figura 34.

Figura 34. Cuencas



Fuente: Elaboración propia con información del SIATL, Google earth y DOF

La cuenca del DOF Río de los Perros 1 tiene una disponibilidad media anual de 88.03 hm^3 , para la cuenca Río de los Perros 2, es de 183.27 hm^3 . La generación de volumen de agua por cuenca propia es de 125.7 hm^3 y de 135.3 hm^3 respectivamente. Los usos consuntivos de la cuenca Perros 1 es de 0.63 hm^3 (casi despreciable), pero en la cuenca Perros 2 es de 77.12 hm^3 , debido a que se tiene el distrito de riego 019 Tehuantepec.

3.1.3 Disponibilidad de aguas subterráneas

La cuenca del río de los Perros se localiza sobre el acuífero de Tehuantepec (Figura 35), de acuerdo con el estudio de disponibilidad de agua del acuífero realizado por CONAGUA (CONAGUA, 2007) y actualizado al 20 de abril de 2015, se tiene que se encuentra con Disponibilidad de agua.

En el acuífero se presenta una recarga media anual de 103.3 hm^3 , se tienen concesionados 39.09 hm^3 y se extraen 52.8 hm^3 más la descarga natural comprometida de 43 hm^3 resulta una disponibilidad media anual de agua subterránea de 21.2 hm^3 . Este último valor corresponde a restar el volumen concesionado y la descarga natural comprometida a la recarga anual. Por otro lado, la cuenca del río de los Perros tiene un área de $1,216.78 \text{ km}^2$ y el acuífero $13,981.14 \text{ km}^2$, lo que significa que la cuenca representa un 8.7% del área total del acuífero. Si se toma este porcentaje de la disponibilidad media anual de 21.1 hm^3 a la cuenca le corresponden 1.84 hm^3 anuales.

Figura 35. Acuífero Tehuantepec



Fuente: Elaboración propia con información del SIATL, Google earth y DOF

4 Diagnóstico ambiental

Para establecer acciones que permitan resolver una problemática específica, es necesario conocer la situación actual de la zona de estudio, considerando siempre lo que se tiene y donde se tiene. En este capítulo se presenta el diagnóstico general en cuanto al problema de saneamiento del río de Los Perros para lo cual se llevaron a cabo reuniones de trabajo con representantes del Comité de Cuenca, gobiernos municipales y representantes de algunas comunidades cercanas al río, además se realizaron recorridos de campo en diversos puntos del río de Los Perros con la finalidad de ubicar las descargas de aguas residuales más importantes de cada localidad e identificar si se cuenta con Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, así como observar las condiciones de funcionamiento de las mismas.

Factores como el vertido de aguas residuales sin tratamiento previo o deficiente, contaminación por residuos sólidos urbanos, uso excesivo de agroquímicos y la deforestación han generado un impacto negativo en la calidad del agua del río de Los Perros.

En esta sección se proporciona una descripción general de las descargas de aguas residuales y su tratamiento. Luego, la reutilización y eliminación de residuos sólidos urbanos se analizan en la siguiente sección.

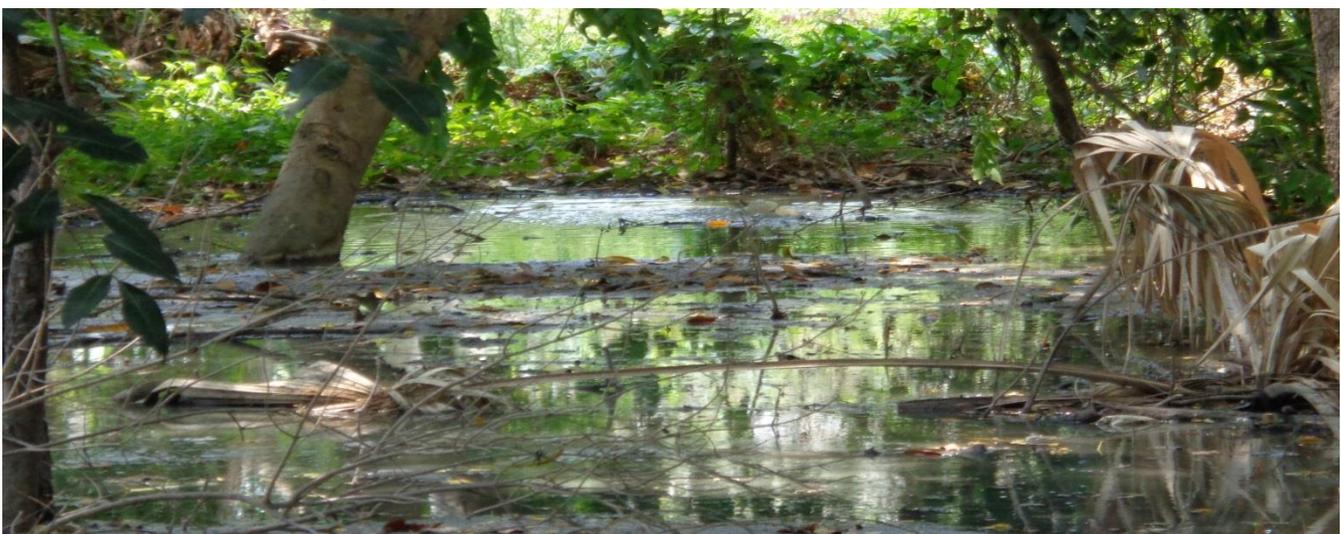
4.1 Impacto por contaminación de aguas residuales

Uno de los problemas principales del deterioro de la calidad de agua en la cuenca del río de Los Perros es causado por el vertido de las aguas residuales sin un tratamiento previo que son generadas por las localidades cercanas al río, que efectúan sus descargas en diferentes tramos o en afluentes del mismo. A pesar de que algunas localidades cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales, por diversos motivos, estos se encuentran fuera de operación. Por otro lado, el sistema de monitoreo con el que se cuenta no es suficiente para dar seguimiento y control continuo a la calidad del agua en el río.

4.1.1 Descargas

Las descargas de aguas residuales provenientes de centros urbanos y rurales son la principal causa de la contaminación de los cauces de la cuenca del río de Los Perros, así como de la laguna Superior, lo cual constituye un severo riesgo para la salud pública. En la Figura 36 se muestra un ejemplo de una descarga a un estero ubicado en Ciudad Ixtepec.

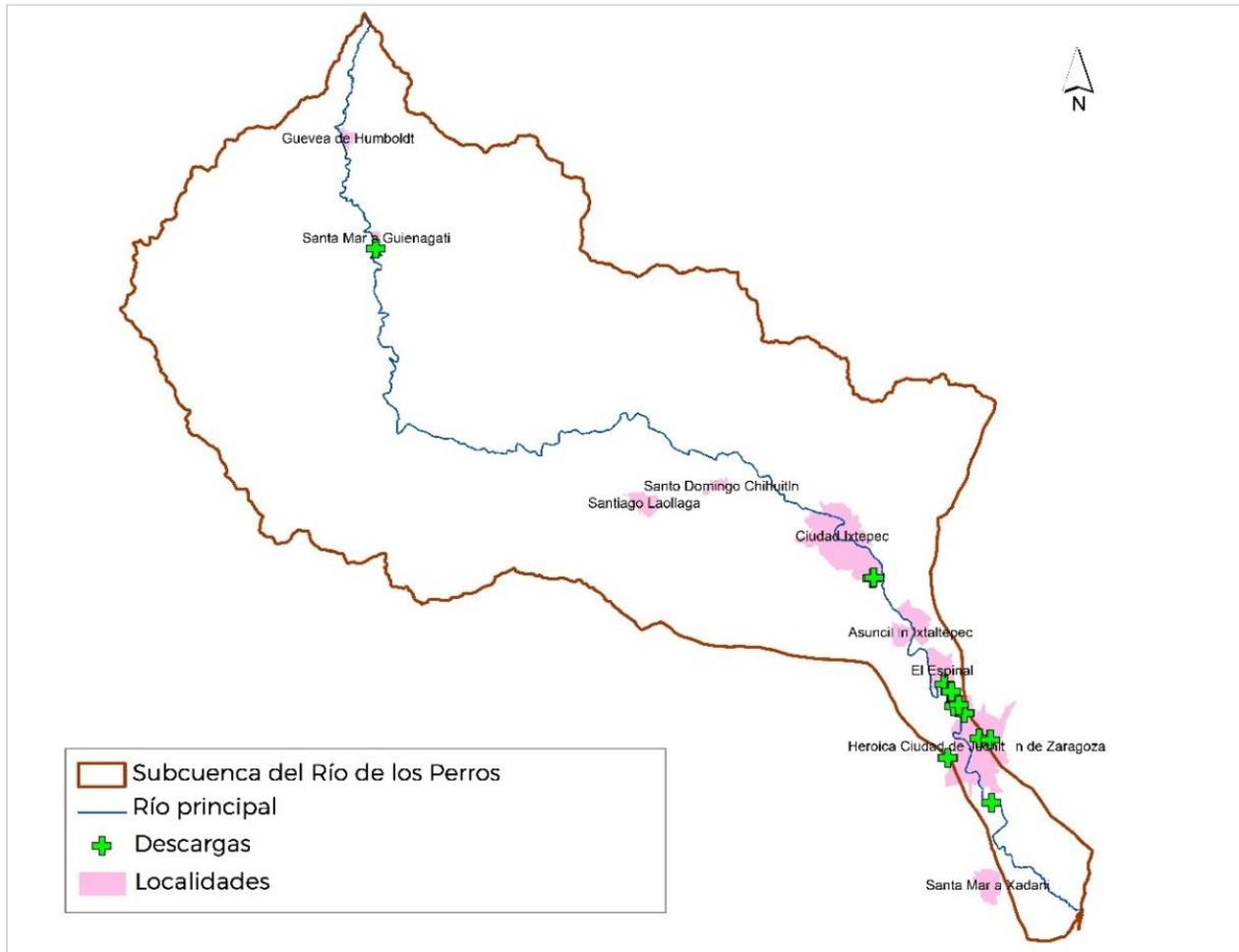
Figura 36. Descarga de agua residual, Ciudad Ixtepec, Oax.



Fuente: Comité de Cuenca del río Los Perros

De acuerdo con el Registro Público de Derechos del Agua (REPGA) a cargo de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) se tiene información referente a 14 descargas de aguas residuales ubicadas en la zona de estudio (Figura 37), de las cuales y de acuerdo con el REPGA tres van directamente al río de Los Perros en las localidades de Santa María Guienagati, El Espinal y la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza.

Figura 37. Ubicación de las descargas registradas en el REPGA



Fuente: Elaboración propia con datos del Registro Público de Derechos del Agua 2013

También existen descargas que son dirigidas al acuífero, al suelo, al dren de riego o por infiltración al subsuelo. En la Tabla 12 se muestra el detalle de la información.

Tabla 12. Descargas de aguas residuales registradas en la base de datos REPGA

Recepción	Localidad	Procedencia	Uso	Descarga (m ³)	Saneado (m ³)
Río de Los Perros, al suelo	Juchitán	Servicios sanitarios	Servicios	21,024.00	57.60
Río de Los Perros	Santa María Guienagati	Planta de tratamiento de aguas residuales	Público urbano	48,250.08	132.19
Río de Los Perros	El Espinal	Público urbano	Público urbano	7,190.50	19.70
Infiltración al Subsuelo	Juchitán	Servicios Sanitarios	Servicios	27,557.50	75.50

Recepción	Localidad	Procedencia	Uso	Descarga (m ³)	Saneado (m ³)
Infiltración Al Subsuelo	Juchitán	Servicios Sanitarios	Servicios	1022.00	2.80
Dren de Riego	Juchitán	Servicio Publico Urbano	Público Urbano	3,564,414.80	9,765.52
Al Suelo	Juchitán	Fábrica De Hielo Y Servicio Sanitarios	Industria	7,884.00	21.60
Al Suelo (Riego De Áreas Verdes)	Juchitán	Servicios Sanitarios	Servicios	14,016.00	38.46
Acuífero	Juchitán	Servicios	Servicios	436.24	1.19
Acuífero (Pozo De Absorción)	Juchitán	Servicios Sanitarios	Servicios	944.62	2.58
Arroyo Niza Luba	Ciudad Ixtepec	Servicios	Servicios	29,565.00	81.00
Al Suelo	Ciudad Ixtepec	Servicios	Servicios	19,710.00	54.00
Acuífero (Pozo de Absorción)	El Espinal	Servicios Sanitarios	Servicios	604.80	1.65
Infiltración Al Subsuelo	El Espinal	Proceso Industrial	Industria	186.15	0.51

Fuente: Conagua, 2013. Registro Público de Derechos del Agua

Sin embargo, de acuerdo con el recorrido de campo, se observó que existen descargas de aguas residuales que son vertidas a los cauces de río provenientes de las localidades, las cuales no se encuentran identificadas ni contabilizadas en el REPDA, algunas de ellas se mencionan más adelante.

En las localidades ubicadas en la parte alta de la cuenca, en el poblado de Santa María Guienagati la mayor parte de las descargas domiciliarias son de aguas grises, ya que la mayoría de las viviendas cuenta con fosa séptica por lo que no se encuentran conectadas a una red de drenaje (INEGI 2010). En el caso de las localidades que cuentan con una red de alcantarillado como Juchitán de Zaragoza, Ciudad Ixtepec, El Espinal, Asunción Ixtaltepec (INEGI 2010); no estaban conectadas a algún sistema de tratamiento de aguas residuales a pesar de contar con una PTAR, por lo que las descargas son enviadas a barrancas o a los cauces del río sin tratamiento previo.

En la Figura 38 se muestra un ejemplo de descarga de agua residual proveniente de la localidad de Santa María Xadani, la cual es vertida a una zona pantanosa que después se conecta a la Laguna Superior.

Figura 38. Descargas de aguas residuales, Santa María Xadani, Oax.



Fuente: Visita de campo IMTA 2019

En Santo Domingo Laollaga, las descargas de aguas son vertidas a fosas sépticas o al cauce que genera el manantial conocido como “ojo de agua”, uno de los afluentes del río de Los Perros. Autoridades de la comunidad indicaron que existe un problema importante en cuanto a las descargas que realizan las casas directamente al arroyo, o a las calles, sin embargo, han estado trabajado en campañas para eliminar dicho problema, lo que a la fecha no se ha logrado.

En El Espinal, se identificó una descarga proveniente de la Colonia Ingenio (Figura 39) que estaba dirigida a lo que antes era una planta de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, debido a que dicha planta se encuentra desmantelada y abandonada, la red de drenaje tuvo que ser interrumpida, enviando las aguas negras al dren localizado en la zona.

Figura 39. Descargas de aguas residuales, El Espinal Oax.



Fuente: Visita de campo IMTA 2019

En Ciudad Ixtepec, existen descargas que actualmente se están incorporando a los cauces que drenan hacia el río de los Perros, se han identificado 24 de las cuales diez son vertidas en el arroyo Niza Luba que es un afluente del río de Los Perros, dentro del arroyo se observaron algunas tuberías que transportan las aguas residuales como se muestra en la Figura 40. Otra descarga importante es la que se tiene en la colonia Cheguigo, que se vierte hacia una zona pantanosa cercana al río de Los Perros (Figura 41).

Figura 40. Descargas de aguas residuales, Ciudad Ixtepec, Oax.



Fuente: Visita de campo IMTA 2019

Figura 41. Descarga de la colonia Cheguigo, Ixtepec



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth y visita de campo IMTA, 2019

En el caso de Asunción Ixtaltepec, no se tiene certeza sobre el alcance de la red de drenaje sanitario existente, sin embargo, la descarga de este se está efectuando en el tramo del río de Los Perros localizado en el centro de la población (Figura 42), la idea era dirigirla a la PTAR ubicada a 200 metros aproximadamente, sin embargo, debido a la topografía del terreno, esto no ha sido posible, por lo que la descarga se efectúa directamente al río.

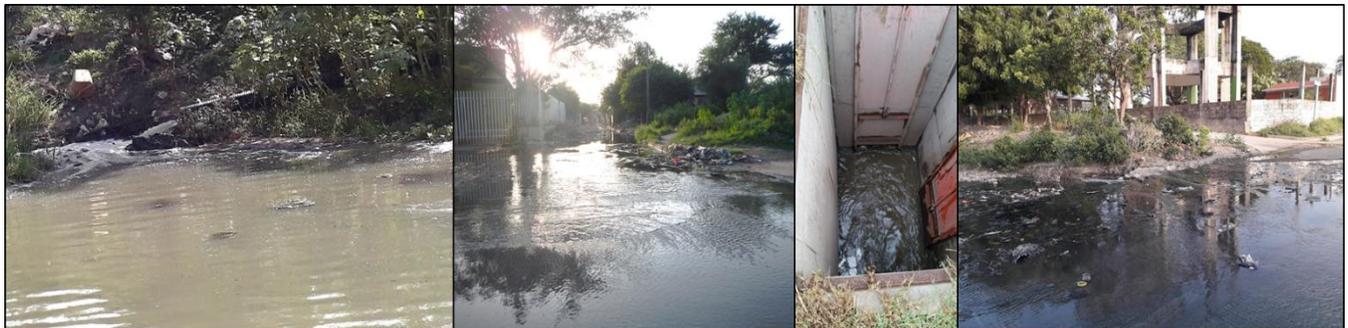
Figura 42. Descargas de aguas residuales, Ciudad Ixtepec, Oax.



Fuente: Visita de campo IMTA 2019

Desde el pasado sismo ocurrido en el año 2017, el drenaje de Juchitán se encuentra colapsado, por lo que, en algunas colonias, las aguas residuales han sido desviadas y escurren por la calle (Figura 43), dirigiéndolas a los afluentes del río de Los Perros, adicionalmente, existe tubería de la red de drenaje sanitario que descarga las aguas al cauce del río, el agua que llega a la PTAR que actualmente no está operando es desviada de igual forma hacia el río de Los Perros.

Figura 43. Descargas de aguas residuales, Juchitán Oax.



Fuente: Visita de campo IMTA 2019 y Comité de Cuenca del río Los Perros

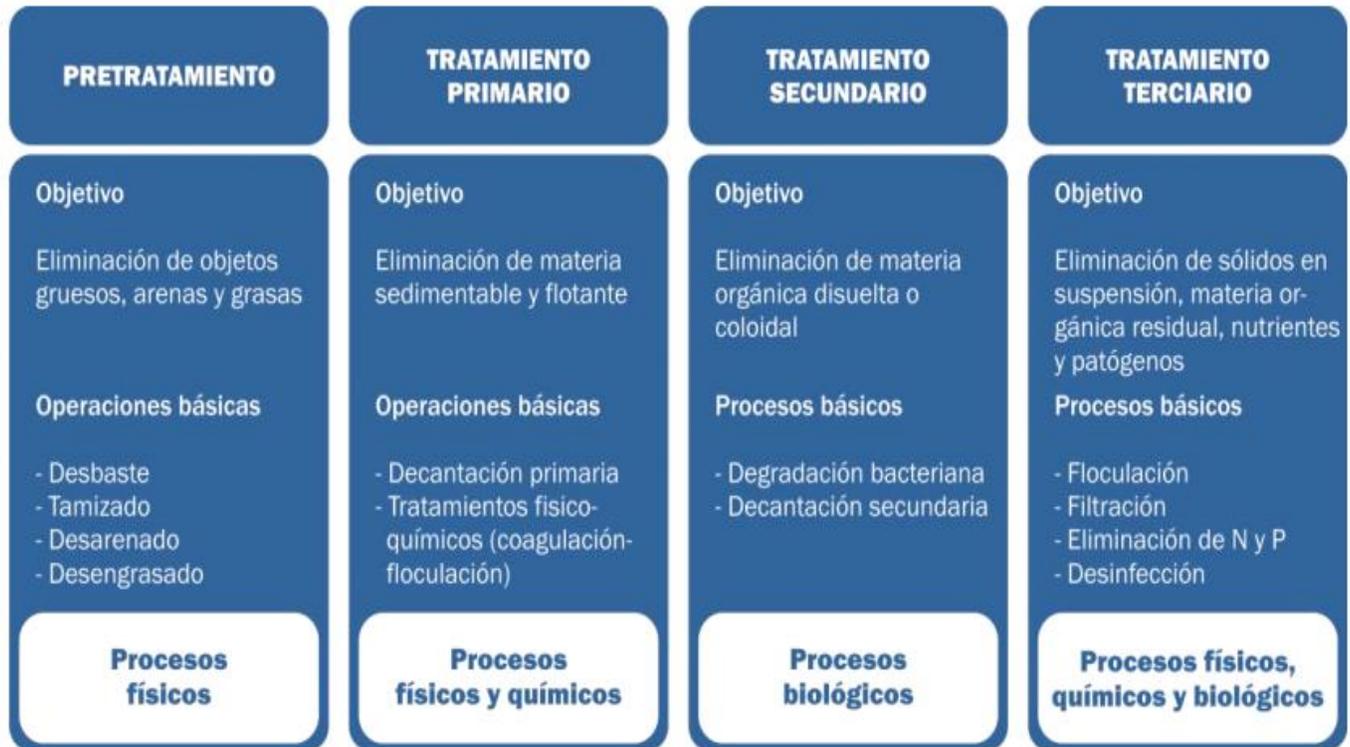
Cabe mencionar que la mayoría de las localidades utilizan el sistema de fosa séptica, el porcentaje de viviendas conectadas a la red es pequeño, excepto en las ciudades de El Espinal, Ixtepec y Juchitán.

4.1.2 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Las aguas residuales recolectadas de las localidades deberían ser tratadas antes de ser vertidas a los cuerpos receptores (cuerpos de agua y suelo) o ser reutilizadas. La compleja pregunta que enfrenta el ingeniero de diseño es: ¿Qué niveles de tratamiento se deben lograr en una aplicación dada, más allá de los prescritos por los permisos de descarga, para garantizar la protección de la salud pública y el medio ambiente? La respuesta a esta pregunta requiere análisis detallados o condiciones y necesidades locales, la aplicación del conocimiento científico y el juicio de ingeniería basado en la experiencia pasada, y la consideración de las regulaciones federales, estatales y locales. En algunos casos, puede ser necesaria una evaluación detallada del riesgo.

Para un mejor entendimiento al diagnóstico de las PTARs, a continuación, se presenta una breve explicación de las principales etapas de un sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR).

Figura 44. Principales etapas para el tratamiento de aguas residuales



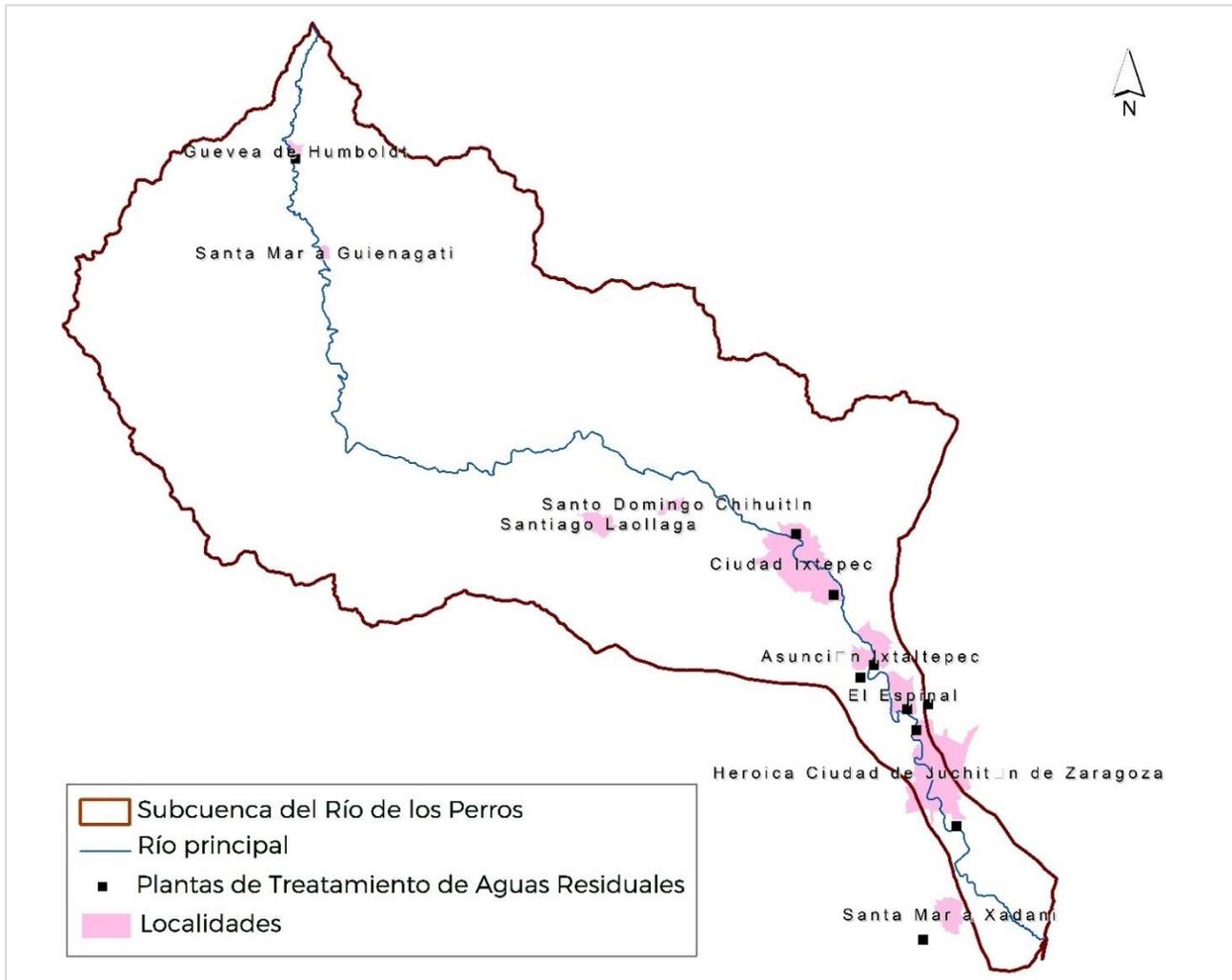
Fuente: (Blog, 2014)

Dependiendo del tipo de sistema utilizado cada una de las etapas presenta sus particularidades. El detalle de cada etapa se puede consultar en el anexo 1.

Para el caso de la cuenca del río de Los Perros, se identificaron 10 PTARs, dos ubicadas Juchitán de Zaragoza, dos en El Espinal, dos en Ciudad Ixtepec, dos en Asunción Ixtaltepec, una en Guevea de Humbolt y una más en Santa María Xadani (Figura 45).

Es importante indicar que durante el desarrollo del presente proyecto ninguna PTAR se encontraba operando; de acuerdo con las autoridades de las diferentes localidades, al menos cuatro de ellas entraron en operación después de su construcción, sin embargo, derivado de los altos costos de operación y mantenimiento, éstas dejaron de operar, llevándolas a su abandono y deterioro.

Figura 45. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI Siatl, Conagua y Comité de Cuenca del Río de Los Perros

La Tabla 13 muestra el tipo de proceso de tratamiento principal de las PTAR localizadas, donde se observa que en la zona se implementaron 4 tipos de sistemas para el tratamiento de aguas residuales: humedales, lagunas facultativas, lodos activados y biofiltros.

Tabla 13. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cuenca del Río de Los Perros

No.	Tipo de sistema	Lugar	Longitud	Latitud	Superficie (m ²)**	Q Diseño (lps)	Destino de las aguas tratadas
1	Humedales*	Santa María Xandani	-95.033267 W	16.348350 N	12,558	20	Jagüey conectado a la Laguna Superior
2	Lodos activados	Juchitán de Zaragoza	-95.012255 W	16.409175 N	18,732	70	Río de Los Perros
3	Lodos activados	Juchitán de Zaragoza (UH)	-95.031976 W	16.462579 N	150		Río de Los Perros
4	Humedales*	El Espinal	-95.036852 W	16.473954 N	25,027	20	Río de Los Perros

No.	Tipo de sistema	Lugar	Longitud	Latitud	Superficie (m ²)**	Q Diseño (lps)	Destino de las aguas tratadas
5	Lodos activados	El Espinal (Ingenio)	-95.025041 W	16.476345 N	650	12	Río de Los Perros
6	Biofiltros	Asunción Ixtaltepec (4ta. Sección)	-95.061500 W	16.492667 N	700		Río de Los Perros
7	Lagunas de estabilización	Asunción Ixtaltepec (ladrillera)	-95.054333 W	16.498867 N	21,500	15	Río de Los Perros
8	Lodos activados	Ciudad Ixtepec (Niza Luba)	-95.075392 W	16.538920	10,620	60	Río de Los Perros
9	Biofiltros	Ciudad Ixtepec	-95.094650 W	16.572750 N	200	5	Zona pantanosa (100 m de la PTAR)
10	Humedales*	Guevea de Humbolt	-95.368083 W	16.7903 N	2,500		Río de Los Perros

*Humedal Flujo Subsuperficial Horizontal

**Datos tomados de (Hernández Martínez I. , 2016) y Google Earth

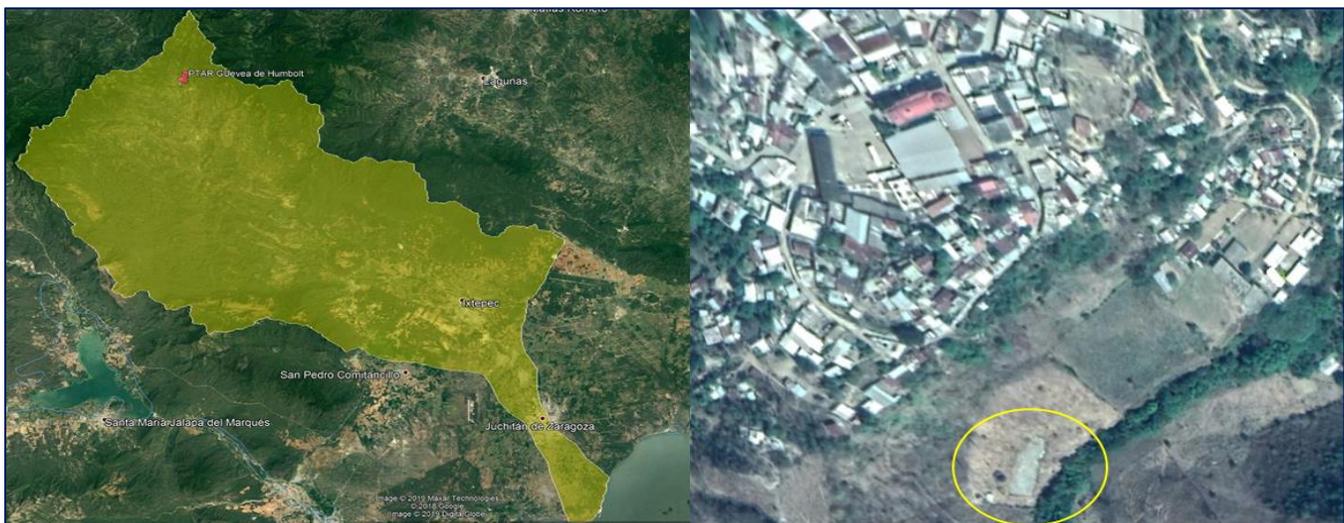
Fuente: Elaboración propia con datos (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y Consejo de Cuenca del Río de los Perros, 2019), Conagua 2019, Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y (Hernández Martínez I. , 2016)

A continuación, se presenta de manera general el diagnóstico de las PTARs visitadas, iniciando con las que se encuentran ubicadas en la parte alta de la cuenca para finalizar con las de la parte baja.

Guevea de Humbolt

Al sur de la comunidad de Guevea de Humbolt se localiza una PTAR que al momento de la visita de campo se encontraba en obra negra y abandonada. Las autoridades locales comentaron que en su segunda etapa, sin embargo, no se cuentan con recursos para continuar se construcción. En la Figura 46 se muestra la ubicación de esta.

Figura 46. PTAR localizada en Guevea de Humbolt



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth y visita de campo IMTA, 2019

La PTAR se ubica 30 metros por abajo de la calle (Figura 47) en donde estaría localizado el colector principal de la red de drenaje sanitario (punto amarillo), esta altura representa que las aguas residuales se desplacen a grandes velocidades, lo que podría ocasionar erosión en las cajas rompedoras de presión, de realizarse estructuras adecuadas para reducir la velocidad a niveles óptimos, el costo de la obra para su construcción se elevaría sustancialmente.

Figura 47. Ubicación de PTAR con respecto a la red de drenaje sanitario



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth y visita de campo IMTA, 2019

Tomando en cuenta las características observadas de la obra durante la visita se cree que el tipo de tratamiento de dicha PTAR sería por medio de humedales de flujo subsuperficial horizontal, ésta se encuentra inconclusa en obra civil (Figura 48); no cuenta con un control de llegada; el pretratamiento no tiene sistemas de medición de flujo, ni válvulas, ni compuertas, además, no existen tuberías que dirijan las aguas residuales al tanque de sedimentación y posteriormente al tratamiento secundario.

Figura 48. PTAR en Guevea de Humbolt



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

Por otro lado, las celdas dispuestas para los humedales como se observa en la Figura 49 no tienen geomembrana ni material de relleno que funcionaría como filtro, y las tuberías de entrada y salida no están instaladas.

Figura 49. Zona de humedales, PTAR Guevea de Humbolt



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

A pesar de contar con tanque de contacto con cloro, este no tiene tuberías. En cuanto a los edificios operativos, existe la construcción de un pequeño edificio (caseta) que tiene herrería en las ventanas y puertas. Esto se puede ver en las fotografías tomadas en campo que se presentan en la Figura 50.

Figura 50. Tanque de contacto y caseta , PTAR Guevea de Humbolt



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

Debido a la topografía del terreno y a la ubicación de la PTAR, se puede concluir que finalizar la construcción de la obra para su buen funcionamiento podría requerir costos elevados de inversión.

Santa María Guienagati

Aguas abajo de la comunidad de Guevea de Humbolt se localiza Santa María Guienagati, la cual no cuenta con una PTAR. La población utiliza las fosas sépticas y en algunos casos realizan sus descargas al río de los Perros.

Santiago Laollaga

Siguiendo el curso del río, continua la localidad de Santiago Laollaga, al igual que la anterior no cuentan con una PTAR, las aguas residuales generadas por la población son vertidas a fosas sépticas.

Santo Domingo Chihuitán

Otra localidad que se asienta a un costado del río de Los Perros es Santo Domingo Chihuitán, al igual que en las localidades anteriores, las aguas residuales generadas son vertidas en fosas sépticas, sin embargo, algunas viviendas ya se encuentran conectadas a la red de drenaje sanitario existente y sus aguas son recolectadas y conducidas a un tiradero a cielo abierto. Esta localidad no cuenta con una PTAR.

Ciudad Ixtepec

En Ciudad Ixtepec se cuenta con dos PTAR, la primera ubicada al norte de la localidad, recibe las aguas residuales provenientes de la colonia Cheguigo de Juárez, actualmente no se encuentra operando. En la Figura 51 se presenta la ubicación de la PTAR.

Figura 51. Ubicación, PTAR Cheguigo, Ixtepec



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth y visita de campo IMTA, 2019

De manera general, se observó un mal diseño de la PTAR, no cuenta con pretratamiento ni tratamiento primario, las celdas de los humedales artificiales no son adecuadas, y no se tiene el tanque de contacto de cloro. Por otro lado, el terreno donde se encuentra ubicada la obra es propiedad particular.

Tomando en cuenta todo lo anterior, esta PTAR no es apta para su rehabilitación.

La otra PTAR de Ciudad Ixtepec se encuentra ubicada en la zona sur de la cabecera municipal, lo cual se muestra en la Figura 52.

Figura 52. PTAR ubicada en Ciudad Ixtepec, Oax.



Fuente: Elaboración propia con información de Google y el Comité de Cuenca del río Los Perros

Es importante mencionar que la construcción de la PTAR no fue concluida, y la obra civil actual se encuentra deteriorada, no se encontró ningún tipo de equipo electromecánico. Al momento de la visita de campo todo el terreno estaba inaccesible por la presencia de maleza como se observa en la Figura 53.

Figura 53. PTAR Ciudad Ixtepec, Oax.



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

Cabe mencionar, que el tipo de sistema no es recomendable para la zona ya que los costos de operación y mantenimiento son elevados.

Asunción Ixtaltepec

La localidad que continúa de acuerdo con el flujo del río de Los Perros es Asunción Ixtaltepec, la cual cuenta con dos PTAR, la primera ubicada en la colonia Ladrillera, en la Figura 54 se muestra la ubicación de la planta.

Figura 54. PTAR ubicada en La Ladrillera, Asunción Ixtaltepec, Oax.



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth y visita de campo IMTA, 2019

Al momento del recorrido de campo, esta planta no estaba operando, las autoridades locales comentaron que sólo estuvo funcionando de 2 a 3 años desde el momento de su arranque. No cuenta con control de llegada y el espacio asignado para el pretratamiento se encontraba inundado y con presencia de maleza (Figura 55), lo que impidió observar a detalle; no cuenta con dispositivos de medición; de acuerdo a su diseño se requiere equipo de bombeo para llevar las aguas residuales hacia el tratamiento primario, sin embargo no se cuenta con él; de acuerdo a la capacidad de la planta el pretratamiento se encuentra subdimensionado.

Figura 55. Pretratamiento, PTAR Ixtaltepec Ladrillera



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

El tratamiento primario funciona a través de un biodegestor en el que se observaron tuberías oxidadas y falta de mantenimiento a la obra civil del tanque como se puede apreciar en la Figura 56.

Figura 56. Biodigestor, PTAR Ixtaltepec Ladrillera



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

En cuanto al tratamiento secundario a través de las lagunas facultativas, estas requieren de limpieza y rehabilitación debido a la presencia de árboles y maleza, en algunas partes, la geomembrana presenta daños significativos (Figura 57).

Figura 57. Lagunas facultativas, PTAR Ixtaltepec Ladrillera



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

El sistema no cuenta con tanque de contacto de cloro (tratamiento terciario). En cuanto a los edificios operativos, existe una pequeña caseta deshabilitada y sin equipamiento.

Esta planta de tratamiento de aguas residuales podría recuperarse, realizando una reingeniería para convertirla en lagunas anaerobias, las cuales no requiere de altos costos de operación y mantenimiento. Adicionalmente, esta reconversión permitiría la generación de biogás y su posible utilización en las ladrilleras que se encuentran a un costado de la PTAR, con lo cual se evitaría la tala de árboles en la zona para su quema, así como la disminución de la emisión de gases tóxicos por la quema de RSU en el proceso del cocimiento de los ladrillos.

La otra planta de tratamiento de aguas residuales se localiza en la cuarta sección, al sur de la zona poblada como se puede observar en la Figura 58, al igual que la anterior no está en operación.

Figura 58. PTAR ubicada en la Cuarta Sección, Asunción Ixtaltepec, Oax.



Fuente: Elaboración propia con información de Google y el Comité de Cuenca del río Los Perros

Esta PTAR no cuenta con control de llegada y el espacio para pretratamiento se ubica a aproximadamente a 200 metros de los demás componentes, del otro lado de la vía carretera. Este espacio se encuentra cubierto de maleza y hojas y no cuenta con equipo de bombeo necesario para llevar las aguas residuales hacia el proceso de tratamiento primario.

Figura 59. PTAR ubicada en la Cuarta Sección, Asunción Ixtaltepec, Oax.



Fuente: Elaboración propia con datos de Google Earth y visita de campo IMTA, 2019

No se tiene claro el tipo y la función de los tanques encontrados, por las características observadas en la visita de campo, esta PTAR podría ser un biofiltro. No cuenta con las tuberías para la distribución y recolección de agua lo cual se puede apreciar en la Figura 60.

Figura 60. PTAR Cuarta Sección, Asunción Ixtaltepec, Oax.



Fuente: visita de campo IMTA, 2019 y Comité de Cuenca del río Los Perros

Para el tratamiento terciario, sólo se tiene la obra civil del tanque de contacto de cloro, el cual no tiene tuberías de entrada ni de salida. No cuenta con edificios operativos y el terreno en general se encuentra con árboles y maleza (Figura 61).

Figura 61. PTAR Cuarta Sección, Asunción Ixtaltepec, Oax.



Fuente: visita de campo IMTA, 2019 y Comité de Cuenca del río Los Perros

Con base en lo observado en la visita se puede concluir que esta planta tiene pocas probabilidades de rehabilitación.

El Espinal

En la localidad de El Espinal se cuenta con dos plantas de tratamiento de aguas residuales, una de las PTAR se ubica en la Segunda Sección de El Espinal, lo cual se puede observar en la Figura 62.

Figura 62. PTAR ubicada en El Espinal, Oax.



Fuente: Elaboración propia con información de Google y visita de campo IMTA, 2019

En la visita de campo se pudo observar que la planta no cuenta con un control de llegada ni con dispositivos de medición de caudal, el pretratamiento se encontraba inundado (Figura 63). Se cuenta con 3 bombas sumergibles que requieren rehabilitación, ya que, por su falta de uso probablemente no funcionen o requieran un mantenimiento correctivo.

Figura 63. Pretratamiento PTAR ubicada en El Espinal



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

Con respecto al tratamiento primario, este es un sistema FAFA (Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente), el material filtrante de plástico fue localizado en el suelo y se identificaron indicios de quema de este (Figura 64).

Figura 64. Sistema FAFA, PTAR El Espinal



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

En cuanto al tratamiento secundario, se tiene un sistema de humedales en el cual existe presencia de maleza (Figura 65), las tuberías se encuentran en buen estado, pero requieren un mantenimiento general. La configuración del flujo de las celdas es correcta. Al no encontrarse funcionando no existen plantas acuáticas.

Figura 65. Humedales, PTAR El Espinal



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

La PTAR cuenta con un lecho de secado de lodos en buen estado, cuenta con un cuarto de control de máquinas, sin embargo, está deteriorado y no se encontró equipo de control. Los andadores y banquetas en general se encuentran en buen estado, sin embargo, requieren de mantenimiento general.

Debido al tipo de tratamiento y a la conservación de la obra, ésta planta tiene muchas probabilidades de rehabilitación.

La segunda PTAR localizada en Espinal se ubica en terrenos que ocupó el Ingenio Azucarero José López Portillo como se puede observar en la Figura 66, actualmente se encuentra abandonada y fuera de operación.

Figura 66. PTAR ubicada en la Col. Ingenio, El Espinal, Oax.



Fuente: Elaboración propia con información de Google y visita de campo IMTA, 2019

El acceso a la PTAR es complicado debido a la ubicación de esta y al crecimiento de maleza en la zona, de acuerdo con los comentarios de las autoridades y pobladores locales, esta PTAR fue diseñada para tratar las aguas residuales generadas por el Ingenio Azucarero, sin embargo, al dejar de operar la fábrica esta fue abandonada. Por lo que actualmente solo se tiene la obra civil que consiste en el canal de llegada, el reactor principal y un tanque de sedimentación (Figura 67).

Figura 67. Componentes dañados de la PTAR, El Espinal, Oax.



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

Por el tipo de sistema de tratamiento que utiliza esta PTAR, no es recomendable rehabilitarla ya que requiere adaptaciones importantes para su operación. Por otro lado, la colonia Ingenio actualmente cuenta con planos de lotificación de la zona, por lo que es conveniente considerar la construcción de una PTAR tipo humedal en el plan de desarrollo de dicha colonia.

Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza

En Juchitán de Zaragoza existen dos plantas de tratamientos de aguas residuales, una de ellas con una capacidad instalada de 70 litros por segundo, en la segunda no se cuenta con datos de la capacidad de la misma.

Una de las plantas de tratamiento de aguas residuales está ubicada en la zona sur de la cabecera municipal como se observa en la Figura 68.

Figura 68. PTAR ubicadas en Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oax.



Fuente: Elaboración propia con información de Google y visita de campo IMTA, 2019

Actualmente, esta PTAR no está operando, de acuerdo con la información proporcionada por las autoridades locales, la planta dejó de funcionar en 2015 debido al adeudo que tuvo el ayuntamiento por el consumo de energía eléctrica. La planta utiliza el proceso de lodos activados para el tratamiento, lo que requiere personal capacitado para su manejo, así como un alto consumo de energía eléctrica.

La PTAR no cuenta con un sistema de control de llegada, actualmente las descargas son desviadas al río a través de unas compuertas que se abren o cierran de manera manual. La compuerta que dirige el agua a la PTAR se encuentra cerrada (Figura 69).

Figura 69. Compuertas de desvío



Fuente: visita de campo IMTA, 2019 e (Hernández Martínez I., 2016)

El pretratamiento cuenta con desarenador el cual está subdimensionado y el espaciado de las rejillas es muy pequeño lo que reduce la eficiencia del proceso. Actualmente no se cuenta con equipo de bombeo ya que éste se encuentra dañado, lo cual se puede apreciar en la Figura 70.

Figura 70. Pretratamiento



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

Para el proceso de tratamiento primario las tuberías se encuentran oxidadas, la configuración del sistema de distribución envía el agua que recibe al otro extremo de la PTAR, incrementando el consumo de energía eléctrica, no cuenta con sedimentador primario.

En el tratamiento secundario, el sistema de aireadores y los difusores no funcionan, el sedimentador está mal configurado y hay válvulas dañadas, existen tramos de la red de distribución donde hace falta tubería, y la que existe se encuentra oxidada, lo anterior se muestra en la Figura 71.

Figura 71. Tratamiento secundario



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

Para el tratamiento terciario, se cuenta con un tanque de contacto de cloro y un sistema de dosificador que actualmente no está operando.

En cuanto al manejo de lodos, los lechos de secado son muy pequeños (Figura 72) para la capacidad de la PTAR y no se cuenta con un tratamiento de lodos para su estabilización.

Figura 72. Tratamiento terciario y lodos



Fuente: visita de campo IMTA, 2019 e (Hernández Martínez I., 2016)

En cuanto a los edificios operativos se cuenta con un cuarto de control que se encuentra deteriorado, así como un espacio dedicado al laboratorio que no está funcionando.

Por la complejidad del sistema de tratamiento y los costos de operación y mantenimiento se recomienda cambiar el tipo de proceso de tratamiento.

La otra planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad se ubica en el fraccionamiento Guiee Chaachi, en el norte de la ciudad como se puede observar en la Figura 73. Actualmente no está operando. La PTAR se encuentra dentro de una unidad habitacional, dicha planta no ha sido transferida al municipio por lo que su operación y mantenimiento por parte del mismo no está definido.

Figura 73. PTAR ubicada en Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oax.



Fuente: Elaboración propia con información de Google y el Comité de Cuenca del río Los Perros

La PTAR no cuenta con control de llegada, es de tipo lodos activados por lo que depende del consumo de energía eléctrica, al estar ubicada dentro de la unidad habitacional, el costo de operación y mantenimiento recae en las personas que viven ahí. La planta dejó de funcionar debido a la falta de pago de la energía eléctrica y el mantenimiento de la PTAR.

Derivado de la visita, se puede concluir que esta PTAR no es apta para rehabilitación, lo que se recomienda es implementar otro tipo de sistema de tratamiento que reduzca los costos de operación y mantenimiento como los humedales.

Santa María Xadani

A pesar de que la mancha urbana del municipio de Santa María Xadani se localiza fuera de la cuenca hidrológica del río de Los Perros, para este estudio se está considerando la PTAR ubicada ahí, debido a la cercanía al cauce principal y a la laguna Superior. La PTAR se localiza al sur-poniente de la localidad como se aprecia en la Figura 74. Dicha PTAR fue diseñada para tratar un gasto de 20 litros por segundo, cuenta con un sistema combinado: biodigestor anaerobio con humedales artificiales.

Figura 74. Ubicación de la PTAR, Santa María Xadani, Oax.



Fuente: Elaboración propia con información de Google y visita de campo IMTA, 2019

Como resultado de la visita, se observó que la PTAR actualmente no está funcionando, de acuerdo con personal del municipio, la planta funcionó sólo los tres años posteriores a su construcción. El terreno tiene presencia de maleza y algunos árboles, el cercado perimetral está dañado y algunos elementos de la PTAR se ubican fuera del perímetro delimitado por la malla. No cuenta con control de llegada y actualmente la tubería de la red de drenaje no se conecta a la planta (Figura 75), fue desviada para llevar la descarga directamente al jagüey localizado en la zona sur-poniente de la localidad.

Figura 75. PTAR Xadani, Oax.



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

En el momento de la visita la zona de pretratamiento se encontraba inundada, sin embargo, de acuerdo con el diagnóstico que se llevó a cabo en 2016 se puede observar que el diseño de rejillas no es apropiado, ya que la abertura de las mismas era muy amplia por lo que se tuvo que implementar la malla metálica (Figura 76), la cual reduce significativamente el espacio por donde pasa el agua residual lo que ocasiona taponamiento debido al material sólido que se retiene. No se cuenta con equipo de bombeo para llevar el agua pretratada al biodigestor.

Figura 76. Pretratamiento PTAR Xadani



Fuente: visita de campo IMTA, 2019 e (Hernández Martínez I., 2016)

En el tratamiento primario se pudo observar que existen tuberías en mal estado (rotas), falta de compuertas y existe presencia de maleza en la zona (Figura 77).

Figura 77. Tratamiento primario, PTAR Santa Maria, Xadani



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

El tratamiento secundario se realizar a través de humedales artificiales, en los cuales existe presencia de maleza, adicionalmente la configuración del flujo dentro de las celdas no es el adecuado, lo que reduce la capacidad de tratamiento, algunas de las tuberías en las cajas de válvulas están incompletas y la geomembrana está dañada. Debido a que no está operando no existen plantas acuáticas, todo esto se puede apreciar en la Figura 78.

Figura 78. Tratamiento secundario, PTAR Xadani



Fuente: visita de campo IMTA, 2019

Para el tratamiento terciario La PTAR tiene un tanque de contacto de cloro en buen estado, aunque ubicado fuera del perímetro delimitado para la planta, sin embargo, es recomendable darle mantenimiento general para prevenir fugas.

Figura 79. Tratamiento terciario, PTAR Xadani



Fuente: visita de campo IMTA, 2019 e (Hernández Martínez I., 2016)

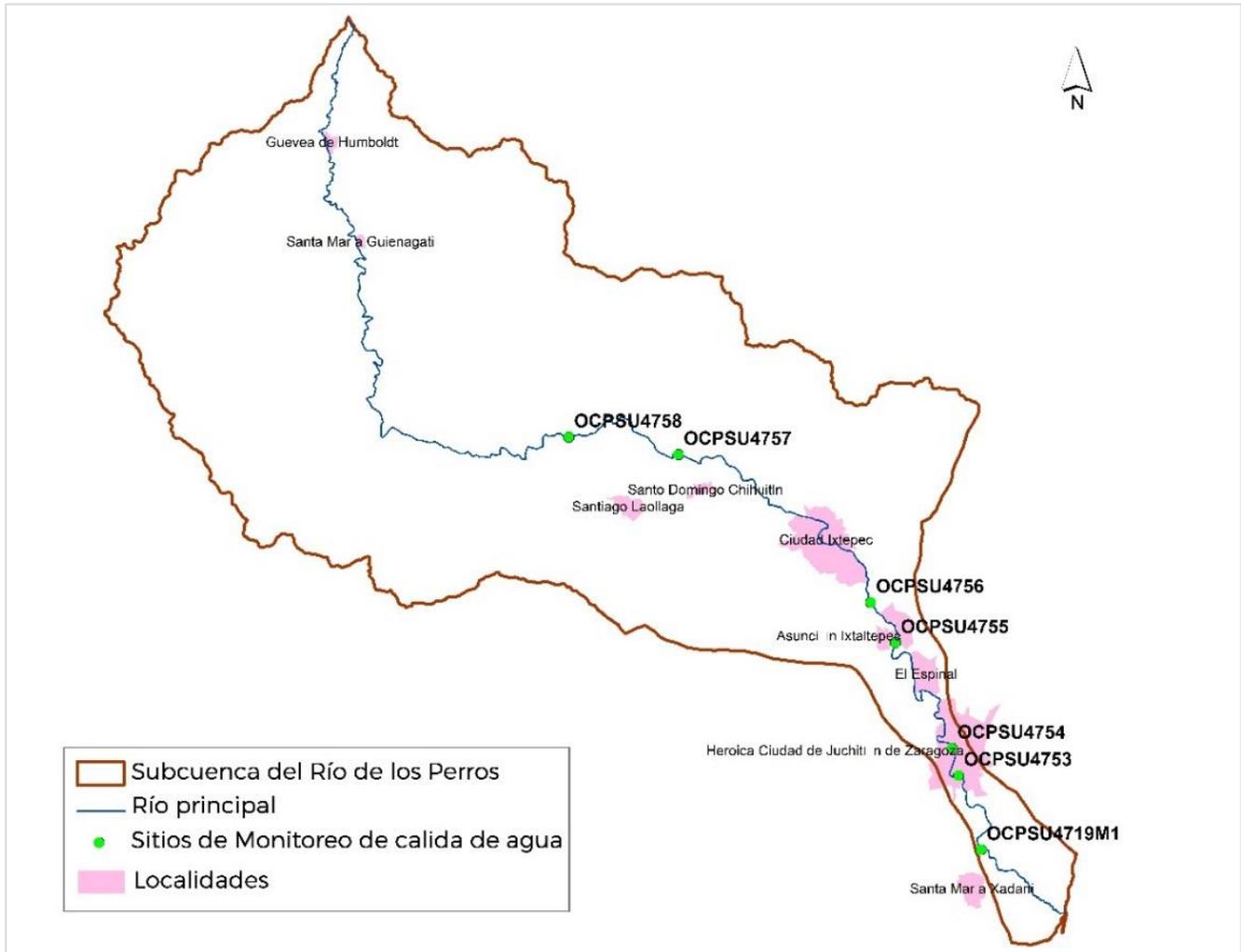
El lecho de secado se ve en buen estado. La PTAR cuenta con una línea eléctrica exclusiva, existe además un espacio dedicado al cuarto de controles, sin embargo, los tableros y el sistema de interruptores implementado en su construcción actualmente no existe.

Como resultado de lo anterior se puede concluir que esta PTAR podría ser rehabilitada considerando algunas adecuaciones para su mejor funcionamiento.

4.1.3 Sitios de monitoreo de calidad de agua

De acuerdo con información publicada en el Sistema de Información Nacional del Agua (SINA) de la Conagua, existen en el río de los Perros 7 sitios de monitoreo de calidad de agua que pueden identificarse en la Figura 80.

Figura 80. Ubicación de los sitios de monitoreo de calidad del agua en el río de Los Perros



Fuente: Conagua 2017. Sistema Nacional de Información del Agua

En dichos sitios de monitoreo se tiene información de diversos parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos, como son:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅),
- Demanda Química de Oxígeno (DQO),
- Sólidos Suspendidos Totales (SST),
- Coliformes Fecales (CF),
- *E. Coli*,
- Saturación de oxígeno disuelto (OD),
- Toxicidad, *Dafnia magna*, 48 horas,
- Toxicidad, *Vibrio Fisheri*, 15 minutos.

A continuación, se describen y muestran algunos de ellos.

La DBO₅ y la DQO indican la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua proveniente principalmente de las descargas de aguas residuales tanto de origen municipal como no municipal.

La DBO₅ indica la cantidad de materia orgánica biodegradable, el incremento de la concentración incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Los sitios de monitoreo de calidad del agua ubicadas en diferentes tramos del río de Los Perros indican una calidad que va de bueno a excelente lo cual se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14. Calidad del agua según indicador de DBO₅

CLAVE	SITIO	MUNICIPIO	Valor (mg/l)	CALIDAD*
OCPSU4719M1	Los Perros Xadani	Santa Maria Xadani	5.0505	Buena
OCPSU4753	Puente Saltillo	Juchitán de Zaragoza	5.41	Buena
OCPSU4754	Puente Los Perros	Juchitán de Zaragoza	2.55	Excelente
OCPSU4755	Rio Los Perros 4	Asunción Ixtaltepec	1.0	Excelente
OCPSU4756	Rio Los Perros 3	Asunción Ixtaltepec	3.325	Buena
OCPSU4757	Rio Los Perros 2	Santo Domingo Chihuitán	2.84	Excelente
OCPSU4758	Rio Los Perros 5	Santiago Laollaga	1.0	Excelente

Fuente: SINA. Conagua. Subdirección General Técnica, 2018. Indicadores del periodo 2012-2018

Excelente: (DBO₅ ≤ 3 mg/l), Buena calidad: (DBO₅ > 3 y ≤ 6 mg/l), Aceptable: (DBO₅ > 6 y ≤ 30 mg/l), Contaminada: (DBO₅ > 30 y ≤ 120 mg/l), Fuertemente contaminada: (DBO₅ > 120 mg/l)

La DQO indica la cantidad total de materia orgánica, el aumento de los valores en ella indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales. De acuerdo con los sitios de monitoreo de calidad del agua en el río de Los Perros (SINA 2018), en la Tabla 15 se observa un valor clasificado en Aceptable en el tramo ubicado cerca de la localidad de Xadani.

Tabla 15. Calidad del agua según indicador de DQO

CLAVE	SITIO	MUNICIPIO	Valor (mg/l)	CALIDAD*
OCPSU4719M1	Los Perros Xadani	Santa Maria Xadani	21.075	Aceptable
OCPSU4753	Puente Saltillo	Juchitán de Zaragoza	16.425	Buena
OCPSU4754	Puente Los Perros	Juchitán de Zaragoza	9.775	Excelente
OCPSU4755	Rio Los Perros 4	Asunción Ixtaltepec	16.95	Buena
OCPSU4756	Rio Los Perros 3	Asunción Ixtaltepec	7.88	Excelente
OCPSU4757	Rio Los Perros 2	Santo Domingo Chihuitán	9.19	Excelente
OCPSU4758	Rio Los Perros 5	Santiago Laollaga	5.0	Excelente

Fuente: SINA. Conagua. Subdirección General Técnica, 2018. Indicadores del periodo 2012-2018

Excelente: (DQO ≤ 10 mg/l), Buena calidad: (DQO > 10 y ≤ 20 mg/l), Aceptable: (DQO > 20 y ≤ 40 mg/l), Contaminada: (DQO > 40 y ≤ 200 mg/l), Fuertemente Contaminada: (DQO > 200 mg/l)

Los SST miden la cantidad de sólidos sedimentables, sólidos y materia orgánica en suspensión y/o coloidal. Tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta el agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa. Para el caso de los sitios de monitoreo de calidad del agua ubicado en algunos tramos del río de Los Perros (SINA 2018), este parámetro presenta valores clasificados como de Excelente calidad en su mayoría, sin embargo, se presenta un incremento en el sitio ubicado entre Ciudad Ixtepec y el poblado de Asunción Ixtaltepec.

Tabla 16. Calidad del agua según indicador de SST

CLAVE	SITIO	MUNICIPIO	Valor (mg/l)	CALIDAD*
OCPSU4719M1	Los Perros Xadani	Santa Maria Xadani	5	Excelente
OCPSU4753	Puente Saltillo	Juchitán de Zaragoza	5	Excelente
OCPSU4754	Puente Los Perros	Juchitán de Zaragoza	8.5	Excelente
OCPSU4755	Río Los Perros 4	Asunción Ixtaltepec	9.0	Excelente
OCPSU4756	Río Los Perros 3	Asunción Ixtaltepec	226.67	Buena
OCPSU4757	Río Los Perros 2	Santo Domingo Chihuitán	5	Excelente
OCPSU4758	Río Los Perros 5	Santiago Laollaga	5	Excelente

Fuente: SINA. Conagua. Subdirección General Técnica, 2018. Indicadores del periodo 2012-2018

Los coliformes fecales están presentes en los intestinos de organismos de sangre caliente (incluido el ser humano) y son excretados en sus heces fecales. Por asociación, son indicadores de la presencia de aguas residuales. Este parámetro se utiliza internacionalmente partiendo de la premisa de que su ausencia en el agua es un indicador de que otros organismos patógenos al hombre también están ausentes.

La calidad del agua en el río de Los Perros según el indicador de CF del SINA (Conagua, 2018), muestra que en las 7 estaciones de monitoreo que miden este parámetro se presentan valores clasificados en “contaminado” o “fuertemente contaminados”, lo que indica que en dichos tramos de río se tiene presencia de una concentración alta de coliformes fecales (Tabla 17). Los sitios con mala calidad se encuentran principalmente en las estaciones de monitoreo localizadas en las zonas urbanas de Santiago Laollaga, Santo Domingo Chihuitán, Santa Maria Xadani, Juchitán de Zaragoza y Asunción Ixtaltepec o después de las mismas.

Tabla 17. Calidad del agua según indicador de CF

CLAVE	SITIO	MUNICIPIO	Valor (NMP/100 ml)	CALIDAD*
OCPSU4719M1	Los Perros Xadani	Santa Maria Xadani	16,999.5	Fuertemente contaminada
OCPSU4753	Puente Saltillo	Juchitán de Zaragoza	24,196.0	Fuertemente contaminada
OCPSU4754	Puente Los Perros	Juchitán de Zaragoza	3,102.0	Contaminada
OCPSU4755	Río Los Perros 4	Asunción Ixtaltepec	2,143.0	Contaminada
OCPSU4756	Río Los Perros 3	Asunción Ixtaltepec	4,351.5	Contaminada
OCPSU4757	Río Los Perros 2	Santo Domingo Chihuitán	3,454.5	Contaminada
OCPSU4758	Río Los Perros 5	Santiago Laollaga	2,312.0	Contaminada

Fuente: SINA. Conagua. Subdirección General Técnica, 2018. Indicadores del periodo 2012-2018

*CF ≤ 25 excelente calidad; 100 < CF ≤ 200 buena calidad; 200 < CF ≤ 1000 calidad aceptable; 1000 < CF ≤ 10000 contaminada; CF > 10000 fuertemente contaminada (Conagua, 2018).

Adicionalmente se cuenta con estaciones de monitoreo de calidad de agua en la Laguna superior, la Tabla 18 muestra los valores del indicador de CF, sólo uno indica una fuerte contaminación. Cabe mencionar que dicho sitio se ubica en la desembocadura del río.

Tabla 18. Calidad del agua según el indicador de CF

CLAVE	SITIO	MUNICIPIO	Valor (NMP/100 ml)	CALIDAD*
OCPSU4752	Laguna Superior 1	Juchitán de Zaragoza	24,196	Fuertemente contaminada
OCPSU4884	Laguna Superior 2	Juchitán de Zaragoza	1.5	Excelente
OCPSU4883	Laguna Superior 7	Juchitán de Zaragoza	1.5	Excelente

Fuente: SINA. Conagua. Subdirección General Técnica, 2018. Indicadores del periodo 2012-2018

*CF ≤ 25 excelente calidad; 100 < CF ≤ 200 buena calidad; 200 < CF ≤ 1000 calidad aceptable; 1000 < CF ≤ 10000 contaminada; CF > 10000 fuertemente contaminada (Conagua, 2018).

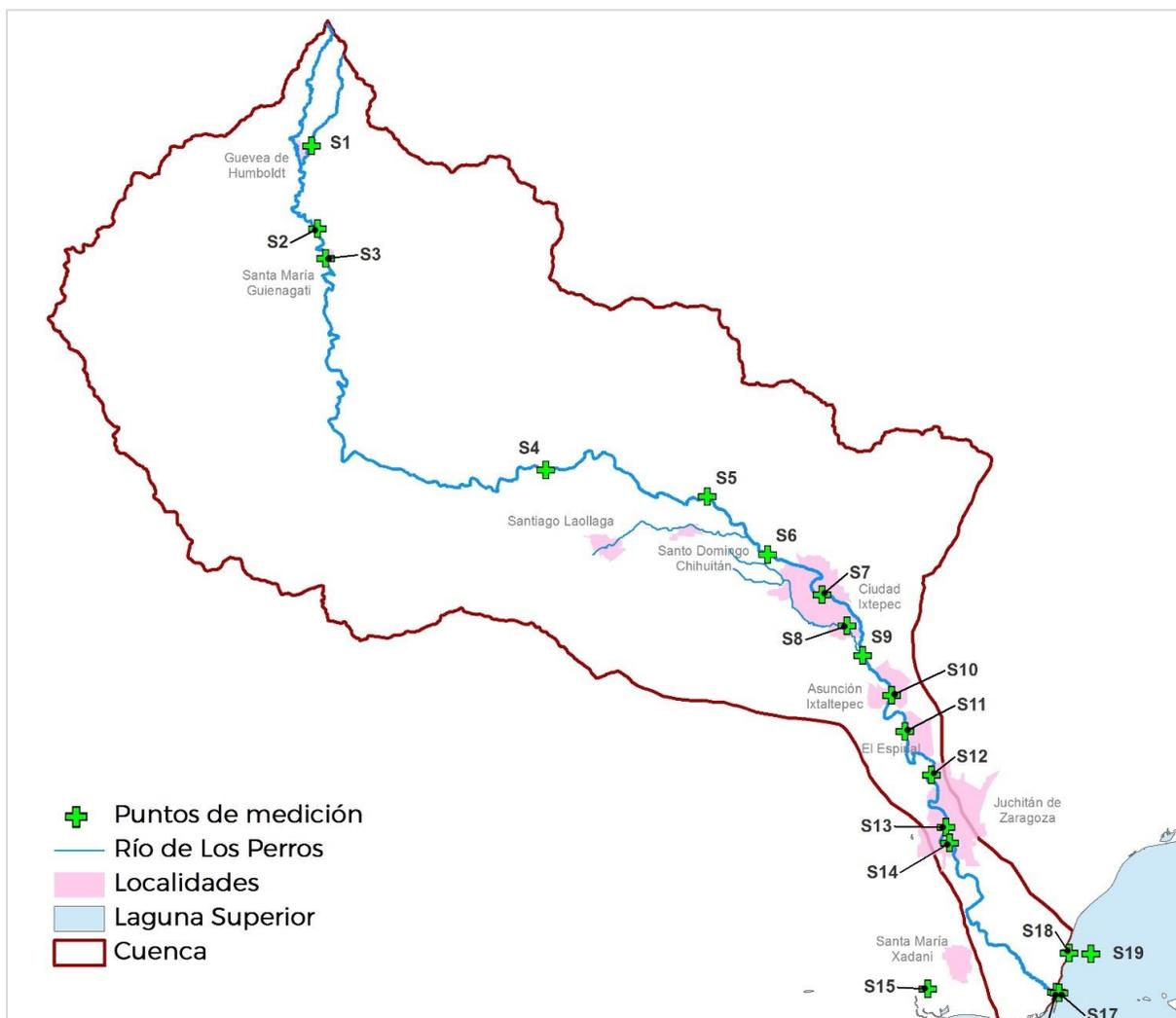
Se recomienda continuar con los estudios de calidad del agua tanto en el río de Los Perros como en la Laguna Superior.

Como parte de los trabajos realizados, se tomaron algunas mediciones de parámetros de campo en diversos puntos del río de Los Perros y de la Laguna Superior. Los parámetros de campo de calidad del agua medidos fueron:

- pH/ORP (mV pH).
- pH (unidades).
- Potencial Oxido-Reducción (mV).
- Saturación de oxígeno disuelto (%).
- Concentración de oxígeno disuelto (mg/L).
- Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$).
- Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^{\text{A}}$)
- Resistividad ($\text{k}\Omega \text{ cm}$).
- Sólidos disueltos totales (ppm).
- Salinidad (PSU).
- Temperatura ($^{\circ}\text{C}$).
- Presión atmosférica (psi)

La Figura 81 muestra los puntos donde se realizaron las mediciones.

Figura 81. Puntos de medición de parámetros de campo de calidad del agua



Fuente: Elaboración propia con información de la visita de campo (IMTA, 2019) e INEGI

En la Tabla 19 se presenta la ubicación de los sitios en los que se realizaron las mediciones de los diferentes parámetros de campo, cabe señalar que en algunos puntos no se lograron obtener todos los parámetros.

Tabla 19. Localización de los puntos de medición de parámetros de campo de calidad del agua

ID.	Sitio	Latitud	Longitud
S1	Guevea	16.7971	-95.363367
S2	GuienagatiAr	16.752983	-95.36015
S3	GuienagatiCentro	16.736967	-95.3559
S4	Laollaga	16.624	-95.238517
S5	Represa Chihuitán	16.609783	-95.152167
S6	Ixtepec (Carrizal)	16.578925	-95.120103
S7	Ixtepec (Ferrocarril)	16.557389	-95.091037
S8	Ixtepec (Descarga NizaLuba)	16.540952	-95.077734
S9	Ixtaltepec (Sifon)	16.524937	-95.069286
S10	Ixtaltepec (Puente centro)	16.503686	-95.05387
S11	Espinal (El Vado)	16.484502	-95.046699
S12	Juchitán (entrada)	16.461134	-95.032628
S13	Juchitán (centro)	16.433338	-95.02497
S14	Juchitán (puente chaparro)	16.406267	-95.009317
S15	Xadani (descarga)	16.347001	-95.034591
S16	Río de los Perros (Salida)	16.345267	-94.965933

Fuente: Visita de campo IMTA 2019

A continuación, se describe el comportamiento de cada uno de los parámetros de acuerdo con los sitios medidos en el río de Los Perros. Es importante indicar que para identificar específicamente el problema de calidad del agua se requiere llevar a cabo estudios de laboratorio y un monitoreo continuo en puntos estratégicos de la cuenca, sin embargo, los parámetros de campo pueden dar una idea general de la calidad de agua en el río.

Oxígeno Disuelto (OD)

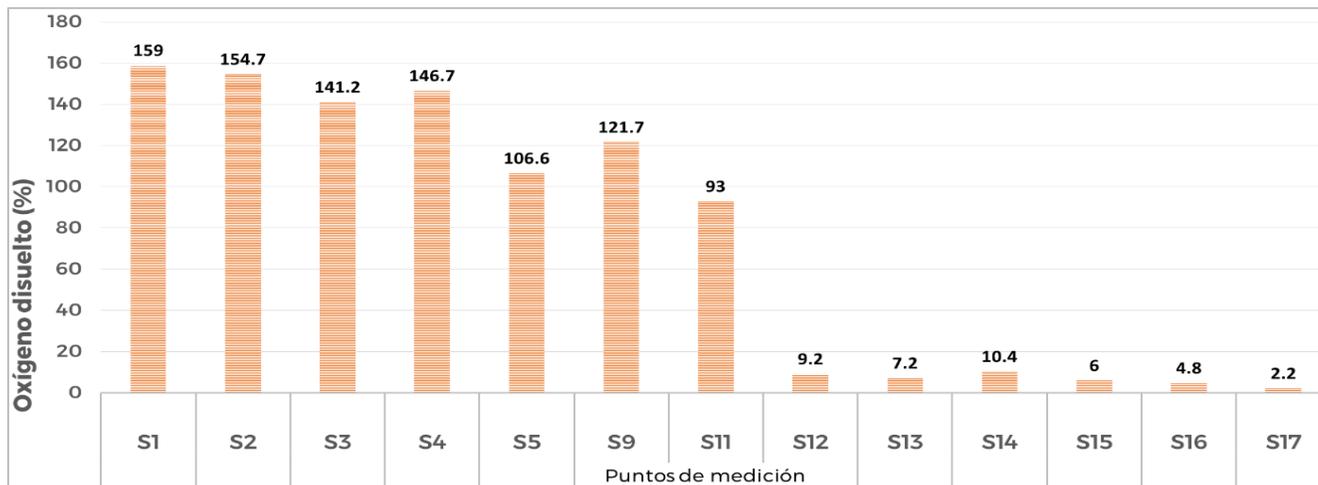
El análisis de oxígeno disuelto (OD) consiste en medir la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua. La cantidad de OD en agua tiene una gran incidencia en el desarrollo de la vida y de muchos procesos que se dan en el medio acuático. Los organismos vivos necesitan oxígeno para mantener su metabolismo y, su captación se realiza a través de la respiración. Por este motivo, el OD es una medida imprescindible en los estudios de calidad del agua ya que sirve para indicar si el agua está contaminada o no. Por lo general, niveles altos de OD indican una mejor calidad, en cambio, si los niveles son bajos, será difícil la supervivencia de muchos organismos. La cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua está íntimamente relacionada con la temperatura, el OD en agua varía de forma inversamente proporcional a la temperatura, es decir, una mayor temperatura implica una menor concentración de OD. Otros factores que deben ser considerados para la cantidad de OD que puede disolverse en el agua son la salinidad del agua, la presión atmosférica (altitud) y el contenido mineral. Cuando la salinidad aumenta, el OD disminuye, a mayor altitud la solubilidad del oxígeno es menor y cuando los contenidos minerales aumentan, el OD disminuye.

Por otro lado, cuando el porcentaje de saturación de oxígeno es del 100%, el agua tiene una saturación igual a la atmosférica y es usado como valor de referencia. Pero cuando ésta es menor, es un indicador de que algunos microorganismos están utilizando el oxígeno para oxidar la materia orgánica con una tasa superior a la normal; es decir, hay un uso de oxígeno superior al generado por el metabolismo de las algas que puede crear episodios de anoxia. Este hecho podría indicar un aumento en la concentración de materia orgánica en el agua, originada por un vertido de aguas residuales.

Por otro lado, si el agua está sobresaturada (valores mayores del 100%), indica una presencia superior a la normal de productores primarios (algas y fitoplancton), desarrollados gracias a un exceso de nutrientes y a la disponibilidad de la luz.

Para el caso de las mediciones de este parámetro, a lo largo del río se puede observar cómo el porcentaje de saturación de oxígeno es mayor al 100 % en la parte alta de la cuenca, disminuyendo significativamente a partir del punto cercano a la localidad Juchitán hasta la desembocadura en la Laguna Superior.

Figura 82. Saturación del oxígeno disuelto (mg/l), en diferentes puntos del río de Los Perros



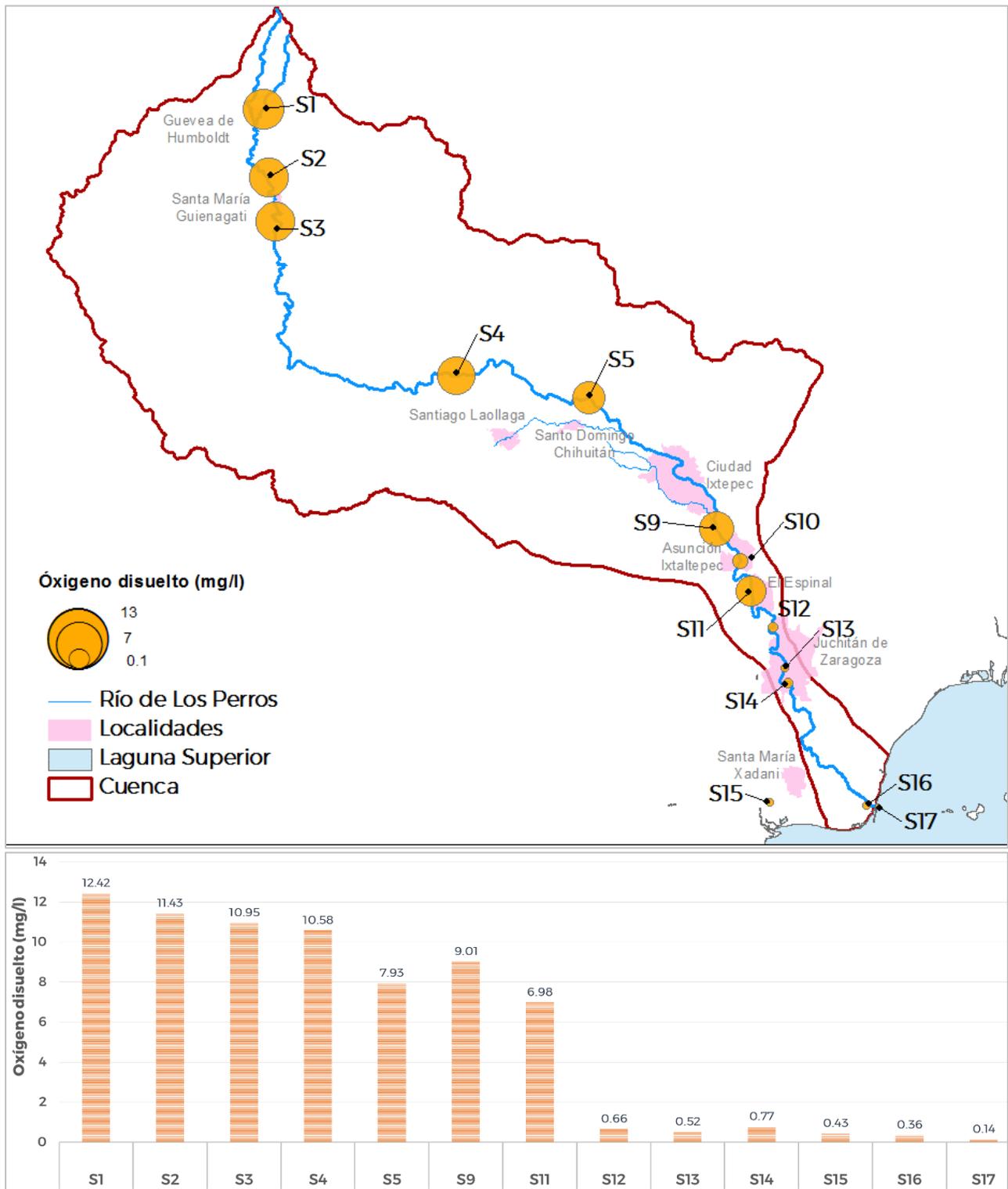
Fuente: Elaboración propia (IMTA, 2019)

Las fuentes de OD en los cuerpos de agua está relacionada con la fotosíntesis y con la reaeración (el oxígeno del aire se disuelve en la superficie del agua, principalmente a través de turbulencias, por ejemplo, cuando el agua golpea las rocas, saltos o rápidos de agua, etc.), mientras que el consumo de OD dependerá de la respiración (los organismos acuáticos respiran y usan oxígeno), descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas (algunos materiales se oxidan de forma natural, sin intervención de microorganismos, y este proceso químico utiliza oxígeno). Si es consumido más oxígeno que el que se produce y capta en el sistema, se pueden alcanzar niveles por debajo de los necesarios para la vida de muchos organismos. Los niveles de oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas dependen de las actividades químicas, físicas y bioquímicas en los cuerpos de aguas.

Un adecuado nivel de OD es necesario para una buena calidad del agua. El oxígeno es un elemento necesario para todas las formas de vida. Los torrentes naturales para los procesos de purificación requieren unos adecuados niveles de oxígeno para proveer para las formas de vida aeróbicas. Como los niveles de oxígeno disuelto en el agua bajen de 5.0 mg/l, la vida acuática es puesta bajo presión. La menor concentración, la mayor presión. Niveles de oxígeno que están por debajo de 1-2 mg/l pueden resultar en graves consecuencias para la vida acuática.

Para el caso de las mediciones de este parámetro, a lo largo del río en la Figura 83 se puede observar cómo el OD va reduciendo gradualmente su valor conforme se avanza hacia la parte baja de la cuenca, teniendo valores por debajo de los 2 mg/l en los puntos de monitoreo de Juchitán, Xadani, la desembocadura del río de los Perros a la Laguna superior y a la orilla de la Laguna Superior. Esta disminución de la cantidad de OD es debida principalmente al incremento del vertimiento de las descargas de aguas residuales sin tratar provenientes de las zonas urbanas.

Figura 83. Concentración de oxígeno disuelto (mg/l), en diferentes puntos del río de Los Perros



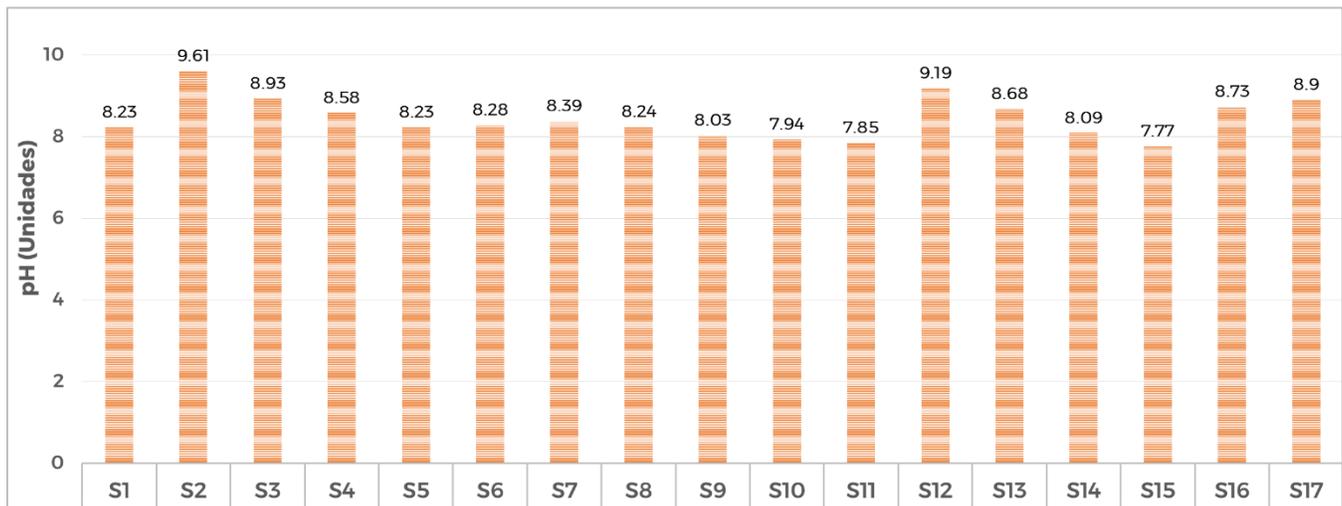
Fuente: Elaboración propia (IMTA, 2019)

Potencial hidrógeno (pH)

Este parámetro indica la acidez o alcalinidad del agua, se define como la concentración de iones hidrógeno en el agua. La escala del pH es logarítmica con valores de 0 a 14. Un incremento de una unidad en la escala logarítmica equivale a una disminución diez veces mayor en la concentración de iones hidrogeno. Con una disminución del pH, el agua se hace más acida y con un aumento de pH el agua se hace más básica o alcalina. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, el rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades. Tomando en cuenta los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo en el río de Los Perros se observa que, en todos sitios, el valor es superior a 7 lo que indica que el agua se encuentra ligeramente alcalina.

El pH es importante porque muchas reacciones químicas y bioquímicas de los organismos acuáticos son necesarias para su supervivencia y crecimiento, los cambios en el pH pueden alterar la concentración de otras sustancias en el agua modificando su nivel de toxicidad, por ejemplo, un aumento en el pH puede causar la conversión del amoniaco no toxico a la forma de amoniaco tóxico (amoniaco sin ionizar). Las causas que originan un cambio de pH en el agua son muy variadas, por ejemplo, la presencia de minerales de calcio y magnesio que provienen de las rocas como la piedra caliza que se disuelve en el agua, cambios en los tipos de árboles que se encuentran a lo largo del río, cambios en el material del fondo de la corriente del río, cambios de temperatura, la actividad humana (vertimiento de aguas residuales, lixiviados), el crecimiento de algas, los nutrientes vertidos al río (por ejemplo los fertilizantes), entre otros factores.

Figura 84. Comportamiento del potencial hidrógeno, en diferentes puntos del río de Los Perros

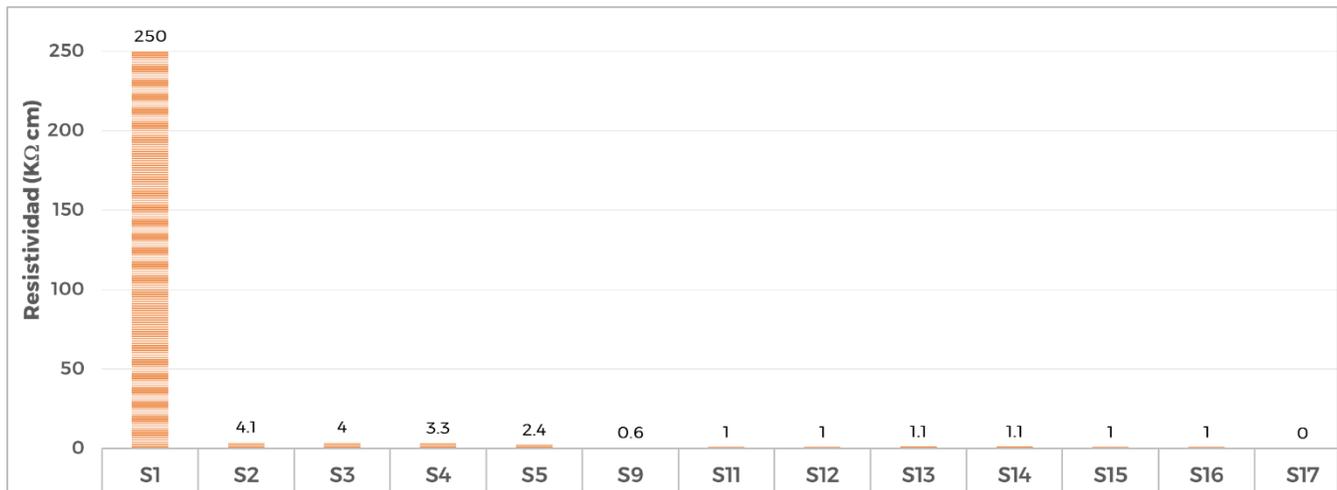


Fuente: Elaboración propia (IMTA, 2019)

Resistividad (KΩ cm)

La resistividad es la propiedad que posee cualquier material de oponerse a que la corriente eléctrica viaje a través de ello. La resistividad depende de las sales disueltas en el agua. Si el agua contiene grandes cantidades de sales entonces presentará alta conductividad, pero su resistividad será baja. Por lo tanto, altas lecturas de resistividad representan menor cantidad de sales disueltas en el agua. En la figura 85, el valor más alto de resistividad se presentó en el punto de monitoreo ubicado en el manantial de Guevea de Humbolt, lo cual es lógico ya que es el punto de nacimiento del manantial que alimenta al río de los Perros. Conforme el agua va avanzando, las sales presentes se van disolviendo disminuyendo la resistividad del agua.

Figura 85. Comportamiento de la resistividad del agua en diferentes puntos del río de Los Perros



Fuente: Elaboración propia (IMTA, 2019)

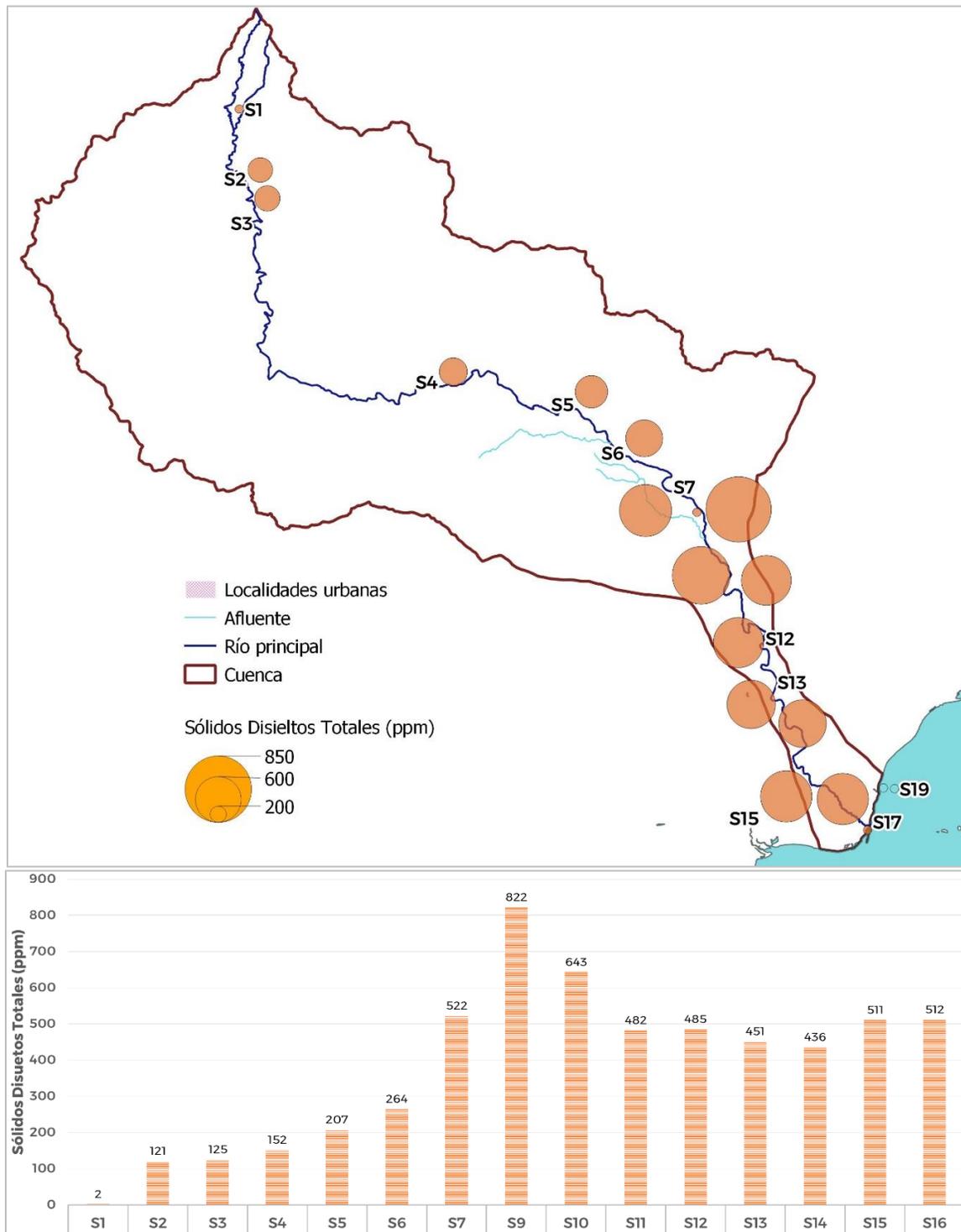
Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Los sólidos disueltos se refieren básicamente a minerales, metales, sales, cationes o aniones disueltos en el agua. Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden sales inorgánicas (calcio, magnesio, potasio, sodio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos, nitratos, entre otras), iones orgánicos y materia orgánica disuelta en el agua. Por lo tanto, los sólidos disueltos totales proporcionan una medida cualitativa de la cantidad de iones disueltos, pero no nos dice la naturaleza o las relaciones de estos iones. Una cierta concentración de estos iones en el agua es necesaria para la vida acuática, sin embargo, cambios bruscos en la concentración de SDT pueden tener un efecto negativo.

Concentraciones de SDT demasiado altas o demasiado bajas puede limitar el desarrollo de la vida acuática e inclusive ocasionar su muerte. Los SDT se originan a partir de fuentes naturales (manantiales minerales depósitos de carbonatos, intrusión salina, etc.), así como de aguas residuales, escorrentías urbanas y agrícolas, aguas pluviales, entre otros. La geología y los tipos de suelo en la cuenca afectan la concentración de SDT. Algunas rocas y suelo liberan iones muy fácilmente cuando el agua fluye sobre ellos; por ejemplo, si el agua es ácida y fluye sobre rocas que contienen calcita (CaCO_3), los iones de calcio (Ca^{2+}) y carbonato (CO_3^{2-}) se disolverán en el agua, por lo tanto, la concentración de SDT aumentará. Por otro lado, durante las tormentas, las sales depositadas en las calles, los fertilizantes y otros materiales pueden ser arrastrados a arroyos y ríos contribuyendo así a los SDT. Debido a la gran cantidad de pavimento en las zonas urbanas, se han eliminado las áreas de asentamiento natural y los sólidos disueltos se transportan a través de desagües pluviales a arroyos y ríos. A medida que las plantas y los animales se descomponen, las partículas orgánicas disueltas se liberan y pueden contribuir a la concentración de TDS.

Como se puede ver en la Figura 86, el valor del parámetro para SDT va incrementándose hacia aguas debajo de la cuenca, marcando un significativo incremento entre la localidad de Ciudad Ixtepec y Asunción Ixtaltepec, a pesar de disminuir posteriormente, el valor se mantiene arriba de los 400 ppm hasta llegar a la desembocadura de la laguna donde el valor incrementa significativamente (27,730 ppm) lo cual es lógico ya que este punto de medición al encontrarse cerca de la Laguna Superior, se ve afectado por las aguas salinas de la misma.

Figura 86. Concentración de Sólidos Disueltos Totales, en diferentes puntos del río de Los Perros



Fuente: Elaboración propia (IMTA, 2019)

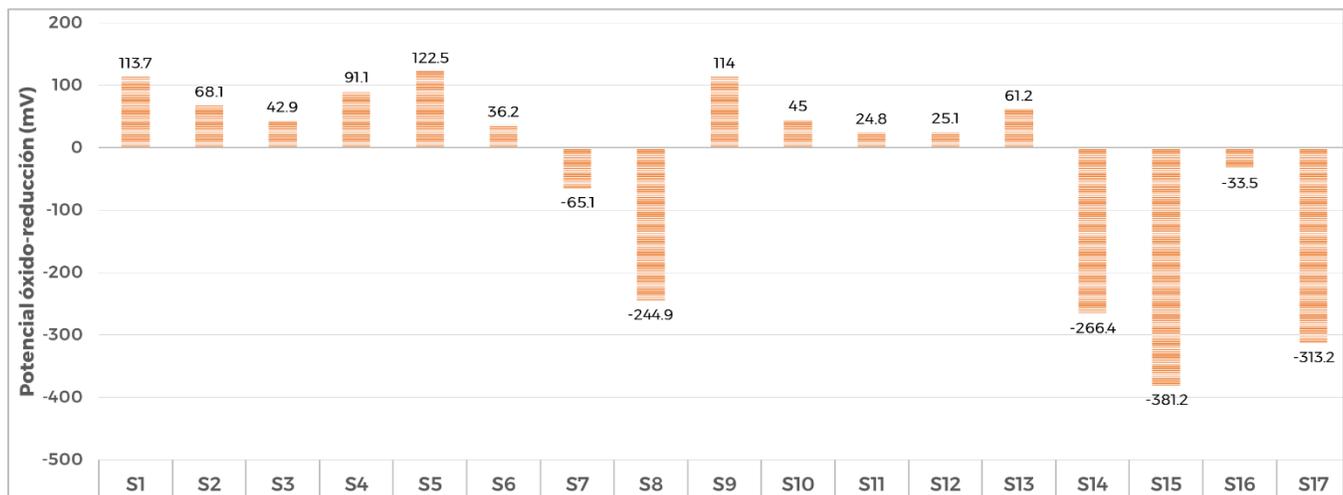
Los SDT permiten evaluar la salinización de las aguas subterráneas y superficiales. De acuerdo con la concentración de SDT, las aguas se pueden clasificar en dulces (<1,000 ppm), ligeramente salobres (1,000 a 2,000 ppm), salobres (2,000 a 10,000 ppm) y salinas (>10,000 ppm). Para el caso del río de los Perros, la concentración de SDT está dentro del intervalo <1,000, por lo tanto, se pueden considerar como agua dulce.

Potencial Óxido-Reducción (ORP)

El potencial redox u óxido-reducción es una medida de la actividad de los electrones. Está relacionado con el pH y con el contenido de oxígeno. Las reacciones redox desempeñan una función importante en muchas de las reacciones que se producen en las aguas naturales. Cuando un cuerpo de agua es oxidante o reductor, determinará las formas químicas de los compuestos en el cual se encuentren. Para algunos elementos químicos un cambio en el estado de oxidación puede resultar en una precipitación o disolución completa del elemento y su transferencia desde el agua hacia los sedimentos o viceversa. Si la concentración de oxígeno disuelto es muy baja, el potencial redox es negativo. Los microorganismos aerobios estrictos (cuando hay presencia de oxígeno) son metabólicamente activos a potenciales redox positivos, mientras que los anaerobios estrictos (cuando hay ausencia de oxígeno) demuestran actividad metabólica, solo a potenciales redox negativos. Los microorganismos anaerobios facultativos (concentraciones bajas de oxígeno) demuestran actividad metabólica sobre un intervalo amplio de valores potencial redox. Por ejemplo, el agua presente en las fosas sépticas, presentan un potencial redox entre -490 y -590mV. Valores de potencial redox positivos caracterizan un medio aerobio, por lo tanto, favorecen la oxidación de la materia orgánica. Valores de potencial redox de -130 a -150 mV definen la zona de transición entre un medio aerobio y otro anaerobio.

De acuerdo con las mediciones realizadas en campo (Figura 87), se pueden observar valores negativos en los puntos medidos en la salida de la localidad de Juchitán de Zaragoza y Santa María Xadani, lo que representa que están en la zona de transición de un medio aerobio y otro anaerobio.

Figura 87. Comportamiento del potencial óxido-reducción en diferentes puntos del río de Los Perros



Fuente: Elaboración propia (IMTA, 2019)

Conductividad eléctrica

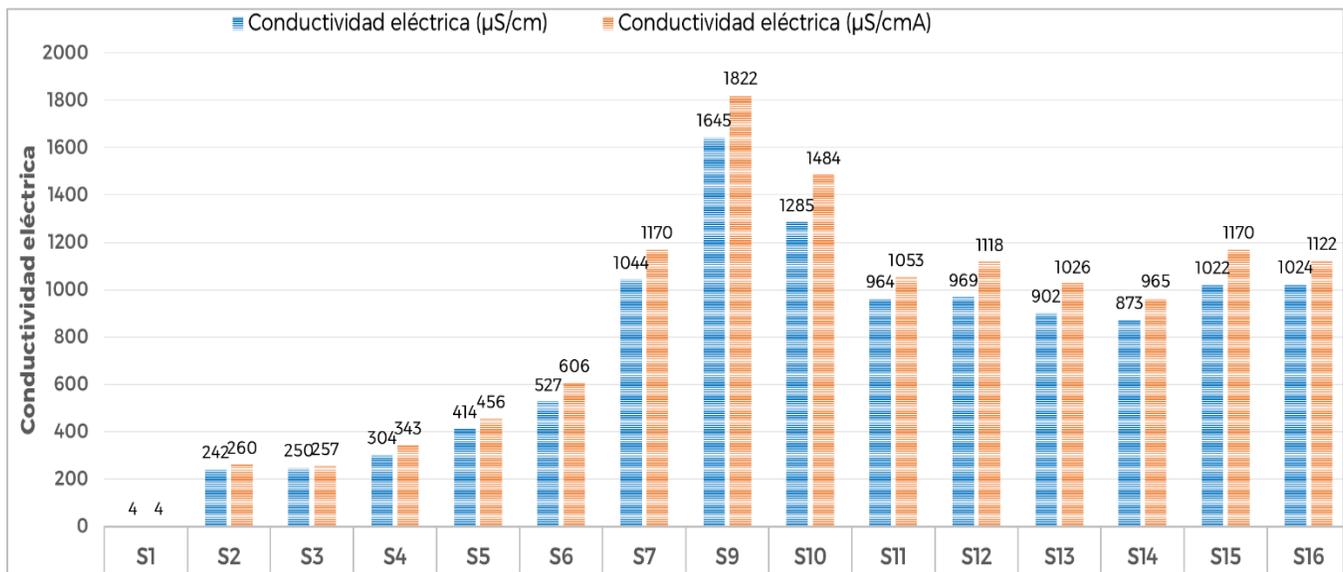
La conductividad eléctrica determina la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la materia ionizable total presente en el agua.

Este parámetro nos ofrece una información general de la concentración de sales e iones (sales disociadas) presentes en el agua. Los iones más habituales hallados en las aguas naturales son: sodio, calcio, magnesio, carbonato, bicarbonato, sulfato y cloruro. La conductividad del agua varía en función de la fuente de agua: agua subterránea, agua de escorrentía de la agricultura, aguas residuales, aguas pluviales, etc.

La concentración de sales en el agua depende de diversos factores, la geología de una cierta zona determina la cantidad y el tipo de iones presentes en el agua, si el agua ha pasado por terrenos calcáreos, la concentración de sales será mayor que si lo ha hecho por terrenos graníticos. La marea influye en la salinidad y en la conductividad de los ríos costeros. Otra fuente de iones es el vertido de aguas residuales, tanto urbanas como industriales. El incremento de la conductividad y, por lo tanto, de la salinidad del agua, tiene graves efectos sobre el ecosistema fluvial, llegando incluso a una fuerte reducción de la biodiversidad. A partir de concentraciones mayores de 1,500 mg/l de sales se notan los efectos sobre la biota fluvial y, en el caso de riego con esta agua, en los cultivos. Si se sobrepasan los 2,000 mg/l, se reduce fuertemente la biodiversidad dentro del agua.

Como se observa en la Figura 88, los valores en la parte alta de la cuenca son menores a los 500 $\mu\text{S/cm}$, sin embargo a partir del punto intermedio entre Ciudad Ixtepec y Asunción Ixtaltepec los valores aumentan, incrementándose la conductividad en esos tramos hasta llegar a la Laguna Superior. El valor medido en la laguna, punto cercano a la desembocadura del río de los Perros fue de 62720 $\mu\text{S/cm}$, esto valores son normales ya que las aguas de la laguna superior son aguas salinas. La conductividad eléctrica de las aguas superficiales suele encontrarse en el intervalo entre 200 y 1,000 $\mu\text{S/cm}$, mientras que las aguas subterráneas presentan valores algo mayores, ente 500 y 1,500 $\mu\text{S/cm}$. El intervalo de conductividad para las aguas residuales urbanas oscila entre 1,000 y 4,000 $\mu\text{S/cm}$. La conductividad eléctrica no da una idea precisa de la carga contaminante pero sí orienta en sus posibles usos en aplicaciones agrícolas.

Figura 88. Gráfica de conductividad eléctrica en diferentes puntos del río de Los Perros

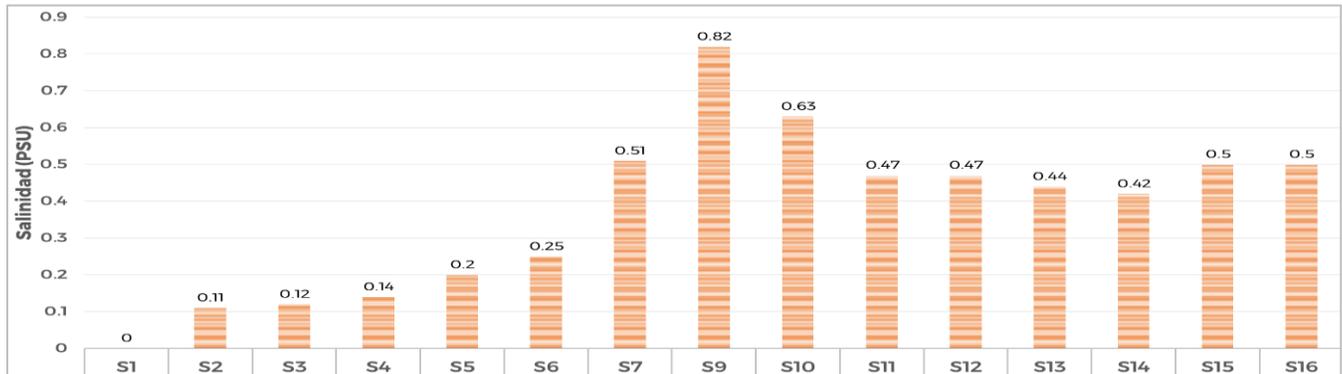


Fuente: Elaboración propia con datos de (IMTA, 2019)

Salinidad

La salinidad es una medida de la cantidad de sales disueltas en el agua. La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas. Las sales y también otras sustancias afectan la calidad del agua. Algunos de los iones como el sodio, cloruro, carbonato y sulfato son los que pueden aumentar la salinidad del agua.

Figura 89. Comportamiento de la salinidad en diferentes puntos del río de Los Perros



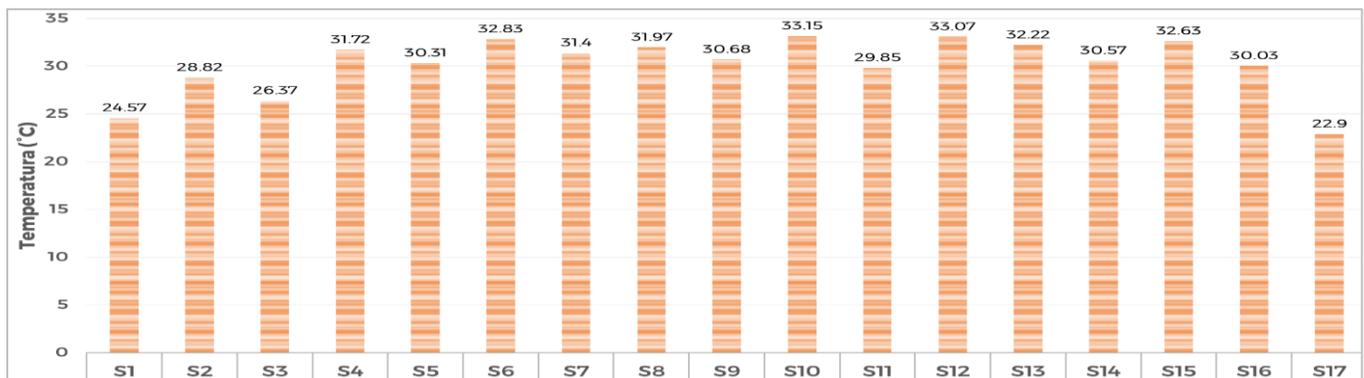
Fuente: Elaboración propia con datos de (IMTA, 2019)

Como se observa en la Figura 89 los valores de salinidad en los tramos del río donde se hicieron las mediciones, el valor de salinidad es menor a 1 PSU.

Temperatura

Este parámetro puede incidir mucho en la calidad del agua, ya que determina otras propiedades y procesos que tienen lugar en el agua como la viscosidad, la solubilidad de los gases y de las sales, procesos fisiológicos de los organismos que provocan variaciones de su metabolismo, la proliferación de ciertos microorganismos, etc. La temperatura varía anualmente a consecuencia de la meteorología y del clima. Esta variación tiene mucha incidencia dentro del ecosistema fluvial, ya que determina la riqueza y abundancia de los organismos. La adaptación de éstos a la temperatura se manifiesta con el patrón biológico, que es propio de cada uno de ellos y se repite de forma cíclica a lo largo del tiempo. La actividad antropogénica, puede alterar la temperatura. Esta contaminación térmica puede estar producida, por ejemplo, por el vertido de agua caliente o fría. Estas variaciones de la temperatura del río implican un fuerte estrés para muchas especies y un peligro para su supervivencia. Las especies más tolerantes o con un ciclo biológico menos específico se convierten en abundantes. El análisis de las comunidades biológicas, por lo tanto, nos puede servir como indicador de la variación local de la temperatura. Finalmente, hay que tener en cuenta que la temperatura incide, además, en la solubilidad del oxígeno en el agua. Este efecto tiene una fuerte incidencia sobre la fauna y la flora acuática asociada al curso del agua. En el caso de la temperatura del agua, esta se mantiene relativamente estable a lo largo de todo el trayecto del río de los Perros, con pequeñas diferencias no significativas entre cada uno de los puntos de monitoreo.

Figura 90. Comportamiento de la Temperatura del agua en diferentes puntos del río de Los Perros



Fuente: Elaboración propia con datos de (IMTA, 2019)

4.2 Impacto por desechos sólidos y arrastre de sedimentos

Otro impacto importante en cuanto a la calidad del agua en el río tiene relación con los residuos sólidos urbanos generados por la población de las comunidades cercanas, que, al no tener un manejo adecuado, provocan la contaminación del suelo, aire y agua.

Por otro lado, el arrastre de sedimentos y el mal manejo de agroquímicos en el sector agrícola están provocando la degradación de los recursos de agua, bosque, suelo y aire. Adicionalmente, el río presenta azolves provocados por deslaves, basura y escombros.

4.2.1 Residuos sólidos urbanos (RSU)

Un problema presente en las comunidades de la cuenca es el mal uso y manejo de los residuos sólidos urbanos que se generan en la zona de influencia del río, los cuales son depositado sin control en basureros a cielo abierto (Figura 91) que en temporada de lluvia se mezclan con el agua de lluvia formando lixiviados que se infiltran al subsuelo contaminando los cauces de aguas superficiales y subterráneas, lo que repercute en un mayor daño a especies acuáticas que habitan en la zona.

Figura 91. Basureros a cielo abierto



Fuente: Elaboración propia con datos de (IMTA, 2019)

Adicionalmente, no cuentan con mecanismos de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos eficientes, cabe señalar que no existe infraestructura de manejo de basura, sólo en la ciudad de Juchitán de Zaragoza existe una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos que nunca ha operado (Figura 92), sus tres centros transferencia están fuera de norma.

Figura 92. Planta para el manejo de residuos sólidos, Juchitán, Oax.



Fuente: Elaboración propia con datos de (IMTA, 2019)

Por otro lado, el depósito de basura en las áreas asignadas se realiza sin un control establecido, y en la mayoría de los casos se quema la basura para evitar su acumulamiento.

Figura 93. Quema de basura en los basureros a cielo abierto.



Fuente: Elaboración propia con datos de (IMTA, 2019)

Existe una falta de cultura de separación, reducción, reciclaje y reutilización de los productos y subproductos derivados del consumo humano.

En las agencias municipales la situación es más compleja, ya que no se cuenta con un sistema de recolección de basura, por lo que sus desechos son depositados en tiraderos a cielo abierto localizados en las afueras de sus comunidades o en las orillas de los canales y ríos.

Figura 94. Quema de basura en los basureros a cielo abierto.



Fuente: Elaboración propia con datos de (IMTA, 2019)

La ciudad de Juchitán cuenta con una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos que actualmente no está operando, lo que ha generado la práctica de incinerar a cielo abierto dichos residuos, generando una gran contaminación del aire. Aunado a esto, las áreas establecidas como relleno sanitario se han convertido en enormes basureros que contribuye seriamente a la contaminación de los cauces, afectando la salud pública de la población aledaña.

4.2.2 Arrastre de sedimentos

Ante las fuertes avenidas del río en temporada de lluvia, existe un problema de arrastre de una gran cantidad de azolve y árboles, que se acumulan en la zona de sedimentación de esta.

El azolve acumulado permite el crecimiento de grandes árboles, principalmente sauces, ceibas y huanacastles que represan las fuertes avenidas durante la época de lluvias provocando que los bordos se colapsen, desviando el cauce del río y provocando severas y recurrentes inundaciones en las partes bajas de Juchitán de Zaragoza, Santa María Xadani y la pesquería Playa San Vicente; así como en Santiago Laollaga, Santo Domingo Chihuitán y desde los límites con El Espinal, hasta el puente sur del Periférico, entre la séptima sección y Cheguigo sur de Juchitán, pasando por su zona urbana se tiene el mismo problema de enormes arboledas en el cauce, poniendo en riesgo la integridad física y el patrimonio de la población, ocasionando, además como secuela, graves problemas de salud pública

Figura 95. Presencia de azolves y maleza en el río



Fuente: Elaboración propia con datos de (IMTA, 2019)

Debido a la reducción de la capacidad de desalojo del río, provocado por la sedimentación y la acumulación de residuos sólidos (ramas, troncos, basura vegetal), en el mismo segmento, se han identificado 15 escurrimientos de aguas pluviales que desembocan al río y que se convierten en ventanas por donde se regresa el agua cuando el río alcanza su nivel de aguas máximas ordinarias, representando verdaderos riesgos para la población, ya que inundan a gran parte de la ciudad.

El problema más significativo, lo representa el puente El Chaparro que comunica la 5ª Sección con Cheguigo sur, debido a que el material de arrastre produce obstrucciones en los apoyos durante las avenidas máximas ordinarias, provocando inundaciones en la zona urbana aledaña a la estructura.

El azolve acumulado permite el crecimiento de grandes árboles, principalmente sauces, ceibas y huanacastles que represan las fuertes avenidas durante la época de lluvias provocando que los bordos se colapsen, desviando el cauce del río y provocando severas y recurrentes inundaciones en las partes bajas de Juchitán de Zaragoza, Santa María Xadani y la pesquería Playa San Vicente, poniendo en riesgo la integridad física y el patrimonio de la población, ocasionando, además como secuela, graves problemas de salud pública.

Asimismo, a lo largo del río, existen grandes árboles que desvían su cauce severamente, como el caso de Santiago Laollaga y Santo Domingo Chihuitán. Por otro lado, desde los límites con El Espinal, hasta el puente sur del Periférico, entre la séptima sección y Cheguigo sur de Juchitán, pasando por su zona urbana, se han desarrollado enormes arboledas en el cauce, que representan un verdadero riesgo para la integridad física de la población y su patrimonio en época de lluvias.

4.3 Impacto por los cambios de uso de suelo (explotación forestal y actividades agroforestales)

Derivado de la explotación de los materiales pétreos en la zona, se ha dado una transformación en el hábitat de la cuenca, causando desviación de cauces, erosión en bordos lo que provoca inundaciones a centros de población y áreas productivas, todo ello conlleva a una alteración irreversible del ecosistema, la flora y fauna endémica ha ido desapareciendo.

En algunos tramos del río de Los Perros existe presencia de lirio acuático, lo que ha generado problemas como la obstrucción de las corrientes de agua, el taponamiento de las estructuras para riego, reducción del área hidráulica, incremento en el coeficiente de rugosidad (factor que interviene en la velocidad de escurrimiento en los cauces), pérdidas de agua por evapotranspiración y desarrollo de poblaciones de mosquitos vectores de enfermedades que afectan la salud de la población ribereña.

Figura 96. Presencia de lirio



El uso indiscriminado de agroquímicos en la producción agropecuaria en la zona ha causado problemas de contaminación en el manto freático, por otro lado, a través de los drenes naturales de la zona de temporal y los artificiales del Distrito de Riego 019 dichos productos llegan a la laguna Superior.

Los suelos para la actividad agropecuaria han perdido fertilidad, se utilizan en un 80% fertilizantes y pesticidas químicos. En la zona se utilizan fertilizantes nitrogenados, fosfatos y potasio para hacer productiva la tierra, así como el uso de fungicidas, pesticidas e insecticidas a base de glifosatos.

Por otro lado, el río Tehuantepec está siendo contaminado por residuos tóxicos de la mina ubicada en San José de Gracia. Este río alimenta a la presa “Presidente Benito Juárez”, cuyas aguas se distribuyen a 8 municipios a través del Distrito de Riego 019 de la CONAGUA para irrigar, hoy, 23,000 hectáreas de cultivos de pasto, maíz y frutales, principalmente. El Distrito de Riego, se conecta con el río Los Perros mediante su canal principal en Asunción Ixtaltepec, justo antes del sifón que cruza este río.

Figura 97. Canal principal



Fuente: Elaboración propia con datos de (IMTA, 2019)

En la parte alta de la cuenca, hay una acelerada deforestación debido al cambio de uso de suelo y a la falta de un programa de manejo y conservación de suelos en la actividad agropecuaria. Esto ocasiona que las fuertes avenidas del río arrastren una gran cantidad de azolve y árboles durante la temporada de lluvias, que se acumulan en la zona de sedimentación de esta.

En la región, se llevan a cabo actividades que requieren de leña muerta como combustible, principalmente en la elaboración de totopos; además, se utiliza la corteza del árbol de huamúchil en el curtido de pieles y su leña se emplea para producir carbón, contribuyendo, con ello, a la acelerada deforestación. Esto a consecuencia de la inexistencia de un programa integral de reforestación. Por otro lado, ha habido tala inmoderada de los árboles provocando erosión del suelo y que el material suelto sea arrastrado hacia los cauces, causando que en las partes bajas de la cuenca queden depositados y con ello se haya reducido la capacidad de estos.

5 Identificación de la problemática

Derivado del diagnóstico ambiental, la problemática de la cuenca del Río de Los Perros se resume en:

- Disminución de la calidad del agua en la cuenca
- Degradación de los recursos de agua, bosque, suelo y aire.
- Conflictos sociales y falta de cultura ambiental

Como resultado del análisis de la información obtenida a través del primer foro de consulta “DEFENDAMOS NUESTRO RÍO”, las reuniones de trabajo realizadas con miembros del Comité de Cuenca del Río de Los Perros y representantes de las diferentes comunidades, así como la visita de campo, se identificaron tres elementos principales causantes del deterioro del río:

- Aguas residuales
- Residuos sólidos urbanos (RSU)
- Sustancias tóxicas (agroquímicos, pesticidas y aceite)

5.1 Disminución de la calidad del agua en la cuenca

El agua es indispensable para la vida, sin embargo, este recurso cada vez se contamina más debido al alto contenido de contaminantes que aportan las descargas domiciliarias a cielo abierto y hacia el río.

Uno de los principales problemas de la cuenca es que la calidad de agua del río de Los Perros va decayendo conforme pasa por las poblaciones y zonas productivas de la misma.

5.1.1 Contaminación por aguas residuales.

La disminución de la calidad del agua en la cuenca se ha visto seriamente afectada debido a las descargas de aguas residuales vertidas directamente en el río o la que llega a través de las calles de los poblados, a pesar de que algunas localidades cuentan con infraestructura para la recolección (red de drenaje) y para el tratamiento de las aguas residuales, ésta no está funcionando. Por lo anterior, la problemática específica identificada es:

- Descargas domiciliarias a cielo abierto y cuerpos de agua.
- Infraestructura de tratamiento insuficiente o ineficiente.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales existentes fuera de operación.
- Red de alcantarillado sanitario incompleto y en mal estado.
- Falta de infraestructura para el reúso de las aguas residuales tratadas
- Desconocimiento de la calidad de aguas superficiales y subterráneas en ríos y acuíferos

5.1.2 Contaminación por uso de agroquímicos y sustancias tóxicas

Otro problema presente en la cuenca es el uso de agroquímicos en las actividades agrícolas, lo que implica la contaminación del agua al ser llevados al sistema a través de los drenes agrícolas que terminan en el cauce del río o en la Laguna superior. Por otro lado, existe una gran cantidad de parques eólicos en la zona, y es necesario revisar el manejo que se le está dando a los aceites y químicos utilizados para el mantenimiento de los aerogeneradores.

Tomando en cuenta lo anterior, se puede indicar que la problemática principal en cuanto a la contaminación del río se debe a:

- Uso de fertilizantes nitrogenado, fosfato y potasio sin un control establecido.
- Uso sin control de fungicidas, pesticidas e insecticidas.
- Lixiviados derivados de basureros a cielo abierto cercanos a los lechos del río
- Mal manejo de sustancias de mantenimiento de los aerogeneradores (aceites minerales principalmente)

5.2 Degradación de los recursos bosque, suelo y aire

El bosque juega un papel importante en los ecosistemas forestales puesto que ayudan a regular importantes procesos ecosistémicos a través del suelo que es indispensable en la absorción de los nutrientes y la descomposición de la materia orgánica de las cuencas. Desafortunadamente se han presentado alteraciones debido a algunas actividades del hombre llevadas a cabo de manera irresponsable, cuyo interés ha sido de tipo económicas y han afectado el entorno natural del ecosistema.

La calidad del aire es otro de los componentes del ecosistema que se ha afectado seriamente debido a la quema de basura (plásticos altamente contaminantes como neumáticos, electrodomésticos, ropa, entre otros). Esta actividad se realiza a menudo por la comunidad o en los mismos basureros, con la idea de reducir la cantidad de residuos sólidos, sin considerar el daño que se está generando al medio ambiente.

Se identifican tres tipos de problemas que deben atenderse de manera prioritaria:

5.2.1 Por residuos sólidos

Los residuos sólidos son una constante en todas las comunidades, debido a que no existe una cultura para la separación ni mucho menos el de reducir, reutilizar y reciclar los desechos sólidos. Aunado a esto, tampoco existe la infraestructura para el manejo de la basura, lo cual da pauta a que los pobladores la quemen o la depositen en las riberas del río. Por lo anterior mencionado, la problemática se resume es:

- Falta de Programas de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.
- Infraestructura inadecuada para el manejo de los residuos sólidos urbanos
- Falta de concientización de la población y el gobierno municipal en el manejo de RSU

5.2.2 Por arrastres de sedimentos

La falta de un programa oficial de extracción de materiales pétreos por las constructoras ha ocasionado la modificación del funcionamiento hidráulico del río, la falta de capacidad de retención e infiltración del agua de lluvia por efecto de la pérdida de cobertura vegetal y alteraciones en las pendientes naturales del suelo ha ocasionado el arrastre de sedimentos, la falta de mantenimiento y por consecuencia el azolvamiento de los cauces naturales ha generado el arrastre de sedimentos.

5.2.3 Por deforestación

Las actividades económicas de algunas comunidades han puesto de manifiesto la falta de regulación en la tala de árboles para uso de leña en la zona sin contar con medidas de recuperación, o en su defecto, existen programas de reforestación inapropiados al introducir especies de árboles que no son nativas; además, los incendios forestales ocasionados por el hombre para la expansión de la zona agrícola y ganadera han desplazado a la fauna endémica.

5.3 Conflictos sociales y falta de cultura ambiental

No hay hasta ahora una coordinación de acciones entre todos los municipios de la Cuenca que permitan atender de manera integral el problema de contaminación del Río Los Perros.

Por otro lado, no se le ha dado importancia al tema de cultura de agua, falta involucrar a la sociedad para que participe en las campañas de recuperación del río, así como en las acciones de manejo de desechos sólidos.

Adicionalmente a esto, no ha tenido acceso a recursos financieros suficientes para llevar a cabo las acciones necesarias que permitan el desarrollo de la zona, incluyendo el saneamiento del río Los Perros.

Existen restricciones económicas de los organismos operadores que impactan en la cuenca, los costos de mantenimiento de los sistemas hidráulicos se incrementan y no se ha logrado la reducirlos, lo que ocasiona en la mayoría de los casos el cierre de procesos o el abandono de la operación.

Por otro lado, el sistema de recaudación por el uso de servicios no ha sido eficiente, lo que genera que no se cuente con recursos suficientes para seguir operando.

Tanto en poblaciones urbanas como en las rurales no existe una cultura de cuidado del medio ambiente que provoca el uso ineficiente del agua y la contaminación de ríos y barrancas.

Lo anterior se ve reflejado en:

- La acción de la comunidad de depositar la basura en las riberas del río.
- Falta de programas de comunicación y participación ciudadana permanente.
- Falta de sistemas de vigilancia para que se respete la legislación ambiental vigente.
- Crecimiento desordenado de la población.
- Las comunidades depositan basura en las riberas del río.
- Desequilibrio por pesca, caza y recolección de productos naturales (flora y fauna).

5.4 Actores claves

Es importante identificar a los involucrados en la solución del problema, es decir, se debe definir la participación de todos los afectados del problema. A continuación, se enlista una serie de actores que deben formar parte de resolver el problema de saneamiento en la cuenca del río de LOS PERROS:

- Comisión Nacional del Agua
- Gobiernos locales, municipales y estatales
- Comisión Estatal del Agua
- Instituciones educativas (primarias, secundarias, preparatorias, universidades, tecnológicos, etc.)
- Organizaciones civiles organizadas y la población en general
- Comité de Cuenca

6 Conclusiones y recomendaciones

El problema de la contaminación del río de Los Perros se debe principalmente a la descarga de las aguas residuales efectuada directamente al cauce y a la insuficiente e ineficiente infraestructura de tratamiento que existe, es decir, existen pocas PTAR y éstas no funcionan o están inconclusas. Por si fuera poco, la red de drenaje instalada rebasa la edad de la vida útil del material, la mayoría de las tuberías no trabaja por gravedad debido a los constantes movimientos telúricos, la falta de mantenimiento a la infraestructura de drenaje ha ocasionado que las tuberías estén rotas y azolvadas, lo que impide alimentar de aguas residuales a las PTAR que no fueron diseñadas con la tecnología apropiada dados los altos costos de operación y mantenimiento que se requieren.

Existen cuatro tipos de tecnologías de tratamiento utilizados en la zona (lodos activados, biofiltros, humedales artificiales y lagunas de oxidación), de los cuales, la tecnología de lodos activados no es muy recomendable debido a que la mayoría de las localidades de la cuenca presentan un alto o muy alto índice de marginación; este tipo de tecnología requiere altos consumos de energía eléctrica y productos químicos lo que representa altos costos de operación y mantenimiento, lo que podría volverse incosteable, del mismo modo, se requiere de personal altamente capacitado para su operación y mantenimiento (electromecánicos, químicos, electrónicos, etc.). Es por ello por lo que es altamente recomendable implementar otro tipo de tecnología en los que el costo de operación y mantenimiento sean menores, lo que permitirá la continuidad del tratamiento de las aguas residuales de la ciudad.

De las 10 PTAR existentes en la zona, las que se ubican en las localidades de Santa María Xadani, El Espinal e Ixtaltepec (col. Ladrillera) son aptas para su rehabilitación, siempre y cuando se lleven a cabo adaptaciones para su mejora, entre las que se podría indicar el uso de energías renovables, el rediseño de algunos componentes y procesos para disminuir los costos de operación y mantenimiento.

Cabe mencionar, que antes de llevar a cabo acciones de rehabilitación es importante elaborar el proyecto ejecutivo de cada una de ellas.

En cuanto al manejo de residuos sólidos urbanos, las nueve comunidades cuentan con espacios destinados para la colocación de basura, sin embargo, la población no tiene una cultura ambiental en la que participe como separar la basura que se genera en sus casas, mucho menos acostumbra en reducir el consumo de alimentos u artículos que generen residuos sólidos o en su defecto reutilizar los plásticos, cartones, etc., que soporten más usos. Desafortunadamente estos residuos desechables tienen un destino final inadecuado, ya que, aunque lleguen a los basureros, estos son quemados lo que afecta al ambiente. A pesar de que existe una planta para la separación y empacado de los RSU ubicada en la ciudad de Juchitán de Zaragoza, ésta nunca ha operado.

Por otro lado, el uso de agroquímicos en la agricultura sin un control establecido incrementa el problema de calidad de agua, así como la degradación de suelos y bosques.

Además, la tala de árboles para el uso de leña o para ampliar la zona agrícola ha generado un impacto negativo al ecosistema, sobre todo porque no existen programas de reforestación adecuados para la recuperación del ecosistema.

La falta de concientización en el cuidado del agua y a la nula separación de basura en las comunidades ha motivado a que en algunos municipios se realicen campañas de cultura ambiental específicamente en las escuelas con el propósito de lograr un cambio de actitud en la sociedad.

Para lograr resultados firmes, es importante que todos los habitantes de la comunidad actúen en consecuencia sin dejar de involucrar a los actores claves que se benefician o perjudican con el río de los perros y a las autoridades, con el propósito de llevar acciones y proyectos que, de manera integral, no solamente se logre el saneamiento de la cuenca, sino también se transforme en un parque ecológico combinando todos los recursos que están a la mano.

Con el Plan Integral de Acciones prioritarias se logrará que en el mediano plazo recuperar la calidad del río de Los Perros, así como mejorar las condiciones de vida de las comunidades localizadas en sus cercanías y que dependen de los recursos ambientales para sobrevivir, para que a futuro se pueden implementar proyectos de desarrollo económico en la zona que involucren actividades turísticas y recreativas.

7 Glosario

Aguas Residuales. Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.

Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBs). Área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera, y sólo son asignadas al interior de las zonas urbanas que son aquellas con población mayor o igual a 2,500 habitantes y en las cabeceras municipales.

Cauce de una corriente. El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse.

Condiciones Particulares de Descarga. El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para cada usuario, para un determinado uso o grupo de usuarios de un cuerpo receptor específico con el fin de conservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la presente Ley y los reglamentos derivados de ella.

Consejo de Cuenca. Órganos colegiados de integración mixta, que serán instancia de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre "la Comisión", incluyendo el Organismo de Cuenca que corresponda, y las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal, y los representantes de los usuarios de agua y de las organizaciones de la sociedad, de la respectiva cuenca hidrológica o región hidrológica.

Cuenca Hidrológica. Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar.

Cuerpo receptor. La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar los suelos, subsuelo o los acuíferos.

Descarga. La acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (P. T. A. R). Conjunto de estructuras y unidades en donde se remueven total o parcialmente los contaminantes contenidos en el agua y se logra mediante la utilización de diversos procesos, dispuestos en orden creciente de complejidad o combinados.

Reúso. La explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo.

Río. Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar.

8 Referencias

- Administración municipal Asunción Ixtaltepec. (2014). Plan Municipal de Desarrollo. H. Ayuntamiento municipal constitucional Asunción Ixtaltepec, Oaxaca 2014-2016. Asunción Ixtaltepec, Oaxaca: Administración 2014- 2016 de Asunción Ixtaltepec, Oaxaca.
- Administración municipal Asunción Ixtaltepec. (2014). Plan Municipal de Desarrollo. H. Ayuntamiento municipal constitucional Asunción Ixtaltepec, Oaxaca 2014-2016. Asunción Ixtaltepec, Oaxaca: Administración 2014- 2016 de Asunción Ixtaltepec, Oaxaca.
- Administración municipal El Espinal. (2017). Plan Municipal de Desarrollo 2017-2018. El Espinal, Oaxaca. El Espinal, Oax.: Administración municipal El Espinal, Oaxaca.
- Administración municipal El Espinal. (2017). Plan Municipal de Desarrollo 2017-2018. El Espinal, Oaxaca. El Espinal, Oax.: Administración municipal El Espinal, Oaxaca.
- Conagua. (2007). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Tehuantepec (2007), Estado de Oaxaca
- Conagua. (2017). Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). Obtenido de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php>
- Conagua. (2017). Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). Obtenido de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php>
- DOF. (2016). Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido Estados Unidos Mexicanos. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5443858&fecha=07/07/2016
- H.A.C. Cd. Ixtepec. (2011). Plan Municipal de Desarrollo 2011 - 2013. 10 de abril de 2019, Honorable Ayuntamiento Constitucional de Ciudad Ixtepec, Oaxaca [archivo PDF]. Recuperado de https://finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/inversion_publica/pmds/11_13/014.pdf.
- Hernández Martínez, I. (2011). Gerencia Operativa del Comité de Cuenca del Río de los Perros.
- Hernández Martínez, I. (2016). Diagnóstico Operativo de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales: Cuenca del Río de los Perros (GUIIGU' BI'CU NISA). Juchitán, Oax.: Gerencia Operativa del Comité de Cuenca del Río de los Perros.
- INAFED Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (2010). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Oaxaca. Asunción Ixtaltepec. 5 de abril de 2019, de SEGOB Secretaría de Gobernación Sitio web: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/index.html>.
- INEGI. (1995). I Censo de Población y Vivienda 1995.
- INEGI. (2000). XII Censo general de población y vivienda 2000.
- INEGI. (2005). II Censo de población y vivienda 2005.
- INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y Consejo de Cuenca del Río de los Perros. (2019). Recorrido de campo, Cuenca del Río de Los Perros. Mayo 2019. Guevea de Humbolt, Santa María Guienagati, Santo Domingo Laollaga, Santiago Chihuitán, Ciudad Ixtepec, Asunción Ixtaltepec, El Espinal, Juchitán de Zaragoza del Estado de Oaxaca.
- Primer foro "Defendamos nuestro río". Asunción Ixtaltepec Oaxaca. 30 de enero de 2019 organizado por el Comité de Cuenca del Río de Los Perros.
- SEMAEDESOS Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable. (2019). Recursos naturales. Áreas naturales protegidas. Estado de Oaxaca. 5 de abril de 2019 Sitio web: <http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/areas-naturales-protegidas/>.

9 Anexos

Anexo 1. Componentes del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Pretratamiento

Consiste en procesos físicos de eliminación de sólidos groseros, arenas y grasas (desbaste, desarenado, desengrasado en ese orden), con el propósito de que no afecte y facilite los demás procesos de depuración, por lo que las unidades de pretratamiento serán las primeras en el esquema de tratamiento.

- **Desbaste (Reja).** La primera unidad que encontramos es el desbaste, comúnmente denominada reja, cuya función es la de retener elementos de mayor a la separación entre las barras que conforman la reja. Esta unidad requiere limpieza frecuente para remover el material retenido, por lo que, según el caudal de agua a tratar, ésta podrá ser de limpieza manual o automática.
- **Desarenador.** La función del desarenador es recolectar toda la arena y materiales de las mismas características, no orgánicos. Este proceso se efectúa por decantación si bien existen sistemas por flotación a través de suministro de aire. Si la arena no sedimentase en esta unidad, lo haría en las unidades siguientes, dificultando los procesos posteriores. La limpieza de la unidad también puede efectuarse de manera manual o automática a través de barredores mecánicos y bombeo.
- **Otras.** También suelen construirse otras unidades para evitar problemas posteriores como desengrasadores y tanques de homogenización, cada uno con funcionalidades específicas.

Tratamiento Primario

Tiene el propósito de remover materia en suspensión y flotante. El sistema más común es un sedimentador equipado con barredor de fondo y un barredor superficial. Estas unidades no remueven suspensiones coloidales ni sólidos disueltos.

Existen algunas unidades como el Tanque Imhoff que en una misma estructura integran el sedimentador y el digester de barros que se generan en el sedimentador.

La sedimentación primaria no siempre puede encontrarse en una planta de tratamiento. La existencia o no de esta unidad no depende de su tamaño, sino de las características del líquido a tratar, del tipo de tratamiento secundario que se aplique y del criterio del proyectista.

Tratamiento primario asistido: algunos sistemas pueden ser asistidos a través de dosificación de productos químicos para favorecer la sedimentación (ejemplo: PTAR Jagüel - Maldonado).

Tratamiento Secundario

El principal objetivo es reducir la concentración de materia orgánica. Para líquidos domésticos, generalmente se usan procesos de oxidación biológica. Existen gran variedad de procesos. Los más comunes son:

- Filtros Percoladores
- Lodos Activados: aireación convencional o extendida
- Lagunas: aireadas, facultativas y/o anaerobias
- Reactores Anaerobios
- Zanjas de Oxidación

Tratamiento Terciario

Es el tratamiento que permite remover nutrientes como fósforo y nitrógeno. En el caso del fósforo este proceso suele realizarse por precipitación química y decantación, mientras que el nitrógeno suele removerse a través de procesos biológicos (nitrificación/desnitrificación), secuencia de reactores aerobios y anóxicos.

Estos compuestos no perjudican a la mayoría de los cursos de agua hacia donde son conducidos los desagües, pero debe tenerse presente que son nutrientes para las algas que ven estimulada su multiplicación en embalses de agua bajo ciertas circunstancias. Si los cursos de agua se emplean como fuente de agua bruta, requieren costosos procedimientos de potabilización.

Por otra parte, también se le conoce al proceso de Desinfección como tratamiento terciario, y entre los procesos que actualmente se emplean están:

- Desinfección UV
- Cloración y dechloración
- Lagunas de maduración

Tratamiento de Lodos

Producto del tratamiento del agua residual de los distintos procesos, se generan lodos que antes de su disposición deben ser estabilizados y luego deshidratados.

Algunos lodos generados en tratamientos secundarios como los lodos activados con aireación extendida solo requieren una etapa de deshidratación. En caso contrario, para estabilizarlos se utilizan digestores (proceso biológico anaerobio), y en algunas localidades se vienen realizando experiencias piloto de vermicompostaje.

El vermicompostaje es una técnica que consiste en un proceso de bio-oxidación y estabilización de la materia orgánica, mediado por la acción combinada de lombrices de tierra y microorganismos, del que se obtiene un producto final estabilizado y con características de abono.

Unidades de deshidratación empleadas son:

- Lechos de secado
- Equipos electromecánicos: filtros de banda y/o centrífugas
- Bolsas drenantes

Una vez tratado el lodo va a su disposición final.

Disposición Final de Efluentes

A través de descargas hacia los cuerpos receptores o aplicación como riego forestal, según normativas ambientales competentes.

La carga que accede a la Planta, sometida a los correspondientes procesos de tratamiento, presenta dos formas de salida:

- Líquido para disponer (agua tratada).
- Sólidos para disponer (barros, arenas, material de desbaste, entre otros).



SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Plan Estratégico para el Saneamiento de la cuenca del río de los Perros

Acciones estratégicas

Versión 1.0

Octubre 2019

1	Introducción.....	2
2	Vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	3
3	Problemática identificada	5
4	Componentes del plan estratégico	6
4.1	Objetivos y estrategias.....	6
5	Acciones	8
6	Plan de acciones.....	11
7	Costos.....	14
8	Recomendaciones.....	16
9	Glosario	17
10	Referencias.....	18

1 Introducción

La información que se presenta en este documento es un compendio de datos e ideas recopiladas en las reuniones de trabajo realizadas en el periodo de Mayo a Octubre de 2019 encabezadas por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, donde se contó con la participación de representantes de los gobiernos municipales, comité de cuenca y pobladores de las 9 localidades involucradas en este estudio, cabe destacar que hubo participación de agricultores, ganaderos, pescadores, amas de casas, sociedad civil organizada.

El proceso inicio con la elaboración del diagnóstico general que involucra las aguas residuales, los residuos sólidos urbanos y el uso de agroquímicos, identificando los problemas prioritarios relacionados con la calidad del agua en el río de Los Perros. Con base en dicho diagnóstico, se estableció una serie de estrategias, objetivos y acciones generales, y a partir de ellas se identificaron las propuestas de proyectos específicos.

Todo lo anterior dio origen a la propuesta del Plan Estratégico para el Saneamiento de la cuenca del río de Los Perros, pensado como un proceso de mejora continua, consensado entre los tres niveles de gobierno, instituciones técnicas y educativas y la población civil organizada, dicho documento proporciona elementos suficientes para la planificación de acciones que permitan el saneamiento de la cuenca, en un marco de gestión intersectorial e interinstitucional, dando un mayor peso a la participación ciudadana. El programa de acciones y proyectos que de él emane, además de responder a los procesos de concertación con comunidades y autoridades locales y regionales, permitirá utilizar y aprovechar de manera sustentable los recursos y potenciar el desarrollo regional.

El documento está pensado como una visión compartida de cuenca en la que todos los involucrados deben tener definida claramente su participación, permitiendo la incorporación de las opiniones de especialistas en diversos temas y las voces de la población; representa un llamado a la acción, entendiendo que la complejidad de las condiciones culturales, económicas y la degradación ambiental no pueden ser superadas de un día para otro, sino que la transformación es fruto del trabajo colaborativo y coordinado de la autoridad pública, la sociedad civil, las organizaciones empresariales públicas y privadas, las comunidades afectadas, para implementar medidas eficaces de prevención, saneamiento y recomposición. Esta transformación se logrará a través de cambios incrementales que permitirán su gerenciamiento y manejo adaptado a las necesidades y realidades de cada lugar. El desafío urgente de proteger la cuenca debe necesariamente incluir a toda la comunidad, sectores públicos y privados con injerencia en las actividades y vida cotidiana en el territorio.

Independientemente del origen de los recursos financieros para la ejecución de los proyectos y acciones, la filosofía con la que se gestó y desarrolló el Documento contó con la participación y consenso de todas las instituciones involucradas, de las organizaciones de la sociedad civil y de la población local, siendo corresponsables todos en la elaboración, instrumentación, seguimiento y evaluación de estos.

2 Vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es el instrumento de gestión más importante del Poder Ejecutivo Federal, se utiliza para dar rectoría a todas las acciones de la Administración Pública Federal (APF). El PND abarca diversos temas en los que definen estrategias que buscan alcanzar el desarrollo socioeconómico del país.

El Plan estratégico de acciones para el saneamiento de la cuenca del Río de Los Perros, está alineado en el PND, tomando en cuenta el tema de “Política y Gobierno” en los que se busca llevar a cabo una democracia participativa e incluir la idea de mandar obedeciendo. Por otro lado, busca aportar acciones de “Política Social” con el objeto de construir un país con bienestar y desarrollo sostenible. Finalmente, en cuanto al tema de “Economía”, a través de acciones que beneficien al medio ambiente se podrá detonar el crecimiento e impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo.

Por otro lado, existen definidos principios de la política ambiental del programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales en los que este tipo de planes sigue:

- i) Detener todos los procesos y acciones que contribuyen a degradar el medio ambiente y agotar la riqueza natural del país,
- ii) Revertir las tasas de degradación ambiental y agotamiento de recursos
- iii) Restaurar los ecosistemas que han sido severamente dañados e inhabilitados desde el punto de vista ambiental
- iv) Ampliar la visión de la gestión ambiental para que transite de los aspectos puramente ecológicos, hacia los objetivos nacionales de sostenibilidad

En cuanto al Plan Nacional Hídrico 2019-2024 que se está elaborando, las acciones indicadas en este documento van de la mano con el objetivo 4 Recuperar la calidad del agua y preservar la salud de los ecosistemas asociados.

Para la cual se tienen varias estrategias con sus respectivas líneas de acción:

- 4.1 Incrementar el tratamiento de las aguas residuales en los centros de población
 - 4.1.2 Construir infraestructura de tratamiento de aguas residuales favoreciendo el saneamiento alternativo en comunidades rurales.
 - 4.1.3 Generar y difundir tecnología apropiada de saneamiento, construcción de baños y lavaderos ecológicos, biodigestores, biofiltros, humedales, entre otros.
 - 4.1.4 Impulsar el uso y manejo de fuentes de energía alternativas para el autoconsumo en procesos de tratamiento de aguas residuales.
- 4.3 Actualizar y aplicar la normatividad en materia de contaminación del agua.
 - 4.3.1 Reforzar el sistema de monitoreo y verificación para garantizar que el agua se encuentre libre de contaminación.
 - 4.3.4 Contar con sistemas de monitoreo y tratamiento de aguas que permitan atender contaminantes emergentes y patógenos de nueva generación.

- 4.4 Asegurar que se tome en cuenta la interrelación agua, bosque, suelo y biodiversidad
 - 4.4.2 Rehabilitar los ecosistemas terrestres, de riberas, humedales y los servicios que estos proveen con un enfoque interdisciplinario, integral, intersectorial y territorial de largo plazo.
- 4.5 Reducir la contaminación difusa.
 - 4.5.1 Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos.
 - 4.5.2 Prevenir la contaminación de los acuíferos derivada de la acumulación de residuos sólidos.
 - 4.5.3 Prevenir la contaminación de los acuíferos derivada de la acumulación de residuos peligrosos (rastros, hospitales, entre otros).

Por otro lado. Existen los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, los cuales son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Este plan puede vincularse a varios de ellos de manera directa o transversal:

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenibles



3 Problemática identificada

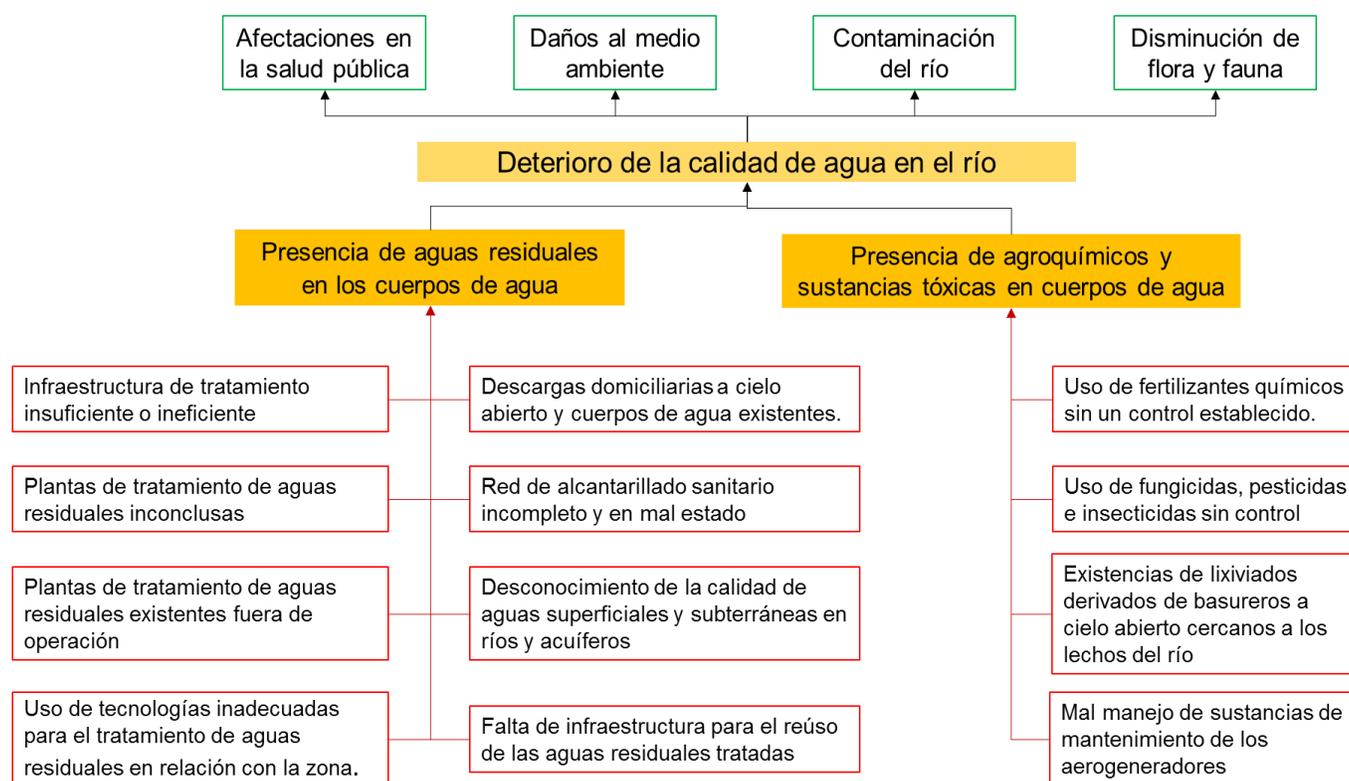
Derivado del análisis de la información, se determinó la problemática principal que deteriora la calidad del agua del río de Los Perros la cual se resume en la tabla 1:

Tabla 1. Problemática

Problema general	Problemas prioritarios
Deterioro de la calidad del agua en el río	1. Contaminación por aguas residuales.
	2. Contaminación por uso de agroquímicos y sustancias tóxicas
Degradación de los recursos bosque y suelo	3. Mal manejo de residuos sólidos
	4. Arrastres de sedimentos
	5. Deforestación
Conflictos sociales y falta de cultura ambiental	6. Falta de cultura del agua

Adicionalmente, para cada problema prioritario se definieron las causas que los provocan y las consecuencias que genera, se desarrollaron los arboles de problemas (Anexo 1). En la siguiente figura se muestra un ejemplo.

Figura 2. Análisis de problema: Deterioro de la calidad de agua en la cuenca



Derivado del análisis de cada árbol de problemas, en la siguiente tabla se resume para cada problema las causas que los provocan, lo que permitió más adelante definir las acciones que ayudaran a eliminar la causa del problema y por ende solventar el problema.

Tabla 2. Causas que originan los problemas prioritarios

Problemas prioritarios	Causas
1. Contaminación por aguas residuales.	Descargas domiciliarias a cielo abierto y cuerpos de agua.
	Infraestructura de tratamiento insuficiente o ineficiente.
	Plantas de tratamiento de aguas residuales existentes fuera de operación.
	Red de alcantarillado sanitario incompleto y en mal estado.
	Falta de infraestructura para el reúso de las aguas residuales tratadas
	Desconocimiento de la calidad de aguas superficiales y subterráneas en ríos y acuíferos
2. Contaminación por uso de agroquímicos y sustancias tóxicas	Uso de fertilizantes químicos sin un control establecido.
	Uso de fungicidas, pesticidas e insecticidas sin control
	Lixiviados derivados de basureros a cielo abierto cercanos a los lechos del río
	Mal manejo de sustancias de mantenimiento de los aerogeneradores
3. Por residuos sólidos	Basureros a cielo abierto en condiciones inadecuadas
	Falta de Programas de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.
	Infraestructura inadecuada para el manejo de los residuos sólidos urbanos
	Falta de concientización de la población y el gobierno municipal en el manejo de RSU
4. Por arrastres de sedimentos	Saqueo y explotación de materiales pétreos por las constructoras
	Cauce azolvado (deslaves, basura y escombros) o con presencia de lirios.
	Reducción de la capacidad de retención e infiltración del agua de lluvia por efecto de la pérdida de cobertura vegetal y alteraciones en las pendientes naturales del suelo.
5. Por deforestación	Mínimos o inexistentes programas para el control de plagas forestales.
	Tala de árboles para uso de leña en la zona sin contar con medidas de recuperación.
	Incendios forestales y desplazamiento de la fauna.
	Expansión de zona agrícola y ganadera
6. Falta de cultura del agua	No hay un instrumento de planeación que regule el uso del suelo y las actividades productivas sobre todo en zonas de recarga de acuíferos
	Falta de programas de comunicación y participación ciudadana permanente.
	Falta de sistemas de vigilancia para que se respete la legislación ambiental vigente.
	Crecimiento desordenado de la población
	Las comunidades depositan basura en las riberas del río
Desequilibrio por pesca, caza y recolección de productos naturales (flora y fauna)	

4 Componentes del plan estratégico

A continuación, se presenta cada uno de los componentes que integran al Plan estratégico para el Saneamiento de la cuenca del río de Los Perros.

4.1 Objetivos y estrategias

Como producto de este esfuerzo ha sido posible identificar, caracterizar y agrupar los problemas prioritarios en grandes temas y, a partir de ellos, formular, acordar y ejecutar acciones y proyectos expedidos para su atención.

Para ello se definieron 6 objetivos con su respectiva estrategia que permitirá dar solución a la problemática identificada en la zona.

Tabla 3. Objetivos y estrategias

Problema prioritario	Objetivo	Estrategia
1	Implementar, ampliar y fortalecer las acciones de rehabilitación y restauración de sistemas de tratamiento de aguas residuales	1.1 Fortalecimiento del tratamiento de aguas residuales. 1.2 Fortalecimiento de la red de captación y distribución de aguas residuales 1.3 Fomentar el reúso e intercambio de aguas residuales 1.4 Consolidación del sistema de monitoreo de calidad de agua
2	Impulsar el desarrollo sustentable y aumentar la productividad para alcanzar el máximo potencial del sector agrícola, aumentando su competitividad y su resiliencia a través del uso de fertilizantes orgánicos	2.1 Desarrollo sustentable de la agricultura 2.2 Reducción del uso de agroquímicos y sustancias químicas en las actividades económicas
3	Transformar el manejo tradicional de los residuos sólidos en una gestión integral que involucre la modernización operativa y administrativa de los sistemas de recolección, reciclaje, tratamiento, producción de composta, compactación y disposición final, apoyados en tecnologías complementarias, economías de escala, esquemas regionales y de corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad.	3.1 Manejo integral de los RSU 3.2 Fortalecimiento de capacidades para el manejo de los RSU 3.3 Reducir la generación de RSU
4	Impulsar la responsabilidad con la sociedad y el medio ambiente en el cuidado de los ecosistemas, biodiversidad y recursos naturales.	4.1 Manejo sustentable de bancos de materiales
5	Conservar los suelos y recuperar aquellos degradados con el fin de contribuir a la restauración de los ecosistemas forestales y a la productividad agrícola.	5.1 Impulsar la conservación y restauración de suelos
6	Desarrollar en la sociedad mexicana una sólida cultura ambiental orientada a valorar y actuar con un amplio sentido de respeto a los recursos naturales.	6.1 Fomentar la reducción del consumo de agua a través del uso de tecnologías de ahorro de agua 6.2 Fomentar el cambio de hábitos relacionados con el uso del agua. 6.3 Concientización en cuanto al cuidado del ambiente 6.4 Impulsar programas de educación y comunicación para promover la cultura del agua.

A partir de esta información se identificaron las acciones requeridas para detener o estabilizar el proceso de deterioro y, posteriormente, las necesarias para sentar las bases con el objeto de lograr la restauración de la cuenca y del río.

5 Acciones

A continuación, se describe cada una de las acciones requeridas para lograr el objetivo establecido y solventar el problema específico.

Objetivo 1. Implementar, ampliar y fortalecer las acciones de rehabilitación y restauración de sistemas de tratamiento de aguas residuales .

Estrategia 1.1. Fortalecimiento del tratamiento de aguas residuales

- Elaborar el Estudio para el dimensionamiento de la infraestructura de saneamiento.
- Realizar el Catastro de fosas sépticas (tipo, mantenimiento, vida útil, capacidad, cantidad, condición actual, etc.)
- Implementar el Programa de limpieza de fosas sépticas.
- Implementar el Programa para instalación/cambio de fosas sépticas con filtros para evitar contaminación del acuífero y que cumplan con la normatividad vigente.
- Fomentar la construcción de sistema de humedales caseros que cumplan con la normatividad vigente (por familia o grupo de familias).
- Rehabilitar y adecuar las PTARs Xadani, El Espinal y la de Ixtaltepec (ladrillera, considerando la elaboración del proyecto ejecutivo, programa de capacitación y mantenimiento).
- Revisar, analizar y rediseñar (en caso necesario) las PTARs que ameriten entrar en funcionamiento
- Rediseñar y adaptar as PTARs con tecnologías que utilicen menores costo en operación y mantenimiento

Estrategia 1.2. Fortalecimiento de la red de captación y distribución de aguas residuales

- Ubicar las descargas de aguas residuales o cualquier fuente de contaminación
- Cancelar las descargas de aguas contaminadas al río.
- Realizar el Catastro de la infraestructura hidráulica urbana (Levantamiento de redes de drenaje) para conocer el estado y diseño.
- Implementar la Simulación del sistema de redes para ver si cumplen con su función para el que se diseñaron
- Elaborar de un nuevo diseño de red de drenaje que incluya todas las descargas que actualmente se dirigen a los cauces del río.
- Construir redes de drenaje para la captación de las aguas residuales

Estrategia 1.3. Fomentar el reúso e intercambio de aguas residuales

- Implementar acciones de intercambio de agua de primer uso

Estrategia 1.4 Consolidación del sistema de monitoreo de calidad de agua

- Realizar los estudios de calidad de aguas superficiales y subterránea
- Implementar Programas de monitoreo de la calidad del agua.

Objetivo 2. Impulsar el desarrollo sustentable y aumentar la productividad para alcanzar el máximo potencial del sector agrícola, aumentando su competitividad y su resiliencia a través del uso de fertilizantes orgánicos.

Estrategia 2.1 Desarrollo sustentable de la agricultura

- Impulsar la práctica de procesos productivos alternativos al tradicional, en especial la agricultura regenerativa, que restituya la salud del suelo y la mejora de la fertilidad dirigida a la producción de alimentos sanos.
- Sistema de riego eficiente: riego de alta precisión o riego por aspersión
- Calendarización de riego
- Ingeniería de semillas en agricultura de riego y temporal
- Labranza óptima en agricultura de riego y de temporal

Estrategia 2.2 Reducción del uso de agroquímicos y sustancias químicas en las actividades económicas

- Programa de sustitución de agroquímicos por fertilizantes orgánicos. Incluye asistencia técnica y suministro.
- Capacitación en el uso correcto y manejo de fertilizantes a los agricultores.
- Uso de productos naturales para control de plagas y fertilizantes.
- Creación de una BIOFÁBRICA para la producción de abonos e insecticidas a partir de plantas o sustancias no tóxicas.
- Eliminación de basureros a cielo abierto cercanos al río.
- Establecer protocolo para el manejo de sustancias peligrosas.
- Uso balanceado de fertilizante (de acuerdo con la necesidad de la planta).

Objetivo 3. Transformar el manejo tradicional de los residuos sólidos en una gestión integral que involucre la modernización operativa y administrativa de los sistemas de recolección, reciclaje, tratamiento, producción de composta, compactación y disposición final, apoyados en tecnologías complementarias, economías de escala, esquemas regionales y de corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad.

Estrategia 3.1 Manejo integral de los RSU

- Programa de recolección de basura.
- Regularizar el trabajo de los pepenadores y el sector informal.
- Rehabilitación de basureros actuales.
- Rehabilitación y puesta en marcha de la planta para el manejo de RSU
- Creación o adecuación de centros de transferencia.
- Creación o adecuación de centros de acopio.
- Creación de centros de compostaje.

Estrategia 3.2 Fortalecimiento de capacidades para el manejo de los RSU

- Campañas de concientización en cuanto al manejo de RSU

Estrategia 3.3 Reducir la generación de RSU

- Consumir productos reciclados originados a partir de residuos.
- Disminuir del uso de material no reciclable.

Objetivo 4. Impulsar la responsabilidad con la sociedad y el medio ambiente en el cuidado de los ecosistemas, biodiversidad y recursos naturales.

Estrategia 4.1 Manejo sustentable de bancos de materiales

- Programa de extracción de material pétreo
- Monitoreo y vigilancia

Objetivo 5. Conservar los suelos y recuperar aquellos degradados con el fin de contribuir a la restauración de los ecosistemas forestales y a la productividad agrícola.

Estrategia 5.1 Impulsar la conservación y restauración de suelos

- Programa de fumigación de plagas a partir de productos naturales
- Programa de reforestación en puntos estratégicos de la cuenca con especies endémicas
- Evitar incendios forestales (campañas)
- Delimitar los usos de suelo

Objetivo 6. Desarrollar en la sociedad mexicana una sólida cultura ambiental orientada a valorar y actuar con un amplio sentido de respeto a los recursos naturales.

Estrategia 6.1 Fomentar la reducción del consumo de agua a través del uso de tecnologías de ahorro de agua

- Utilizar lavadoras que cuenten con tecnologías que reduzcan el consumo de agua.
- Instalar grifos de bajo flujo
- Instalar regaderas de bajo flujo
- Instalar inodoros de doble descargas

Estrategia 6.1 Fomentar el cambio de hábitos relacionados con el uso del agua.

- Acortar el tiempo que pasas en la ducha
- Cerrar la llave mientras te cepillas los dientes
- Aprovechar el agua de lluvia para regar las plantas
- Regar el jardín por la mañana o por la noche
- Lavar el auto con cubeta
- No jugar con agua

Estrategia 6.3 Concientización en cuanto al cuidado del ambiente

- Pláticas y conferencias dirigidas a la población sobre temas ambientales como: Cuidado del agua, educación ambiental en cuanto a la flora y fauna, equilibrio ecológico y protección del medio ambiente.
- Recorridos guiados en el río y los sistemas de tratamiento.

Estrategia 6.4 Impulsar programas de educación y comunicación para promover la cultura del agua.

- Cursos sobre el cuidado del agua y medio ambiente dirigido a profesores de escuela para su réplica hacia los alumnos
- Campañas de difusión a través de perifoneo, folletos, carteles, spot de radio, rótulos en barda o redes sociales.

6 Plan de acciones

Para cada problema identificado se establecieron las acciones a realizar, así como el orden de estas, cuantificándolas por localidad para su futuro costeo. A continuación, se presentan las tablas de cada acción y su cuantificación, en el anexo 2 se presenta el detalle.

Tabla 4. Cuantificación de acciones para incrementar la calidad del río de Los Perros

Acción	Localidad	Cantidad	Unidad
Ubicar las descargas de aguas residuales o cualquier fuente de contaminación	Asunción Ixtaltepec	4.65	km
	Ciudad Ixtepec	24.02	km
	El Espinal	5.33	km
	Guevea de Humboldt	4.84	km
	Juchitán de Zaragoza	10.47	km
	Santa María Guienagati	2.52	km
	Santa María Xadani	13.68	km
	Santiago Laollaga	7.46	Km
Elaborar el Estudio para el dimensionamiento de la infraestructura de saneamiento.	Asunción Ixtaltepec	1	Estudio
	Ciudad Ixtepec	1	Estudio
	El Espinal	1	Estudio
	Guevea de Humboldt	1	Estudio
	Juchitán de Zaragoza	1	Estudio
	Santa María Guienagati	1	Estudio
	Santa María Xadani	1	Estudio
	Santiago Laollaga	1	Estudio
Catastro de fosas sépticas (tipo, mantenimiento, vida útil, capacidad, cantidad, condición actual, etc.)	Santo Domingo Chihuitán	1	trabajador/mes
	Asunción Ixtaltepec	1	trabajador/mes
	Ciudad Ixtepec	2	trabajador/mes
	El Espinal	1	trabajador/mes
	Guevea de Humboldt	1	trabajador/mes
	Juchitán de Zaragoza	4	trabajador/mes
	Santa María Guienagati	1	trabajador/mes
	Santa María Xadani	1	trabajador/mes
Programa de limpieza de fosas sépticas.	Santiago Laollaga	1	trabajador/mes
	Santo Domingo Chihuitán	1	trabajador/mes
	Asunción Ixtaltepec	1406	Fosas
	Ciudad Ixtepec	1110	Fosas
	El Espinal	303	Fosas
	Guevea de Humboldt	45	Fosas
	Juchitán de Zaragoza	3124	Fosas
	Santa María Guienagati	172	Fosas
Tratamiento in situ de las descargas residuales mediante el uso de instalaciones de saneamiento mejorado (tecnologías apropiadas, humedales artificiales, letrina de pozo con losa, etc.).	Santa María Xadani	1464	Fosas
	Santiago Laollaga	507	Fosas
	Santo Domingo Chihuitán	246	Fosas
	Asunción Ixtaltepec	36	viviendas
	Ciudad Ixtepec	133	viviendas
El Espinal	0	viviendas	
Guevea de Humboldt	185	viviendas	
Juchitán de Zaragoza	206	viviendas	

Acción	Localidad	Cantidad	Unidad
	Santa María Guienagati	10	viviendas
	Santa María Xadani	19	viviendas
	Santiago Laollaga	10	viviendas
	Santo Domingo Chihuitán	5	viviendas
Identificar personas que quieran participar e invertir en la construcción de humedales caseros	Asunción Ixtaltepec	1	trabajador/mes
	Ciudad Ixtepec	2	trabajador/mes
	El Espinal	1	trabajador/mes
	Guevea de Humboldt	1	trabajador/mes
	Juchitán de Zaragoza	4	trabajador/mes
	Santa María Guienagati	1	trabajador/mes
	Santa María Xadani	1	trabajador/mes
	Santiago Laollaga	1	trabajador/mes
Rehabilitación y adecuación de la PTAR (incluye la elaboración del proyecto ejecutivo, capacitación y programa de mantenimiento)	Santa María Xadani	1	PTAR
	Asunción Ixtaltepec	1	PTAR
	El Espinal	1	PTAR
Catastro de la infraestructura hidráulica urbana (Levantamiento de redes de drenaje) para conocer el estado y diseño.	Asunción Ixtaltepec	249.25	ha
	Ciudad Ixtepec	979.82	ha
	El Espinal	247.25	ha
	Guevea de Humboldt	36.05	ha
	Juchitán de Zaragoza	1683.03	ha
	Santa María Guienagati	39.52	ha
	Santa María Xadani	265.47	ha
	Santiago Laollaga	131.21	ha
Simulación del sistema de redes para ver si cumplen con su función para el que se diseñaron.	Santo Domingo Chihuitán	76.72	ha
	Asunción Ixtaltepec	1	modelo
	Ciudad Ixtepec	1	modelo
	El Espinal	1	modelo
	Guevea de Humboldt	1	modelo
	Juchitán de Zaragoza	1	modelo
	Santa María Guienagati	1	modelo
	Santa María Xadani	1	modelo
Construcción de redes de drenaje para la captación de las aguas residuales	Santiago Laollaga	1	modelo
	Santo Domingo Chihuitán	1	modelo
	Asunción Ixtaltepec	2140.00	m
	Ciudad Ixtepec	7009.00	m
	El Espinal	2025.00	m
	Guevea de Humboldt	1005.00	m
	Juchitán de Zaragoza	5960.00	m
Realizar los estudios de calidad de aguas superficiales y subterránea.	Santa María Guienagati	0.00	m
	Santa María Xadani	4022.00	m
	Todas las localidades	10	Sitios de monitoreo

Tabla 5. Cuantificación de acciones para incrementar la cultura ambiental

Acción	Localidad	Cantidad	Unidad
Concientización en cuanto al cuidado del agua y medio ambiente	Guevea de Humboldt	4	Conferencia
	Santa María Guienagati	4	Conferencia
	Santiago Laollaga	7	Conferencia
	Santo Domingo Chihuitán	4	Conferencia
	Ciudad Ixtepec	72	Conferencia
	Asunción Ixtaltepec	23	Conferencia
	El Espinal	25	Conferencia
	Juchitán de Zaragoza	241	Conferencia
	Santa María Xadani	25	Conferencia
Educación ambiental en cuanto a la flora y fauna	Guevea de Humboldt	4	Conferencia
	Santa María Guienagati	4	Conferencia
	Santiago Laollaga	7	Conferencia
	Santo Domingo Chihuitán	4	Conferencia
	Ciudad Ixtepec	72	Conferencia
	Asunción Ixtaltepec	23	Conferencia
	El Espinal	25	Conferencia
	Juchitán de Zaragoza	241	Conferencia
	Santa María Xadani	25	Conferencia
Educativas a la comunidad sobre concientización ambiental; equilibrio ecológico y protección del medio ambiente	Guevea de Humboldt	4	Conferencia
	Santa María Guienagati	4	Conferencia
	Santiago Laollaga	7	Conferencia
	Santo Domingo Chihuitán	4	Conferencia
	Ciudad Ixtepec	72	Conferencia
	Asunción Ixtaltepec	23	Conferencia
	El Espinal	25	Conferencia
	Juchitán de Zaragoza	241	Conferencia
	Santa María Xadani	25	Conferencia
Cursos dirigidos a profesores nivel preescolar: 1. De educación ambiental enfocado en el sector hídrico. 2. De educación ambiental con énfasis en manejo de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guevea de Humboldt ▪ Santa María Guienagati 	1	Curso
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Santiago Laollaga ▪ Santo Domingo Chihuitán ▪ Ciudad Ixtepec ▪ Asunción Ixtaltepec 	1	Curso
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El Espinal ▪ Juchitán de Zaragoza (Zona 3) 	1	Curso
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Juchitán de Zaragoza (Zona 4) ▪ Santa María Xadani 	1	Curso
Cursos dirigidos a profesores nivel primaria: 1. De educación ambiental enfocado en el sector hídrico. 2. De educación ambiental con énfasis en manejo de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guevea de Humboldt ▪ Santa María Guienagati 	1	Curso
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Santiago Laollaga ▪ Santo Domingo Chihuitán ▪ Ciudad Ixtepec (Zona 2) 	1	Curso
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciudad Ixtepec (Zona 3) ▪ Asunción Ixtaltepec 	1	Curso

Acción	Localidad	Cantidad	Unidad
	▪ El Espinal		
	▪ Juchitán de Zaragoza (Zona 4)	1	Curso
	▪ Juchitán de Zaragoza (Zona 5) ▪ Santa María Xadani	1	Curso
Cursos dirigidos a profesores nivel secundaria: 1. De educación ambiental enfocado en el sector hídrico 2. De educación ambiental con énfasis en manejo de residuos sólidos	▪ Santa María Guienagati ▪ Santiago Laollaga ▪ Santo Domingo Chihuitán ▪ Ciudad Ixtepec ▪ Asunción Ixtepec	1	Curso
	▪ El Espinal ▪ Juchitán de Zaragoza ▪ Santa María Xadani	1	Curso
Cursos dirigidos a profesores nivel medio superior: 1. De educación ambiental enfocado en el sector hídrico 2. De educación ambiental con énfasis en manejo de residuos sólidos	▪ Ciudad Ixtepec ▪ Asunción Ixtaltepec"	1	Curso
	▪ El Espinal ▪ Juchitán de Zaragoza"	1	Curso
Cursos dirigidos a profesores nivel medio superior: 1. De educación ambiental enfocado en el sector hídrico 2. De educación ambiental con énfasis en manejo de residuos sólidos	Ciudad Ixtepec	1	Curso
	Juchitán de Zaragoza	1	Curso

7 Costos

Tomando en cuenta los costos derivados del análisis y recopilación de estudios realizados anteriormente, se definieron costos unitarios para cada una de las actividades.

Tabla 6. Costos unitarios

Concepto	Descripción	Costo Unitario (\$)	Unidad
Platicas y/o conferencias a la población	1. Servicios de conferencista ▪ Viaje redondo ▪ Servicio de alimentos 2. Renta de equipo de audio y video; Proyector, pantalla de proyección, bocinas y micrófono. 3. Trípticos temáticos para los asistentes al evento. 4. Duración por conferencia: 3 horas (único día). 5. 200 personas por conferencia.	12,250.0	Conferencia
Cursos a la población	1. Servicios de conferencista ▪ Viaje redondo ▪ Servicio de alimentos. 2. Renta de equipo de audio y video; Proyector, pantalla de proyección, bocinas y micrófono. 3. Duración de curso: 3 horas (único día).	11,200.0	Curso

Concepto	Descripción	Costo Unitario (\$)	Unidad
	4. 35 personas por curso		
Recorrido	<ol style="list-style-type: none"> Costo por los servicios del guía de recorrido. <ul style="list-style-type: none"> Salario por hora de 40.00 MXN Duración por recorrido: 1 hora No incluye gastos de alimentos ni de transporte. Se considera realizar 20 recorridos al mes. El equivalente a 5 recorridos por semana. 50 personas. 	120.0	Servicio
Difusión	<ul style="list-style-type: none"> 1 paquete de trípticos de 250 piezas. Servicio de perifoneo en la localidad durante 2 horas, así como de la creación del audio. 1 paquete de carteles de 100 piezas. <ol style="list-style-type: none"> No incluye el salario del personal repartidor de publicidad. 	2500.0	Servicio
Comités de vigilancia	<ol style="list-style-type: none"> Capacitación otorgada por protección civil: <ul style="list-style-type: none"> Salario de capacitador. Material de apoyo. Duración por curso: 4 horas (Dos sesiones) Capacidad de asistencia por curso: 10 personas <ol style="list-style-type: none"> Uniforme completo Equipo de comunicación; Se considera una persona del comité por kilómetro de río que se encuentre dentro de la localidad correspondiente. 	7000.0	Trabajador /mes
Ubicación de descargas	<p>En una jornada de 8 horas. (recorriendo 24 km)</p> <ul style="list-style-type: none"> -6 horas para la identificación de las descargas. -2 horas para integrarlas a la base de datos. <p>El salario de recorridos es de \$37.00 por hora. una persona camina a una velocidad de 4 km/h.</p> <p>El salario promedio de un capturista de datos es de \$34.00 por hora.</p> <p>No incluye:-equipamiento, transporte, alimentos.</p>	13	Km
Catastro	<ul style="list-style-type: none"> -Salario por mes de encuestador. -De acuerdo con las condiciones de la región la carga de trabajo será de 30 viviendas por día. -En el área urbana, 6 días de operación de campo y 1 día de descanso. <p>No incluye: transporte, alimentos, material.</p>	7000.0	Trabajador/ mes
Limpieza de fosa séptica	<ul style="list-style-type: none"> -Atención a casas. -Camiones tipo vector de 3000, 5000, 8000 y 10000 litros. -Personal capacitado. <p>No incluye: Visita de diagnóstico, ubicación de la entrada o tapa de la fosa, demolición para acceder a la fosa.</p>	7000.0	Fosa
Humedales	<ul style="list-style-type: none"> Excavación con máquina para zanjas. -Plantilla apisonada con pisón de mano. 	15000.0 - 31000.0	humedal

Concepto	Descripción	Costo Unitario (\$)	Unidad
	-Suministro y colocación de arena. -Cisterna de 5000 litros. -Acarreo kilómetro subsecuentes -Tratamiento de agua residual generada por seis personas		
Mediciones de calidad de agua	Paquete NOM-001-SEMARNAT-1996 FISICOQUÍMICOS. -Paquete NOM-001-SEMARNAT METALES. -Paquete NOM-001-SEMARNAT MICROBIOLÓGICO. No incluye: transporte, muestreo, materiales, equipo, equipamiento.	3560.0	Análisis
Muestreo de suelos	NOM-021 (nitrógeno, fósforo, pH, materia orgánica, C.I.C. y textura) -Conductividad eléctrica. -Densidad aparente. -Determinación por espectrofotometría de absorción atómica en flama. -Procesamiento de la muestra.	1760.0	muestra

8 Recomendaciones

- Implementar en corto plazo aquellas acciones que involucren a la sociedad y que no requiera de fuertes inversiones, pero que impacten a nivel local en el saneamiento del río de los Perros, llevándolos a cabo de manera coordinada para que los resultados se vean reflejados en toda la cuenca.
- Rehabilitar la Planta para el Manejo de Residuos Sólidos Urbanos ubicadas en la localidad de Juchitán.
- Rediseñar y rehabilitar las PTARs ubicadas en las localidades de Santa María Xadani, Asunción Ixtaltepec (Ladrillera) y El Espinal.
- Organizar comités de limpieza y vigilancia por cada localidad, sectorizando por colonia o grupo de colonias de acuerdo con el área de impacto.
- Implementar un plan integral para el manejo de residuos sólidos urbanos que involucre a las comunidades.

9 Glosario

Aguas Residuales. Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.

Cauce de una corriente. El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse.

Condiciones Particulares de Descarga. El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para cada usuario, para un determinado uso o grupo de usuarios de un cuerpo receptor específico con el fin de conservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la presente Ley y los reglamentos derivados de ella.

Consejo de Cuenca. Órganos colegiados de integración mixta, que serán instancia de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre "la Comisión", incluyendo el Organismo de Cuenca que corresponda, y las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal, y los representantes de los usuarios de agua y de las organizaciones de la sociedad, de la respectiva cuenca hidrológica o región hidrológica.

Cuenca Hidrológica. Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboken en el mar.

Cuerpo receptor. La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar los suelos, subsuelo o los acuíferos.

Descarga. La acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (P. T. A. R). Conjunto de estructuras y unidades en donde se remueven total o parcialmente los contaminantes contenidos en el agua y se logra mediante la utilización de diversos procesos, dispuestos en orden creciente de complejidad o combinados.

Reúso. La explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo.

Río. Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar.

10 Referencias

Administración municipal Asunción Ixtaltepec. (2014). *Plan Municipal de Desarrollo. H. Ayuntamiento municipal constitucional Asunción Ixtaltepec, Oaxaca 2014-2016. Asunción Ixtaltepec, Oaxaca: Administración 2014- 2016 de Asunción Ixtaltepec, Oaxaca;*

Administración municipal El Espinal. (2017). *Plan Municipal de Desarrollo 2017-2018. El Espinal, Oaxaca. El Espinal, Oax.: Administración municipal El Espinal, Oaxaca.*

Conagua. (2017). *Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). Obtenido de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php>*

Administración municipal Asunción Ixtaltepec. (2014). *Plan Municipal de Desarrollo. H. Ayuntamiento municipal constitucional Asunción Ixtaltepec, Oaxaca 2014-2016. Asunción Ixtaltepec, Oaxaca: Administración 2014- 2016 de Asunción Ixtaltepec, Oaxaca;*

Administración municipal El Espinal. (2017). *Plan Municipal de Desarrollo 2017-2018. El Espinal, Oaxaca. El Espinal, Oax.: Administración municipal El Espinal, Oaxaca.*

Conagua. (2017). *Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). Obtenido de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php>*

Conagua. (2007). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Tehuantepec (2007), Estado de Oaxaca*

DOF. (2016). *Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido Estados Unidos Mexicanos. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5443858&fecha=07/07/2016*

Hernández Martínez, I. (2011). *Gerencia Operativa del Comité de Cuenca del Río de los Perros.*

Hernández Martínez, I. (2016). *Diagnóstico Operativo de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales: Cuenca del Río de los Perros (GUIIGU' BI'CU NISA). Juchitán, Oax.,: Gerencia Operativa del Comité de Cuenca del Río de los Perros.*

H.A.C. Cd. Ixtepec. (2011). *Plan Municipal de Desarrollo 2011 - 2013. 10 de abril de 2019, Honorable Ayuntamiento Constitucional de Ciudad Ixtepec, Oaxaca [archivo PDF]. Recuperado de https://finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/inversion_publica/pmds/11_13/014.pdf.*

INAFED Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (2010). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Oaxaca. Asunción Ixtaltepec. 5 de abril de 2019, de SEGOB Secretaría de Gobernación Sitio web: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/index.html>.*

SEMAEDESOS Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable. (2019). *Recursos naturales. Áreas naturales protegidas. Estado de Oaxaca. 5 de abril de 2019 Sitio web: <http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/areas-naturales-protegidas/>.*

Primer foro "Defendamos nuestro río". Asunción Ixtaltepec Oaxaca. 30 de enero de 2019 organizado por el Comité de Cuenca del Río de Los Perros.