

Diagnóstico participativo para la transferencia de ecotecnología en comunidad rural de Oaxaca

Edberg Daniel Martínez-Jiménez¹

Enrique Martínez-Ojeda²

Adela Vásquez-García^{4§}

Dora Ma. Sangerman-Jarquín³

Carlos Espinoza-Nájera⁵

José Luis Caballero-Montes⁶

¹Tecnológico Nacional de México-Campus Oaxaca. Diamante # 301, colonia Bugambilias, Oaxaca. CP. 68010. Tel. 953 2307125 (danielmarjim@hotmail.com). ²Tecnológico Nacional de México-Campus Oaxaca. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja núm. 125, Esquina Calzada Tecnológico. CP. 68030. Tel. 951 1350336. (emartyojeda@gmail.com). ³Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, México. CP. 56250. (sangerman.dora@inifap.gob.mx).

⁴División de Ciencias Económico Administrativa-ITVO. Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca. ⁵Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Linderos # 102, colonia Corpus Cristi, Cinco señores. CP. 68120. Tel. 951 5936273. (najera47@hotmail.com). ⁶CIIDIR-Unidad Oaxaca. Hornos núm. 1003, colonia Noche Buena, Xoxocotlán, Oaxaca. CP. 71230. Tel. 951 4126384. (josecamontes@hotmail.com).

[§]Autora para correspondencia: adela.vg@voaxaca.tecnm.mx.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue diagnosticar de forma participativa la comunidad rural de San Miguel Tlanichico, Oaxaca, México en 2020, para determinar la viabilidad de implementar una tecnología apropiada, como propuesta de solución al problema de saneamiento de aguas residuales (SAR). La metodología se llevó a cabo en dos fases; en la primera se realizó una revisión bibliográfica del medio natural y construido de la comunidad San Miguel Tlanichico y en la segunda fase se efectuaron recorridos de campo donde se aplicó una encuesta con 27 ítems en cuatro ejes temáticos: 1) percepción de la problemática; 2) cultura del agua; 3) saneamiento de las aguas residuales; y 4) disposición a la capacitación en tecnologías para el tratamiento de aguas residuales. Este fue aplicado en un censo a 137 personas de la comunidad. A partir del diagnóstico realizado se identificó que 94.89%, reconoció que existen problemas ambientales en su comunidad, 57.69% percibe la contaminación del agua como problema prioritario, 30.3% señalaron que no realizan el SAR generadas y 73.72% indicaron que si asistiesen a algún curso para capacitarse en la construcción de tecnologías de saneamiento. Los resultados anteriores reflejan que resulta fundamental conocer la problemática y la disponibilidad de las personas para poder adoptar una tecnología, para ello se requiere de realizar diagnósticos participativos y la etnografía, con la finalidad de identificar la cultura de las personas y las comunidades.

Palabras clave: aguas residuales, diagnóstico, saneamiento, tecnología apropiada.

Recibido: marzo de 2023

Aceptado: mayo de 2023

Introducción

El saneamiento del agua es uno de los ejes centrales de la sostenibilidad y derecho universal para la humanidad, dado que incide en los tres ejes del desarrollo sostenible, ambiental, social y económico. En el ámbito social incide directamente en la salud pública debido a que la falta de SAR se manifiesta con un incremento de enfermedades gastrointestinales de las personas por contacto directo o indirecto con el agua contaminada (Saavedra *et al.*, 2012; Ríos, 2017). En el aspecto ambiental se identifica una pérdida de la resiliencia del medio ambiente ocasionado por la descarga de las aguas residuales (AR) sin tratamiento alguno (Perevochtchikova, 2013; De la Torre y Moreno, 2019) y en el aspecto económico se refleja en gastos excesivos debido a inversiones para lograr un resarcimiento ambiental (Sosa, 2012; Jaramillo *et al.*, 2013).

En México en el año 2017 se colectaron $215.2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ de aguas servidas municipales y solamente se realizó saneamiento a $135.6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ de estas aguas (CONAGUA, 2018). En el estado de Oaxaca en el año 2016 se recolectaron $3.75 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ de AR municipales y únicamente se sanearon $1.071 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, por lo que un gasto total de $2.679 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ de aguas sin tratamiento tuvieron que ser descargadas directamente en cuerpos de agua o bienes nacionales incumpliendo con la normatividad federal vigente en materia de saneamiento del agua (CONAGUA, 2016).

Cabe señalar que, en Oaxaca y conforme a lo establecido por gobierno del estado de Oaxaca (2016) definió para este año que su distribución poblacional fue de 77% urbana y 23% rural, de los cuales 70% de las localidades rurales no cuentan con infraestructura para sanear su agua contaminada. Es importante señalar que, más de 80% de las AR en países en vías de desarrollo no reciben ningún tratamiento, 40% debido a elevados costos de las tecnologías convencionales (UNESCO, 2017). Lo anterior, ha motivado a la búsqueda de tecnologías que cumplan con la normatividad actual en materia de SAR; sin embargo, se requiere también de la participación de las personas que la emplearan para lograr una aceptación y posterior apropiación de esta (Morales *et al.*, 2015; Buendía *et al.*, 2019).

Al planear un proyecto de transferencia de tecnologías en las comunidades se requiere en primer término la elaboración de un diagnóstico, el cual se puede efectuar con diferentes métodos como el que propone Mori (2008) que considera un método cualitativo y participativo con el uso de técnicas etnográficas. Maya y Holgado (2017) sugieren una metodología de diagnóstico, a través de la técnica NETMAP, mediante grupos de discusión con la aplicación de sociogramas, con la finalidad de analizar actores clave para lograr una intervención comunitaria efectiva. Sandoval *et al.* (2021) realizó un diagnóstico comunitario mediante una la metodología de estrategia aprendizaje-servicio (ApS), bajo un diseño de investigación-acción-participativa (IAP).

En el caso de Ramírez y Camacho (2019) elaboraron un diagnóstico participativo a través de una evaluación rural en Álamos, Sonora, México se aplicaron talleres participativos impartidos a la comunidad y a organizaciones gubernamentales con el propósito de identificar problemas relacionado con la escasez y contaminación del agua, para posteriormente planear acciones para solucionarlos. El objetivo de este trabajo fue diagnosticar a la comunidad de San Miguel Tlanichico, Oaxaca (SMTQ), México que presenta problemas ambientales por la falta de saneamiento de sus aguas residuales.

La metodología empleada para el diagnóstico de la comunidad fue de tipo participativo para conocer el contexto de la problemática originada por la falta de SAR y valorar la posibilidad de implementar una tecnología innovadora de saneamiento de aguas residuales mediante un reactor anaerobio unifamiliar integrado por dos fases. 1) reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA); y 2) un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), utilizando materiales de bajo costo y de fácil acceso en la región, este prototipo se pretende implementar en la comunidad de SMTO con un proceso de transferencia tecnológica, que implica una sensibilización, capacitación, construcción y difusión con la finalidad de generar estos pasos en una transferencia tecnológica.

Materiales y métodos

El municipio de Trinidad de Zaachila se localiza en la en la región de valles centrales del estado de Oaxaca, México, en las coordenadas $16^{\circ} 55'$ latitud norte y $96^{\circ} 48'$ longitud oeste, a una altura de 1 490 msnm. Colinda al norte con la Villa de Zaachila, al oeste con Santa María Róalo, al sur con la Ciénaga Zimatlán, al este con el Rancho de la Estancia (INEGI, 2015b). El municipio cuenta con una superficie total de 21 km^2 , representando 0.01% del total del estado. Cuenta con cuatro localidades, una es de tipo urbano (Trinidad de Zaachila) y tres son de tipo rural (San Miguel Tlanichico, Barrio la Guadalupe y Santa María Roaló). El estudio donde se llevó a cabo la investigación corresponde a la localidad de San Miguel Tlanichico, ubicada a 1.37 km de la cabecera municipal (Figura 1).

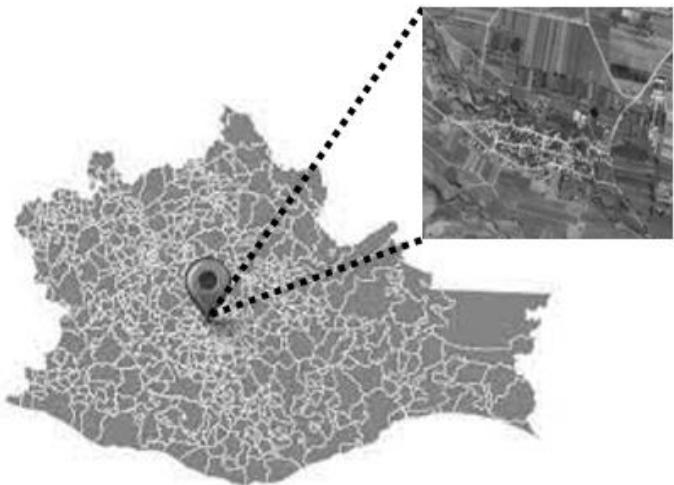


Figura 1. Localización de San Miguel Tlanichico, Trinidad de Zaachila, Oaxaca.

Para el desarrollo del trabajo se efectuó una delimitación del área de estudio, con base a los siguientes criterios: 1) localizarse dentro de los límites territoriales de la comunidad; 2) que se ubicará dentro del casco urbano de la población; y 3) viviendas con problemática de falta de saneamiento del agua. Para la delimitación del área se empleó el SIGEIA (SEMARNAT, 2017) con lo que se obtuvieron las coordenadas del área de trabajo y posterior intervención en SMTO (Cuadro 1).

Cuadro 1. Coordenadas de ubicación de la localidad de San Miguel Tlanichico, Trinidad de Zaachila, Oaxaca.

Punto	X	Y
1	735386	1873624
2	736458	1873029
3	737219	1873026
4	737383	1873994
5	736619	1874133
6	735830	1874191
Datum: NAD27	Zona: 14	Banda: Q

A partir de SIGEIA.

La metodología aplicada para efectuar el diagnóstico de la comunidad se conformó por dos fases, conforme a lo establecido por Pedroza *et al.* (2010); Ramírez *et al.* (2015). La primera fase correspondió a una revisión bibliográfica de la población a estudiar, enfocada a la búsqueda de información del medio natural y artificial e identificar áreas críticas con viviendas que no realizan tratamiento de sus aguas residuales. En la segunda fase se aplicaron métodos etnográficos (Bolio y Bolio, 2013; Romero y Hernández, 2015) cuyas técnicas fueron recorridos de campo y pláticas informales con pobladores y autoridades municipales de la comunidad para conocer sobre su percepción sobre el problema de la falta de saneamiento de las AR.

En esta etapa se diseñó y aplicó una encuesta de 27 preguntas, agrupadas en cuatro ejes temáticos. a) percepción de la problemática; b) cultura del agua; c) saneamiento de las AR; y d) disposición a la capacitación en tecnologías para el tratamiento de AR. El instrumento consideró seis preguntas para identificar la percepción de la problemática, dos para indagar sobre la cultura del agua, diez cuestionaban sobre las prácticas de saneamiento de AR y tres preguntas para identificar la disposición de las personas para capacitarse en la construcción de tecnologías de saneamiento de aguas en sus viviendas.

Para la aplicación de la encuesta, se realizó un censo comunitario en las viviendas de SMTO de acuerdo con la investigación realizada por Aular *et al.* (2010). Es importante señalar que al efectuar el primer recorrido de campo en la comunidad en el mes de mayo de 2020 se identificó que, de las 146 viviendas construidas, únicamente 137 se encuentran habitadas. Este censo se efectuó mediante visitas a los domicilios donde se les aplicó la encuesta a los propietarios de las viviendas o bien algún miembro de la familia con más de 18 años. Para el reporte de los datos obtenidos de la encuesta se empleó estadística descriptiva. Las respuestas, se agruparon en tablas, en la cual se indica la frecuencia con la coincidencia de las contestaciones (F); asimismo, se señala el porcentaje de acuerdo con el total de los encuestados (%).

Resultados y discusión

Primera fase del diagnóstico

De acuerdo con la búsqueda de información bibliográfica, la localidad de SMTO cuenta con una población de 830 habitantes: 44.59% hombres y 55.41% mujeres en un total de 147 viviendas habitadas (INEGI, 2015). De acuerdo con la Secretaría de Bienestar (2020), esta localidad se

encuentra catalogada como de alta marginación, rezago social alto y zona de atención prioritaria rural en el estado de Oaxaca, en los cuales existe una deficiencia en los servicios básicos tales como servicio eléctrico, agua potable y drenaje. Cabe señalar que 100% de los domicilios no cuenta con acceso a drenaje, generando un estimado de 1.44 L s^{-1} de AR sin tratamiento alguno y descargado principalmente al suelo.

Con respecto al diagnóstico del medio natural se identificó que el tipo de clima presente en la localidad corresponde al de tipo semiárido (Bsh1w) y semicálido subhúmedo (A)C(w_o) basado en el sistema Köppen (CONABIO, 2022). Por su parte el INEGI (2015) lo considera como un tipo de clima que corresponde al grupo B semiseco templado con lluvias en verano y baja precipitación durante el invierno. Un dato importante para los fines del proyecto corresponde al promedio de consumo de agua potable estimado en la comunidad, que de acuerdo con el CONAGUA (2015) es de $203 \text{ L habitante}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

En relación con su hidrología la localidad, esta se encuentra inmersa en la cuenca del río Atoyac, subcuenca de Coyotepec perteneciente a la región hidrológica núm. 20 (RH-20), lo anterior de acuerdo con el análisis realizado por el SIATL (INEGI, 2022), coincidiendo con lo establecido por INEGI (2015); SEMARNAT (2017); CONABIO (2022). Esta región hidrológica cuenta con una superficie de $3\,727 \text{ km}^2$ y se encuentra localizada al sureste de la República Mexicana en la región centro del estado de Oaxaca (SEMARNAT, 2017). A partir del dato anterior se pudo determinar que las descargas de aguas residuales sin tratamiento alguno inciden directa o indirectamente en la cuenca del Atoyac, ya sea de manera superficial o subterránea.

La localidad en estudio se caracteriza por la prevalencia de arbustos y estepas, el INEGI (2015) establece que en SMT0 predominan pastizales y vegetación inducida debido a las actividades antrópicas. Por su parte la CONABIO (2022) define que este tipo de clima se caracteriza por la presencia de vegetación inducida. Esta información hace suponer que el agua tratada con el reactor híbrido unifamiliar (RHU) puede ser reutilizada para riego de áreas verdes o descarga a suelos.

Durante los recorridos de campo realizados en las fechas del 10 de marzo al 13 de marzo de 2020, se identificó que en la zona centro de SMT0 se aprecia poca vegetación debido a la acción de las actividades antrópicas. Asimismo, se observaron cambios en el uso de suelo a causa de la construcción de viviendas principalmente en la parte del centro y noreste de la población donde existe una mayor concentración de estas, por lo que en esta zona resulta apremiante una propuesta tecnológica para dar solución a la problemática de la falta de tratamiento de las aguas residuales, debido a que en este sitio es donde existe una mayor concentración de agua sin tratamiento alguno y las descargas se dan directamente a suelo (Figura 2).

El diagnóstico del medio artificial se efectuó a través de recorridos de campo durante el período del 01 de marzo de 2020 al 29 de marzo de 2021 donde se identificó que las viviendas se encuentran construidas mayoritariamente con muros de mampostería, elementos estructurales de concreto y techos de lámina, en menor medida con muros de adobe y lámina. En cuanto a los terrenos donde se ubican las viviendas, por lo general no ocupan todo el espacio posibilitando que éstas puedan tener un crecimiento progresivo o bien contar con otras áreas para jardines, cultivo y crianza de animales domésticos.



Figura 2. Medio natural de la zona centro del SMTO.

Se conoció que la infraestructura y servicios son mínimos en la comunidad, las calles carecen de pavimentación y se tiene un centro de salud para dar atención a la población. Conforme a información obtenida de las entrevistas realizadas a funcionarios de esta clínica, existe un aumento de los casos de enfermedades principalmente de tipo gastrointestinal debido a la carencia de infraestructura para el saneamiento de las aguas residuales (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2013).

Los recorridos de campo y las pláticas informales en la localidad se efectuaron en conjunto con los agentes municipales y con pobladores de la comunidad, con la finalidad de identificar problemáticas sentidas de la falta de saneamiento del agua. La observación participante permitió conocer el contexto de la comunidad, los sitios donde las personas vierten sus aguas contaminadas, y las tecnologías empleadas por los pobladores para dar tratamiento de las AR. En el Cuadro 2 se reportan los datos de las viviendas de San Miguel Tlanichico, Trinidad de Zaachila, Oaxaca en cuanto al tipo de servicio sanitario que usan, conforme a los recorridos de campo.

Cuadro 2. Indicadores de la localidad con problemáticas de falta de saneamiento del agua.

Indicador	(%)
Viviendas con letrina	95%
Viviendas con fosa séptica	5%
Viviendas con conexión a drenaje	0%

Recorridos de campo.

Resultados de la encuesta

A partir de las pláticas informales con los pobladores y las autoridades municipales se identificó que las personas adultas muestran interés por el saneamiento de las aguas residuales tal como lo expresó el agente municipal ‘la verdad las casas no tienen alguna forma de tratar sus aguas residuales algunos incluso la avientan a la calle, urge una solución acorde a la situación económica del pueblo, ya que construir una planta de tratamiento para el agua es muy cara, no alcanza, porque ni siquiera tenemos drenaje’ (Cuevas, Comunic. Pers., 01 de abril de 2020).

Lo anterior coincide con opiniones manifestadas por pobladores de la localidad ‘es bien grave el agua sucia, no se puede a veces el olor en las calles es demasiado fuerte ya se les ha dicho a los vecinos que no la tiren, pero no hacen caso y no soportamos porque a veces en las reuniones de asamblea de la comunidad solo nos enojamos porque no hacen caso, si nos gustaría que alguien nos apoye o nos diga que podemos hacer con nuestra agua sucia’ (Gutiérrez, Comunic. Pers., 05 de abril de 2020). Otro habitante expreso ‘no le aguantamos a la suciedad del agua, algunos vecinos hemos tratado de solucionar con fosas, pero ya son muy caras’ (Avendaño, Comunic. Pers. 15 de mayo de 2020).

A continuación, y conforme a la metodología diseñada y en particular de la segunda fase del diagnóstico se presentan los resultados encontrados de la encuesta aplicada a los pobladores de SMTO previamente validado se aplicó en 137 viviendas, en una población de 93 mujeres y 44 hombres, de los cuales 16.05% se encontró entre 18 a 25 años, 30.66% de 26 a 35 años, 48.9% de 35 a 45 años y 4.39% de 45 a 63 años. Cabe destacar que, los pobladores de la localidad perciben la problemática presente de la falta de saneamiento de las AR; asimismo, reconocen tecnologías en viviendas unifamiliares para coadyuvar con el saneamiento del agua contaminada, y existe una buena disposición para la capacitación en la implementación de tecnologías apropiadas. En el Cuadro 3 se señala la percepción de problemáticas ambientales por parte de los pobladores de SMTO.

Cuadro 3. ¿Cree que existen problemas en su comunidad relacionadas con la contaminación ambiental?

Respuesta	Frecuencia	(%)
Si	130	94.89
No	7	5.11
Total	137	100

En relación a la percepción de la problemática ambiental, por parte de los pobladores de la comunidad, se identificó que un alto porcentaje reconoce que existen problemas en este rubro en localidad, lo anterior coincide con lo encontrado por varios investigadores (Gädicke, 2017; López *et al.*, 2021), quienes argumentan que existen diferentes prioridades a problemas ambientales en las comunidades; sin embargo, este tipo de problemas son altamente perceptibles por pobladores en comunidades rurales debido a la vinculación entre la valoración de los recursos naturales y las actividades antrópicas. En el Cuadro 4 se muestran los resultados de la percepción de los pobladores con relación a los problemas ambientales existentes en su localidad.

Cuadro 4. Si la respuesta anterior fue si, mencionar cuáles de acuerdo con el cuadro siguiente.

Respuesta	Frecuencia	(%)
Contaminación de las calles por basura	37	28.46
Contaminación del agua	75	57.69
Contaminación del aire	2	1.54
Malos olores causados por las AR	16	12.31
Total	130	100

El 57.69% de los pobladores encuestados perciben como prioritario la contaminación del agua en su localidad, 28.46% reconoce como problema ambiental preeminente la contaminación de las calles por residuos sólidos urbanos (RSU), cabe señalar que, estas son problemáticas altamente perceptibles en la actualidad no solo a nivel local sino a nivel mundial (Iturrat, 2020; Ruiz, 2020). En el Cuadro 5 se describe el conocimiento de tecnologías para el saneamiento del agua por parte de pobladores de SMTQ.

Cuadro 5. ¿Cuál de las siguientes tecnologías para tratamiento de AR conoce que se pueda implementar en su vivienda?

Respuesta	Frecuencia	(%)
Biofiltro	5	16.13
Baño seco	12	38.71
Humedales artificiales	2	6.45
Fosa séptica	12	38.71
Total	31	100

De la pregunta para conocer que tanto las personas encuestadas tenían conocimiento de las tecnologías alternativas para el tratamiento de las AR en viviendas unifamiliares, 38.71% referenció a la fosa séptica como la más conocida, así como el baño seco; en tanto que el biofiltro tuvo una mención del orden de 16% y conforme a lo establecido por Ortiz *et al.* (2014) la apropiación de las tecnologías es un paso fundamental, ya que en caso contrario las tecnologías se abandonan, por lo que debe de realizarse especial énfasis en la participación social para que la apropiación sea efectuada.

Asimismo, Ortega (2021) argumentan que es necesario la participación de los usuarios cuando se implementan o transfieren tecnologías para el saneamiento del agua. Por su parte Rivera (2018) plantea que para que una propuesta de solución para la falta de resarcimiento de las aguas residuales generadas debe de promover la participación de los habitantes a fin de identificar elementos clave para un modelo de gestión e intervención adecuada. El Cuadro 6 refleja los resultados de la pregunta relacionada con la disposición de las personas encuestadas para capacitarse o recibir cursos de tecnologías para el saneamiento del agua.

Cuadro 6. ¿Asistiría a algún curso y taller para capacitarse en la construcción de tecnologías para el saneamiento del agua?

Respuestas	Frecuencia	(%)
Si	101	73.72
No	36	26.28
Total	137	100

El 73.72% del total de los encuestados indicaron que, si asistiesen a algún curso o taller y de acuerdo con Ortiz *et al.* (2014) sugieren que es de suma importancia establecer estrategias de inclusión de las tecnologías alternativas para su apropiación y empoderamiento. Por su parte Rivera (2018) señalan que cuando se llevan a cabo proyectos de intervención comunitaria para transferir tecnologías para el saneamiento de aguas residuales se requiere que se lleven a cabo mediante talleres participativos en los que los expertos técnicos no sean protagonistas de las actividades a realizar, sino que se reconozca también los saberes de las personas en la comunidad.

Conclusiones

A partir de diagnóstico participativo efectuado en la localidad rural de San Miguel Tlanichico, municipio de Trinidad de Zaachila en el estado de Oaxaca, México, se identificó la percepción de la problemática de la falta de saneamiento de las aguas residuales, por parte de los pobladores de la comunidad, y se reconoció, la necesidad de abordar este problema a través de una propuesta sostenible, viable y factible.

La identificación de las características del medio natural y del medio artificial permitió reconocer en primera instancia la factibilidad de la implementación del proyecto ya sea a nivel municipal o a nivel unifamiliar, lo anterior, evita que existan dimensionamiento inadecuado para el área donde se pretende intervenir y construir el prototipo de la tecnología alternativa propuesta, integrada por un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) y el filtro anaerobio de flujo ascendente, mediante el uso en su construcción de materiales económicos y accesibles a la población.

Cabe señalar que, existe una buena disposición a capacitarse en tecnologías para el saneamiento del agua por parte de los pobladores de la comunidad, siempre y cuando exista un grupo de expertos que los guie a una solución para su problemática actual, por lo que se requiere definir una planeación estratégica para la trasferencia de una tecnología alternativa (RHU) que contribuya al saneamiento del agua en la comunidad en estudio, esto mediante una línea de acción que comprenda la capacitación a través de cursos y talleres, aunado a un programa de sensibilización y concientización para un manejo adecuado del agua.

Literatura citada

- Aular, Y. J. M.; Reyes, Y. G. y Pereira, R. T. 2010. Generación y procesamiento de censos comunitarios: alternativa para reflejar la realidad local. *Opción. Rev. Cienc. Hum. Soc.* 1(62):70-79. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31015653006>.
- Bolio, J. P. y Bolio, H. J. 2013. El método cualitativo etnográfico y su aplicación para los estudios jurídicos. *Rev. Log. Cienc. Tecnol.* 4(2):159-161. <https://www.redalyc.org/pdf/5177/517751544015.pdf>.
- Buendía, O. M.; Algara, S. M.; Cubillas, A. C. y Domínguez, C. G. 2019. La importancia del análisis del contexto en el diseño de un programa educativo basado en el uso de ecotecnias. El caso de la escuela Francisco González Bocanegra. *Perfiles Educativos.* 41(166):105-123. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.166.59019>.
- CONABIO. 2022. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Software del sistema nacional de información sobre la biodiversidad (2.5). <http://geoportal.conabio.gob.mx/>.
- CONAGUA. 2015. Comisión Nacional del Agua. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Mapas. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado. 4. Estado de México. 10 p. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>.
- CONAGUA. 2016. Comisión Nacional del Agua. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Mapas. Inventario de plantas de tratamiento de aguas residuales. México. Estado de México. <https://agua.org.mx/biblioteca/catalogo-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-2016/>.

- CONAGUA. 2018. Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del agua en México. 4. México. Estado de México: 126 p. <http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM-2018.pdf>.
- De la Torre, H. C. y Moreno, J. L. 2019. Resiliencia del sistema socio-ecológico en la región subcuenca baja río sonora. *Estudios sociales. Rev. Aliment. Contemp. Des. Reg.* 29(53):107-108. <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.698>.
- Gädicke, R. J.; Ibarra, P. P. y Osses, B. S. 2017. Evaluación de las percepciones medioambientales en estudiantes de enseñanza media de la ciudad de Temuco, región de la Araucanía. *Estudios Pedagógicos.* 43(1):107-121. <https://www.redalyc.org/pdf/1735/173553246007.pdf>.
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 2013. Plan de desarrollo municipal de trinidad Zaachila. Oaxaca de Juárez. 88 p. https://finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/inversion_publica/pmds/11_13/555.pdf.
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 2016. Plan Estratégico Sectorial Protección Ambiental. Agua y saneamiento básico. México: Oaxaca de Juárez. 24 p. https://www.finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/planes/est_sectoriales/OaxacaReportes-Hidrico.pdf.
- INEGI. 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Mapa Nacional de México. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE2LjkzNjQ5LGxvbjotOTYuNzc5ODksejo5LGw6YzQxMHxjNDE4>.
- INEGI. 2022. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas. https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/.
- Iturrat, M. C. 2020. El agua como catalizador para la paz y seguridad mundial. *Rev. Facultad de Jurisprudencia.* 1(7):180-185. <https://doi.org/10.26807/rfj.v7i7.238>.
- Jaramillo, J. L.; Galindo, G. E.; Bustamante, G. Á. y Cervantes, V. J. 2013. Valoración económica del agua del río Tlapaneco en la 'Montaña de Guerrero' México. *Trop. Subtrop. Agroec.* 16(3):363-364. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93929595008.pdf>.
- López, J. I. V.; Solorzano, S. H. y Ávila, M. E. G. 2021. Estudio de la percepción ambiental geográfica de la contaminación de un arroyo urbano, Tonalá, Chiapas. *Región y Sociedad.* 33(1):2-3. Doi: <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1510>.
- Maya, J. I. y Holgado, R. D. 2017. 7 ejemplos de intervención basada en redes. *Redes. Rev. Hispana para el Análisis de Redes Sociales.* 28(2):145-163. <https://www.redalyc.org/pdf/931/93153038008.pdf>.
- Morales, K. F.; Casarín, A. V. y Salas, L. M. 2015. Apropiación tecnológica: una visión desde los modelos y las teorías que la explican. *Perspectiva educacional, formación de profesores.* 54(2):109-125. <https://www.redalyc.org/pdf/3333/333339872008.pdf>.
- Mori, M. D. P. 2008. Una propuesta metodológica para la intervención comunitaria. *Liberabit.* 14(14):81-90. <http://www.scielo.org.pe/pdf/liber/v14n14/a10v14n14.pdf>.
- Ortega, J. F. 2021. Gestión del agua potable en piedras negras, Coahuila. *Doxa digital.* 11(21):73-74. <https://doi.org/10.52191/rdojs.2021.219>.
- Ortiz, J. A.; Masera, O. R. y Fuentes, A. F. 2014. La ecotecnología en México. *Imagia comunicación.* Primera edición. México, DF. 36-99 pp.
- Pedroza, S. A.; Ruiz, T. J.; Trejo, C. R.; Carmona, S. A.; Chávez, J. A. y Torres, B. S. 2010. Desarrollo integral en comunidades marginadas en zonas áridas del norte de Durango, México. *Rev. Chapingo Ser. Zonas Áridas.* 9(1):46-51. <https://www.redalyc.org/pdf/4555/455545062008.pdf>.
- Perevochtchikova, M. 2013. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y Política Pública.* 22(2):291-292. <https://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v22n2/v22n2a1.pdf>.

- Ramírez, G. A. G. y Camacho, B. M. 2019. Diagnóstico participativo para determinar problemas ambientales en comunidades rurales. *Telos. Rev. Est. Interd. Cienc. Soc.* 21(1):86-113. <https://www.redalyc.org/journal/993/99357718026/>.
- Ramírez, G. A. G.; Sánchez, G. P. y Cruz, L. A. 2015. Diagnóstico participativo para desarrollar un proyecto de turismo alternativo en la comunidad de Agiabampo, Huatabampo, Sonora, México. *Ra Ximhai.* 11(5):159-163. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/4112066>.
- Ríos, T. S.; Agudelo, C. R. M. and Gutiérrez, B. L. A. 2017. Pathogens and microbiological indicators of the quality of water for human consumption. *Facultad nacional salud pública de la Universidad de Antioquia, Colombia.* 35(2):237-238. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>.
- Rivera, J. C. A. S. 2018. Gestión intercultural de la biodiversidad: investigación acción en un proceso educativo con campesinos de Veracruz. *Rev. Interam. Ed. Adult.* 40(2):119-125. <https://www.redalyc.org/journal/4575/457556293006/html/>.
- Romero, M. A. y Hernández, A. R. 2015. El método etnográfico y su relación con el análisis de dominio. *Biblios.* 1(61):70-71. Doi: <https://doi.org/10.5195/biblios.2015.250>.
- Ruiz, M. A. 2020. Estado actual de la contaminación ambiental presente en la Mixteca Oaxaqueña. *Journal of Negative and no Positive Results.* 5(5):535-553. <https://dx.doi.org/10.19230/jonnpr.3257>.
- Saavedra, M. C.; Tovar, C. y Betancourt, W. Q. 2012. Virus entéricos en ambientes acuáticos: métodos de concentración y detección. *Interciencia.* 37(4):260-262. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33922748004>.
- Sandoval, D. J.; Cuadra, M. D. y Orellana, F. C. 2021. Diagnóstico comunitario ante desastres climáticos: Una experiencia de aprendizaje-servicio. *Alteridad Revista de Educación.* 16(1):23-37. Doi: <https://doi.org/10.17163/alt.v16n1.2021.02>.
- SB. 2020. Secretaría de Bienestar. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social. México: Estado de México. 1-2 pp. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/697791/20-555-OAX-Trinidad-Zaachila.pdf>.
- SEMARNAT. 2017. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. SIGEIA. Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (1.0). <https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia>.
- Sosa, F. S. 2012. El futuro de la disponibilidad del agua en México y las medidas de adaptación utilizadas en el contexto internacional. *Rev. Internación. Cienc. Soc. Hum. Soc.* 12(2):175-177. <https://www.redalyc.org/pdf/654/65429255008.pdf>.
- UNESCO. 2017. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. The United Nations world water development report. *Wastewater: the untapped resource.* Paris. Francia: 2-3 pp. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>.